d

European Commission

JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Ahşap ve Ahşap Ürünlerin Kimyasallarla Korunması Dahil Organik Solventler Kullanılarak Yüzey İşlemi Uygulanmasıyla İlgili Mevcut En İyi Teknikler (MET) Referans Belgesi

2010/75/EU sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifi

(Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol)

Georgios Chronopoulos, Gizem-Ece Çakmak, Paul Tempany, Gabriele Klein, Thomas Brinkmann, Benoit Zerger, Serge Roudier

2020



EUR 30475 EN

Ahşap ve Ahşap Ürünlerin Kimyasallarla Korunması Dahil Organik Solventler Kullanılarak Yüzey İşlemi Uygulanmasıyla İlgili Mevcut En İyi Teknikler (BAT) Referans Belgesi

2010/75/AB sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifi Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü

Yazarlar:

Georgios CHRONOPOULOS
Gizem-Ece CAKMAK
Paul TEMPANY
Gabriele KLEIN Thomas
BRINKMANN Benoit
ZERGER Serge ROUDIER

2020

EUR 30475 EN

Bu yayın, Avrupa Komisyonu'nun bilim ve bilgi servisi olan Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından hazırlanan Politikaya yönelik Bilim raporunu içermektedir. Avrupa politika oluşturma sürecine kanıta dayalı bilimsel destek sağlamayı amaçlamaktadır. İfade edilen bilimsel çıktı, Avrupa Komisyonu'nun herhangi bir politika pozisyonu anlamına gelmez. Bu yayının kullanımından ne Avrupa Komisyonu ne de Komisyon adına hareket eden şahıslar sorumlu değildir. Kaynağın Eurostat veya diğer Komisyon hizmetleri olmadığı durumlarda bu yayında kullanılan verilerin altında yatan metodoloji ve nitelik hakkında bilgi edinmek için, kullanıcılar atıfta bulunulan kaynağa başvurmalıdır. Kullanılan adlandırmalar ve haritalardaki materyallerin sunumu, Avrupa Birliği adına herhangi bir ülke, bölge, şehir veya alanın veya yetkililerinin yasal statüsü veya bunların sınırlandırılması ile ilgili herhangi bir görüşün ifadesi anlamına gelmez.

İletişim bilgileri
Adı: Avrupa IPPC Bürosu, JRC B Müdürlüğü - Büyüme ve Yenilik, Avrupa Komisyonu;
Adres: Edificio Expo, c/ Inca Garcilaso 3, E-41092 Seville, İspanya
E-posta: JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu
Tel.: +34 95 4488 284

AB Bilim Merkezi
https://ec.europa.eu/jrc

JRC122816
EUR 30475 EN

PDF ISBN 978-92-76-26824-6 ISSN 1831-9424 doi:10.2760/857

Lüksemburg: Avrupa Birliği Yayın Ofisi, 2020
© Avrupa Birliği, 2020



Avrupa Komisyonu'nun yeniden kullanım politikası, Komisyon belgelerinin yeniden kullanımına ilişkin 12 Aralık 2011 tarihli 2011/833/EU sayılı Komisyon Kararı ile uygulanmaktadır (OJ L 330, 14.12.2011, s. 39). Aksi belirtilmediği sürece, bu belgenin yeniden kullanımına Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) lisansı (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) altında izin verilmektedir. Bu, uygun kredinin verilmesi ve herhangi bir değişikliğin belirtilmesi koşuluyla yeniden kullanıma izin verildiği anlamına gelmektedir. AB'ye ait olmayan fotoğrafların veya diğer materyallerin herhangi bir şekilde kullanılması veya çoğaltılması için doğrudan telif hakkı sahiplerinden izin alınmalıdır.

Tüm içerik © Avrupa Birliği, 2020, hariç: kapak resmi jeneriği soldan başlayarak saat yönünde: 1. Basım © Pixabay; 2. Sürdürülebilir ambalaj için metal © Crown Holdings, Inc; 3. Varberg Timber AB, İsveç © Lars Nyborg, Koppers Europe;. 4. Bobin kaplama hattı © ArcelorMittal (Gent); 5. Su bazlı robotize araba boyama © PSA Automobiles SA. Şekil 2.8: © Volkswagen AG, 2015; Daimler AG, 2014, Şekil 2.11: © Renault S.A, Şekil 2.13: © MAN Truck&Bus, Şekil 2.14: © Daimler AG, Şekil 2.16: © MAN kamyon ve otobüsler.

Bu rapordan nasıl alıntı yapılır: Georgios Chronopoulos, Gizem-Ece Çakmak, Paul Tempany, Gabriele Klein, Thomas Brinkmann, Benoit Zerger, Serge Roudier, Mevcut En İyi Teknikler (MET) Ahşap ve Ahşap Ürünlerin Korunması Dahil Organik Solventler Kullanılarak Yüzey İşlemi uygulanmasına İlişkin Referans Belgesi, EUR 30475 EN, Avrupa Birliği Yayınlar Ofisi, Lüksemburg, 2020, ISBN 978-92-76-26824-6, doi:10.2760/857, JRC122816.

Özet

Ahşap ve Ahşap Ürünlerin Kimyasallarla Korunması Dahil Organik Solventler Kullanılarak Yüzey İşlemi Uygulanmasına İlişkin Mevcut En İyi Teknikler (MET) Referans Belgesi (BREF), AB Üye Devletleri ve ilgili endüstriler arasındaki bilgi alışverişinin sonuçlarını sunan bir dizi belgenin parçası olup çevrenin korunmasını teşvik eden sivil toplum kuruluşları ve Komisyon, Endüstriyel Emisyonlara ilişkin 2010/75/AB sayılı Direktifin (Direktif) 13(1) Maddesi uyarınca MET referans belgelerini hazırlayacak, gözden geçirecek ve - gerektiğinde - güncelleyecektir. Bu belge, Direktifin 13(6) Maddesi uyarınca Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanmıştır.

Ahşap ve Ahşap Ürünlerin Kimyasallarla Korunması Dahil Organik Solventlerin Kullanıldığı Yüzey İşlemiyle BREF, maddelerin, nesnelerin veya ürünlerin organik çözücüler kullanılarak yüzey işleminin yanı sıra, sırasıyla 2010/75/AB sayılı Direktif Ek I, Bölüm 6.7 ve 6.10'da belirtilen kimyasallar kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunmasını kapsamakıtadır.

2010/75/AB sayılı Direktifin organik solventler (STS) kullanılarak yüzey işleme ve kimyasallarla ahşap koruma (WPC) sektörlerinde uygulanmasıyla ilgili önemli konular, hava ve su emisyonları ile enerji ve su tüketimidir. Bölüm 1, STS sektörü ve bunların kullanımıyla ilgili temel çevre sorunları hakkında genel bilgiler sunmaktadır. 2 ila 14. Bölümler, bu bölümlerin kapsadığı KH sektörleri için MET'in belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gereken ameli süreçleri, mevcut emisyon ve tüketim seviyelerini ve ilgili teknikleri sunmaktadır. Bölüm 15'te ise, ahşap koruma sektörü için MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken genel bilgiler, uygulanan süreçler, mevcut emisyon ve tüketim seviyeleri, ve ilgili teknikler sunulmaktadır. Bölüm 16, anketler aracılığıyla veri toplamanın gerçekleştirilmediği ek STS sektörlerini ana hatlarıyla açıklamaktadır. MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken genel teknikler (yani, STS sektöründe yaygın olarak uygulanan dikkate alınması gereken teknikler) Bölüm 1'de bildirilmiştir. 17. Bölüm 18, Direktifin 3(12) Maddesinde tanımlandığı gibi hem genel hem de sektöre özel MET sonuçlarını sunmaktadır. Bölüm 19, STS ve WPC sektörleri için ortaya çıkan teknikleri sunmaktadır. Nihai açıklamalar ve gelecekteki çalışmalar için tavsiyeler Bölüm 20'de sunulmaktadır.

Belgenin hazırlanmasında emeği geçenler

Bu rapor, Avrupa Komisyonu'nun Ortak Araştırma Merkezi'ndeki Avrupa Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Bürosu (EIPPCB) - B: Büyüme ve Yenilik, Serge Roudier (EIPPCB Başkanı) ve Luis Delgado Sancho'nun (EIPPCB Başkanı) gözetiminde hazırlanmıştır. (Mart 2020'ye kadar Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Liderlik Birimi).

Bu BREF belgesinin yazarları Georgios Chronopoulos, Gizem-Ece Çakmak, Paul Tempany, Gabriele Klein, Thomas Brinkmann, Benoit Zerger ve Serge Roudier'dir.

Bu rapor, Endüstriyel Emisyonlar Direktifinin (2010/75/AB) uygulanması çerçevesinde hazırlanmıştır ve Direktifin 13. Maddesinde sağlanan bilgi alışverişinin sonucudur.

Bilgiye en çok katkıda bulunan ülkeler:

- AB Üye Devletleri arasında: Avusturya, Belçika, Çekya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, İspanya, İsveç ve Birleşik Krallık (31/01/2020 tarihine kadar);
- Sanayi kolları arasında: ACEA (Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği), AFERA (Avrupa Yapışkan Bant Birliği), ASD (Avrupa Havacılık ve Savunma Sanayii Derneği), BUSINESS EUROPE, CEFIC (Avrupa Kimya Endüstrisi Konseyi), CEPE (Avrupa Konseyi Boya, Baskı Mürekkebi ve Sanatçı Renkleri Endüstrisi), ECCA (Avrupa Rulo Kaplama Birliği), ERA (Avrupa Rotogravür Birliği), ESVOC (Avrupa Solventleri Alt Kullanıcılar Grubu), EURATEX (Avrupa Giyim ve Tekstil Konfederasyonu), EUROFER (Avrupa Çelik Birliği) , EUROMETAUX (Avrupa demir dışı metaller birliği), EWPM (Avrupa Ahşap Koruyucu Üreticileri Grubu), EWWG (Europacable Sargı Tel Grubu), FEDUSTRIA (Belçika Tekstil, Ahşap ve Mobilya Endüstrileri Federasyonu), FPE (Avrupa Esnek Ambalaj), INTERGRAF (Baskı ve dijital iletişim için Avrupa federasyonu), MPE (Avrupa Metal Ambalajlama), ORGALIM (Avrupa Teknoloji Endüstrileri), SEA SMRC (Gemiler ve Denizcilik Ekipmanları Birliği), WEI (Avrupa Ahşap Koruma Enstitüsü) ve WPA (Ahşap Koruma Derneği);
- Çevreyle ilgili sivil toplum kuruluşları arasında: EEB (Avrupa Çevre Bürosu).

EIPPCB'den Frederik Neuwahl ve Michele Canova, bu belgenin geliştirilmesine yönelik iç tartışmalara ve Görev Gücü oturumlarına önemli ölçüde katkıda bulunmuştur.

EIPPCB ekibinin tamamı katkı sağlamış ve akran değerlendirmesi yapmıştır.

Bu rapor Anna Atkinson tarafından düzenlenmiş ve Rick Nowfer tarafından biçimlendirilmiştir.

Bu belge, aşağıda listelenen öngörülen belgeler dizisinden biridir (yazım işi sırasında, tüm belgeler hazırlanmamıştır):

Mevcut En İyi Tekniklere İlişkin Referans Belgesi (BREF)	**Kodu**
Seramik İmalat Sanayi	CER
Kimya Sektöründe Ortak Atık Gaz Arıtma	WGC
Kimya Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemleri	CWW
Depolamadan kaynaklanan emisyonlar	EFS
Enerji Verimliliği	ENE
Demirli Metaller İşleme Sanayi	FMP
Gıda, İçecek ve Süt Endüstrileri	FDM
Endüstriyel Soğutma Sistemleri	ICS
Kümes Hayvanlarının veya Domuzların Yoğun Yetiştirilmesi	IRPP
Demir Çelik Üretimi	IS
Büyük Yakma Tesisleri	LCP
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar	LVIC
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar – Amonyak, Asitler ve Gübreler	LVIC-AAF
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar – Katı Maddeler ve Diğer Sanayi	LVIC-S
Büyük Hacimli Organik Kimya Endüstrisi	LVOC
Madencilik Faaliyetlerinde Atık ve Atık Kaya Yönetimi	MTWR
Cam İmalatı	GLS
Organik İnce Kimyasallar İmalatı	OFC
Demir Dışı Metaller Endüstrileri	NFM
Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi	CLM
Klor-alkali Üretimi	CAK
Polimerlerin Üretimi	POL
Selüloz, Kağıt ve Karton Üretimi	PP
Özel İnorganik Kimyasalların Üretimi	SIC
Ahşap Esaslı Panellerin Üretimi	WBP
Madeni Yağ ve Gaz Rafinasyonu	REF
Mezbahalar ve Hayvan Yan Ürünleri Sanayi	SA
Demirhaneler ve Dökümhaneler Endüstrisi	SF
Metal ve Plastiklerin Yüzey İşlemleri	STM
Ahşap ve Ahşap Ürünlerin Kimyasallarla Korunması Dahil Organik Solventler Kullanılarak Yüzey İşlemleri	*STS*
Deri ve Deri Ürünlerinin Tabaklanması	TAN
Tekstil Endüstrisi	TXT
Atık Yakma	WI
Atık Arıtma	WT
Referans Belgesi (REF)	
Ekonomi ve Çapraz Medya Etkileri	ECM
IED Tesisatlarından Havaya ve Suya Emisyonların İzlenmesi	ROM

Taslak ve nihai hale getirilmiş belgelerin elektronik sürümleri herkese açıktır ve http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/ adresinden indirilebilir.

ÖNSÖZ

1. Bu belgenin durumu

Aksi belirtilmediği sürece, bu belgedeki Direktife yapılan atıflar, Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin endüstriyel emisyonlar (entegre kirlilik önleme ve kontrolü) (Yeniden biçimlendirilmiş) hakkındaki 2010/75/EU sayılı Direktifine atıfta bulunmaktadır.

Organik Solventler Kullanılarak Yüzey İşlemi uygulanmasına ilişkin orijinal mevcut en iyi teknikler (MET) referans belgesi (BREF), Avrupa Komisyonu tarafından 2007 yılında kabul edilmiştir. Bu belge, söz konusu BREF'in gözden geçirilmesinin sonucudur. Gözden geçirme çalışması Haziran 2015'te başlamıştır.

Ahşap ve Ahşap Ürünlerin Kimyasallarla Korunması dahil Organik Solventlerin Kullanıldığı Yüzey İşlemiyle ilgili bu MET referans belgesi, AB Üye Devletleri, ilgili sanayi kolları, çevre korumayı teşvik eden sivil toplum kuruluşları ve çevre korumayı teşvik eden sivil toplum kuruluşları arasındaki bilgi alışverişinin sonuçlarını sunan bir dizinin parçasını oluşturmaktadır. Komisyon, Direktifin 13(1). Maddesi uyarınca MET referans belgelerini hazırlayacak, gözden geçirecek ve gerektiğinde güncelleyecektir. Bu belge, Direktifin 13(6) Maddesi uyarınca Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanmıştır.

Direktifin 13(5) Maddesinde belirtildiği üzere, Bölüm 18'de yer alan MET sonuçlarına ilişkin 2020/2009/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararı 22/06/2020 tarihinde kabul edilmiş ve 09/12/20201[1] tarihinde yayınlanmıştır.

2. Bilgi alışverişine katılan taraflar

Direktifin 13(3) Maddesinde gerekli görülmüş olduğu üzere, Komisyon, Üye Devletlerden, temsilcilerden, ilgili endüstrilerden ve çevre korumayı teşvik eden sivil toplum kuruluşlarından oluşan bilgi alışverişini teşvik etmek için bir forum kurmuştur (endüstriyel emisyonlara ilişkin 2010/75/EU sayılı Direktifin (2011/C -146/03), OJ C 146, 17.05.2011, s. 3) 13. Maddesi uyarınca bilgi alışverişi için bir forum kurulmasını öngören 16 Mayıs 2011 tarihli Komisyon Kararı).

Forum üyeleri, bu belgeyi hazırlamak için ana bilgi kaynağı olan teknik çalışma grubunu (TWG) oluşturan teknik uzmanları görevlendirmiştir. TWG'nin çalışmaları, Avrupa IPPC Bürosu (Komisyon'un Ortak Araştırma Merkezi'nin) tarafından yönetilmiştir.

3. Bu belgenin yapısı ve içeriği

Bölüm 1'de, organik çözücüler (STS) sektörü kullanılarak yüzey işleme ve sektör için genel çevre sorunları hakkında genel bilgiler sunulmaktadır.

Bölüm 2'den 16'ya kadar olan bölümlerde aşağıdaki yapı kullanılarak belirli sektörler hakkında aşağıda belirtilen bilgiler sunulmuştur (araç kaplaması, diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması, gemi ve yatların kaplanması, uçak kaplaması, bobin kaplama endüstrileri, yapışkan bantların imalatı, tekstil, folyo ve kağıt, sarma teli imalatı, metal ambalajların kaplanması ve baskısı, ısıyla sabitlenmiş web baskı, fleksografi ve yayın dışı rotogravür, yayın rotogravürü, ahşap yüzeylerin kaplanması, ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunması, ayna ve kaplanmış aşındırıcıların imalatı) (X bölüm numarasıdır):

- Bölüm X.1 sektör hakkında genel bilgiler sunmaktadır.

[1] OJ L 414, 9.12.2020, s. 19

- Bölüm X.2, uygulanan işlemler ve teknikler hakkında bilgi sunmaktadır.
- Bölüm X.3'te, mevcut emisyonlar, tüketim ve hammaddelerin doğası ve enerji kullanımı açısından sektör içindeki ve yazının yazıldığı tarihte faaliyette olan tesislerin çevresel performansına ilişkin veri ve bilgiler sunulmaktadır.
- Bölüm X.4, MET'ın belirlenmesinde göz önünde bulundurulan bu sektörde faaliyet gösteren tesislerin çevresel etkilerini önlemeye veya bunun mümkün olmadığı durumlarda azaltmaya yönelik teknikleri daha ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Bu bilgi, ilgili olduğunda, çevresel performans seviyelerini (örneğin emisyon ve tüketim seviyeleri) içermektedir.

Bölüm 17, STS faaliyetinin sektörlerinin çoğunda kullanılan ortak endüstriyel süreçler, azaltma sistemleri ve genel teknikler hakkında bilgi sağlamaktadır. MET'in belirlenmesinde göz önünde bulundurulan sektördeki tesislerin çevresel etkilerini önlemeye veya bunun mümkün olmadığı durumlarda azaltmaya yönelik teknikleri daha ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Bu bilgi, ilgili olduğu durumlarda, teknikler kullanılarak elde edilebilecek çevresel performans seviyelerini (örneğin emisyon ve tüketim seviyeleri), ilgili izleme ve maliyetler ve tekniklerle bağlantılı çapraz medya konularını içermektedir. WPC ile ilgili teknikler Bölüm 15.4'te açıklanmıştır.

Bölüm 18, Direktifin 3(12) Maddesinde tanımlandığı gibi, kapsanan iki faaliyet için hem genel hem de sektöre özel MET sonuçlarını sunmaktadır.

Bölüm 19, Direktifin 3(14) Maddesinde tanımlandığı gibi STS ve WPC faaliyetleri için yeni teknikler' hakkında bilgi sunmaktadır.

Bölüm 20, gelecekteki çalışmalarla ilgili sonuç açıklamalarını ve önerileri içermektedir.

Bölüm 21, diğer bölümlerde yer almayan değerli bilgiler içeren Ekleri kapsamaktadır.

4. Bilgi kaynakları ve MET'in türetilmesi

Bu belge, özellikle Direktifin 13. Maddesi kapsamında bilgi alışverişi için kurulan TWG aracılığıyla çeşitli kaynaklardan toplanan bilgilere dayanmaktadır. Bilgiler, teknik uzmanlık, şeffaflık ve tarafsızlık ilkelerinin rehberliğinde MET'in belirlenmesi çalışmalarına öncülük eden Avrupa IPPC Bürosu (Komisyon'un Ortak Araştırma Merkezi) tarafından derlenmiş ve değerlendirilmiştir. TWG'nin ve diğer tüm katkıda bulunanların çalışmaları minnetle kabul edilir.

MET sonuçları, aşağıdaki adımları içeren yinelemeli bir süreçle oluşturulmuştur:

- STS ve WPC faaliyetleri için temel çevresel konuların belirlenmesi;
- Bu temel konuları değerlendirmek için en uygun tekniklerin incelenmesi;
- Avrupa Birliği'nde ve dünya çapında mevcut veriler temelinde en iyi çevresel performans seviyelerinin belirlenmesi;
- Maliyetler, çapraz medya etkileri ve tekniklerin uygulanmasında yer alan ana itici güçler gibi bu çevresel performans seviyelerine ulaşılan koşulların incelenmesi;
- Mevcut en iyi tekniklerin (MET), bunlarla ilişkili emisyon seviyelerinin (ve diğer çevresel performans seviyelerinin) seçimi ve bu sektör için Direktifin 3(10) Maddesi ve Ek III'e göre yapılacak ilgili izleme.

Avrupa IPPC Bürosu ve TWG'nin uzman görüşü, bu adımların her birinde ve bilgilerin burada sunulma biçiminde kilit bir rol oynamıştır.

Mevcut olduğu durumlarda, MET bölümlerinin belirlenmesinde dikkate alınacak Tekniklerde sunulan tekniklerin açıklamaları ile birlikte ekonomik veriler verilmiştir. Bu veriler, maliyetlerin ve faydaların büyüklüğünün yaklaşık bir göstergesidir. Ancak, bir tekniği uygulamanın gerçek maliyetleri ve sağlayacağı

faydalar, bu belgede tam olarak değerlendirilemeyecek olan ilgili tesisatın kendine özgü durumuna büyük ölçüde bağlı olabilir. Maliyetlerle ilgili verilerin yokluğunda, mevcut tesislere ilişkin gözlemlerden tekniklerin ekonomik uygulanabilirliği hakkında sonuçlar çıkarılmıştır.

5. MET referans belgelerinin (BREF'ler) gözden geçirilmesi

MET dinamik bir kavramdır ve dolayısıyla da BREF'lerin gözden geçirilmesi devam eden bir süreçtir. Örneğin, yeni tedbirler ve teknikler ortaya çıkabilecek olup bilim ve teknolojiler sürekli olarak gelişmekte ve yeni veya ortaya çıkan süreçler çeşitli sanayi kollarında başarıyla uygulamaya geçirilmektedir. Bu tür değişiklikleri ve bunların MET üzerindeki sonuçlarını yansıtmak amacıyla bu belge periyodik olarak gözden geçirilecek ve gerekirse buna göre güncellenecektir.

6. İletişim bilgileri

Tüm yorum ve öneriler, aşağıdaki adreste bulunan Ortak Araştırma Merkezindeki (JRC) Avrupa IPPC Bürosuna yapılmalıdır:

Avrupa Komisyonu
JRC Direktörlüğü B - Büyüme ve Yenilik Avrupa IPPC Bürosu
Edificio Expo
c/ Inca Garcilaso, 3
E-41092 Sevilla, İspanya Telefon: +34 95 4488 284
E-posta: JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu İnternet: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu

ÖNSÖZ I

KAPSAM XXIX

1. ORGANİK SOLVENTLERLE YÜZEY İŞLEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİ 1

1.1. ORGANİK SOLVENTLER VE YÜZEY İŞLEMİ 1

1.2. ORGANİK SOLVENTLERİN KULLANILDIĞI YÜZEY İŞLEMİ TESİSATI İLE İLGİLİ GENEL ÇEVRESEL KONULAR 3

1.1.1. Genel 3

1.1.2. Solventler 3

1.1.3. Toz 5

1.1.4. NO_X ve CO 5

1.1.5. Metaller 5

1.1.6. Diğer kirleticiler 7

1.1.7. Enerji 7

1.1.8. Hammadde kullanımı 7

1.1.9. Su kullanımı 7

1.1.10. Katı ve sıvı atıklar 7

1.1.11. Koku emisyonları 7

2. ARAÇLARIN KAPLANMASI 9

2.1. ARAÇLARIN KAPLANMASINA İLİŞKİN GENEL BİLGİLER 9

2.1.1. Genel 9

2.1.2. Tesisatların sayısı, büyüklüğü ve dağılımı 9

2.1.3. Coğrafi dağılım 10

2.1.4. Ekonomik önem 11

2.1.5. Temel çevresel hususlar 13

2.2. ARAÇLARIN KAPLANMASI İÇİN UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER 17

2.2.1. Genel 17

2.2.2. Boyahane yatırımı, tasarımı ve işletimine genel bakış 17

2.2.3. Binek otomobillerin kaplanması 18

2.2.4. Kamyonetlerin boyanması 29

2.2.5. Kamyonların boyanması (kamyon şasesi) 31

2.2.6. Kamyon kabinlerinin boyanması 33

2.2.7. Otobüslerin kaplanması 35

2.3. ARAÇ KAPLAMALARINDA MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 37

2.3.1. Tüketim 39

2.3.2. Emisyonlar 45

2.4. ARABALARIN KAPLAMASI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 77

2.4.1. Motorlu taşıt boyahanelerinin solvent kütle dengesi 79

2.4.2. Kaplama sistemi seçimi (boyahane türü, 'boyahane ailesi') 79

2.4.3. Malzeme bazlı teknikler 84

2.4.4. Boya ve diğer kaplama malzemelerinin uygulanmasına yönelik teknikler ve ekipmanlar 91

2.4.5. Hammadde tüketiminin en aza indirilmesi 96

2.4.6. Kurutma teknikleri……..98
2.4.7. Çıkış gazı ektraksiyonu ve arıtması....98
2.4.8. Su yönetimi ve atıksu arıtma 105
3. DİĞER METAL VE PLASTİK YÜZEYLERİN KAPLANMASI 107
3.1. DİĞER METAL VE PLASTİK YÜZEYLERİN KAPLANMASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER……..107
3.1.1. Diğer metal yüzeylerin kaplaması 108
3.1.2. General Tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanması hakkında genel bilgiler.....109
3.1.3. Plastik yüzeylerin kaplanması hakkında genel bilgiler 109
3.1.4. Trenlerin kaplanması hakkında genel bilgiler 110
3.2. UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER....111
3.2.1. Diğer metal yüzeylerin kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler 111
3.2.2. Tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler 111
3.2.3. Plastik yüzeylerin kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler 112
3.2.4. Trenlerin kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler 116
3.3. C PLASTİK VE DİĞER METAL YÜZEY KAPLAMALARINDA MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON DÜZEYLERİ 119
3.3.1. Tüketim 119
3.3.2. Emisyonlar 124
3.4. MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 132
3.4.1. Hammadde tüketiminin en aza indirilmesi 132
3.4.2. Malzeme-bazlı teknikler (ikame)....133
3.4.3. Boya/kaplama uygulama teknikleri ve ekipmanı 135
3.4.4. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtılması....135
3.4.5. Su yönetimi 136
4. TEKNELERİN VE YATLARIN KAPLANMASI 137
4.1. TEKNE VE YATLARIN KAPLANMASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER 137
4.2. TEKNE VE YATLARIN KAPLANMASINDA UYGULANAN PROSESLER 138
4.2.1. Yeni konstrüksiyon....138
4.2.2. Gemi tamiri ve gemi bakımı 139
4.2.3. Gemilerin kaplanması....139
4.2.4. Yatların kaplanması, onarımı ve bakımı 140
4.3. TEKNE VE YAT KAPLAMALARINDA MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON DÜZEYLERİ 142
4.3.1. Kütle dengeleri....142
4.3.2. Tüketim 142
4.3.3. Emisyonlar 143
4.4. TEKNE VE YATLARIN KAPLANMASINA YÖNELİK MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 149
4.4.1. Yönetim sistemleri – dok disiplini....149
4.4.2. Toz emisyonlarını azaltmaya yönelik teknikler....150
4.4.3. Yüzey hazırlama 153
4.4.4. Malzeme-bazlı teknikler (ikame)....158
4.4.5. Ek korozyon koruması – katodik koruma 160
4.4.6. Kaplama uygulama tekikleri ve ekipmanı 161
4.4.7. Biyosit bazlı zehirli boyaların alternatifleri 162
4.4.8. Çıkış gazı arıtma 164

4.4.9. Atık ve atıksu yönetimi 164
5. UÇAK KAPLAMA 169
5.1. UÇAK KAPLAMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER 169
5.2. UÇAK KAPLAMALARINDA UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER 170
5.2.1. Konstrüksiyon 170
5.2.2. Bakım 173
5.3. UÇAK KAPLAMALARINDA MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON DÜZEYLERİ 175
5.3.1. Konstrüksiyon 175
5.3.2. İmalat proseslerinden kaynaklanan emisyonlar..... 177
5.3.3. Bakım 182
5.4. UÇAK KAPLAMASI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 184
5.4.1. Malzeme-bazlı teknikler 184
5.4.2. Boya uygulama teknikleri ve ekipmanları 186
5.4.3. Harici uçak boyamadan çıkan gazların arıtılması 191
6. BOBİN KAPLAMA ENDÜSTRİLERİ 193
6.1. BOBİN KAPLAMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER 193
6.1.1. Bobin kaplama endüstrisinin büyüklüğü 193
6.2. BOBİN KAPLAMDA UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER 195
6.2.1. Tipik bobin kaplama hattı prosesi tanımı 195
6.2.2. Kaplama türleri 199
6.3. BOBİN KAPLAMADA MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 202
6.3.1. Tüketim 202
6.3.2. Emisyonlar 208
6.4. BOBİN KAPLAMADA MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 223
6.4.1. Bobin kaplama tesisi için solvent kütle dengesi 223
6.4.2. Malzeme-bazlı teknikler (ikame dahil) 223
6.4.3. Kaplama uygula teknikleri ve ekipmanı 228
6.4.4. Kurutma 234
6.4.5. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması 236
6.4.6. Atıksu arıtma 241
7. YAPIŞKAN BANT İMALATI 245
7.1. YAPIŞKAN BANT İMALATI HAKKINDA GENEL BİLGİLER 245
7.1.1. Basınca duyarlı yapışkanları içeren uygulamalar 245
7.2. YAPIŞKAN BANT İMALATINDA UYULANAN PROSESELR VE TEKNİKLER 247
7.2.1. Yapışkan bantların üretilmesi 247
7.2.2. Yapışkan bantların üretiminde kullanılan malzemeler 247
7.2.3. Yapışkan bant üretim prosesi 249
7.3. YAPIŞKAN BANT İMALATINDAKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 253
7.3.1. Tüketim 253
7.3.2. Emisyonlar 256
7.4. YAPIŞKAN BANT İMALATI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 260
7.4.1. Malzeme-bazlı teknikler 260
7.4.2. Kurutma/kürleme 263

7.4.3. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması 264
7.4.4.
8. TEKSTİL, FOLYO VE KAĞIT KAPLAMA 265
8.1. TEKSTİL, FOLYO VE KAĞIT KAPLAMA HAKINDA GENEL BİLGİLER 265
8.2. UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER 266
8.2.1. Poliüretan (PU) kaplama 266
8.3. PU VE PVC KAPLAMADAKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 269
8.3.1. Tüketim 269
8.3.2. Emisyonlar 271
8.4. TEKSTİL, FOLYO VE KAĞIT KAPLAMA İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 281
8.4.1. Malzeme-bazlı teknikler 281
8.4.2. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması 282
9. SARGI TELİ İMALATI 283
9.1. SARGI TELİ İMALATI HAKKINDA GENEL BİLGİLER 283
9.1.1. Ürün özellikleri ve son kullanım uygulamaları 284
9.1.2. ... SARGI TELİ İMALATINDA UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER 285
9.1.3. Emaye tellerin tipik imalat prosesi 285
9.2. SARGI TELİ İMALATINDAKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 288
9.2.1. Tüketim 288
9.2.2. Emisyonlar 291
9.2.3. SARGI TELİ İMALATI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 296
9.2.4. Sargı teli imalatında kullanılan genel teknikler 296
9.2.5. Malzeme-bazlı teknikler 297
9.2.6. Çıkış gazı arıtma 300
10. METAL AMBALAJ KAPLAMA VE BASIMI 303
10.1. METAL AMBALAJ KAPLAMA VE BASIMI HAKKINDA GENEL BİLGİLER 303
10.2. METAL AMBALAJ KAPLAMA VE BASIMINDA UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER 305
10.2.1. İki parçalı teneke kutu imalatı (draw and wall ironing - DWI) 305
10.2.2. Aerosoller ve katlanabilir tüpler için alüminyumun darbeli ekstrüzyon 308
10.2.3. Endüstriyel variller 310
10.2.4. Düz sac kaplama ve baskı 311
10.2.5. Üç parçalı teneke kutu imalatı 313
10.2.6. Çelik ve alüminyumdan iki parçalı çekilmiş kutular 314
10.2.7. Uç parça, kron ve kapak imalatı 315
10.3. METAL AMBALAJ KAPLAMA VE BASIMINDAKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 317
10.3.1. Tüketim 317
10.3.2. Emisyonlar 320
10.4. METAL AMBALAJ KAPLAMA VE BASIMI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 330
10.4.1. Malzeme-bazlı teknikler 330
10.4.2. Kaplamaların ve mürekkeplerin uygulanması 333

10.4.3. Baskı 337
10.4.4. Kürleme 339
10.4.5. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması 340
10.4.6. Atıksu arıtma 340

11. KURUTMALI WEB OFFSET BASKI 343
11.1. KURUTMALI WEB OFFSET BASKI HAKKINDA GENEL BİLGİLER 343
11.2. KURUTMALI WEB OFFSET BASKIDA UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER 344
11.3. KURUTMALI WEB OFFSET BASKIDAKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 347
11.3.1. Tüketim 353
11.3.2. Emisyonlar 356
11.4. KURUTMALI WEB OFFSET BASKI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 367
11.4.1. Kurutmalı web offset baskı sektörü için solvent kütle dengesi 367
11.4.2. Malzeme-bazlı teknikler 368
11.4.3. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması 373
11.4.4. Temizlik 376
12. FLEKSOGRAFİ VE YAYINSIZ ROTOGRAVÜR BASKI 379
12.1. FLEKSOGRAFİ VE YAYINSIZ ROTOGRAVÜR BASKI ENDÜSTRİSİ HAKINDA GENEL BİLGİLER 379
12.2. FLEKSOGRAFİ VE YAYINSIZ ROTOGRAVÜR BASKIDA UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER 381
12.2.1. Fleksografi 381
12.2.2. Rotogravür 382
12.2.3. Esnek ambalajlarda laminasyon ve vernikleme 383
12.3. FLEKSOGRAFİ VE YAYINSIZ ROTOGRAVÜR BASKIDAKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 384
12.3.1. Tüketim 384
12.3.2. Emisyonlar 392
12.4. FLEKSOGRAFİ VE YAYINSIZ ROTOGRAVÜR BASKI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER410
12.4.1. Fleksografi ve yayınsız rotogravür baskı için solvent kütle dengesi 410
12.4.2. Malzeme-bazlı teknikler 410
12.4.3. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması 418
12.4.4. Temizlik teknikleri 420
13. YAYIN ROTOGRAVÜR BASKI 423
13.1. YAYIN ROTOGRAVÜR BASKI HAKKINDA GENEL BİLGİLER 423
13.2. YAYIN ROTOGRAVÜR BASKIDA UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER..... 425
13.3. YAYIN ROTOGRAVÜR BASKIDAKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 429
13.3.1. Kütle dengeleri 429
13.3.2. Tüketim 433
13.3.3. Emisyonlar 436
13.4. YAYIN ROTOGRAVÜR BASKI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER444
13.4.1. Malzeme-bazlı teknikler 444
13.4.2. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtma teknikleri 445
13.4.3. Temizlik teknikleri 448

14. AHŞAP YÜZEYLERİN KAPLANMASI 449
14.1. AHŞAP YÜZEYLERİN KAPLANMASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER ...449
14.2. AHŞAP YÜZEYLERİN KAPLANMASINDA UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER 452
14.2.1. Ahşap yüzeylerin ön arıtması 453
14.2.2. Kaba astar uygulanması 455
14.2.3. Son kat uygulanması 455
14.2.4. Boyanın uygulanması 458
14.2.5. Söndürme (Flash-off) ve kurutma/kürleme 458
14.2.6. Bazı kaplama proesesi örnekleri 459
14.2.7. Katı kaplama maddeleriyle yüzey bitirme 461
14.3. AHŞAP YÜZEYLERİN KAPLANMASINDAKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ 462
14.3.1. Tüketim 462
14.3.2. Emisyonlar 464
14.4. AHŞAP YÜZEYLERİN KAPLANMASI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER……. 467
14.4.1. Hammadde tüketiminin en aza indirilmesi 467
14.4.2. Malzeme-bazlı teknikler (ikame) 468
14.4.3. Boya uygulama teknikleri ve ekipmanı 470
14.4.4. Boya kabinleri 473
14.4.5. Kurutma/kürleme 473
14.4.6. Çıkış gazı arıtma 474
14.4.7. Atıksu arıtma 476
14.4.8. Atık arıtma 476
15. AHŞABIN VE AHŞAP ÜRÜNLERİNİN KİMYASALLARLA KORUNMASI 477
15.1. AHŞABIN VE AHŞAP ÜRÜNLERİNİN KİMYASALLARLA KORUNMASI HAKKINDA GENEL BİLGİLER 477
15.2. AHŞABIN VE AHŞAP ÜRÜNLERİNİN KİMYASALLARLA KORUNMASINDA UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER 484
15.2.1. Genel bakış.....484
15.2.2. Hammaddelerin teslimi, depolanması ve elleçlenmesi 486
15.2.3. Ahşap Hazırlama /Şartlandırma 486
15.2.4. Koruyucu madde uygulama prosesleri 487
15.2.5. İşlem sonrası şartlandırma ve ara depolama.....494
15.2.6. Hidrofobik maddelerle emprenye etme 495
15.2.7. Uygulama ekipmanının temizlenmesi 495
15.2.8. Sahadaki diğer faaliyetler 496
15.2.9. Atık yönetimi 496
15.2.10. Atık/Atıksu yönetimi.....497
15.3. CURRENT CONSUMPTION AND EMISSION LEVELS ON PRESERVATION OF WOOD AND WOOD PRODUCTS WITH CHEMICALS 502
15.3.1. General overview of inputs and outputs of WPC plants.....502
15.3.2. Inputs and consumption 503
15.3.3. Outputs and Emisyonlar 510
15.4. AHŞABIN VE AHŞAP ÜRÜNLERİNİN KİMYASALLARLA KORUNMASI İÇİN MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 521
15.4.1. Çevre yönetim sistemleri (EMS).....521

15.4.2. Zararlı/tehlikeli maddelerin ikamesi 524
15.4.3. Toprağın, suların ve yeraltı sularının korunması ve malzeme yönetimi 528
15.4.4. Uygulanacak kimyasallarının teslimatı, depolanması ve taşınması 542

15.4.5. Ahşabın hazırlanması/şartlandırılması 548
15.4.6. Koruyucu uygulama prosesi / Basınçsız prosesler 553
15.4.7. Koruyucu uygulama prosesi / Basınçlı prosesler.....556
15.4.8. İşlem sonrası şartlandırma ve ara depolama 559
15.4.9. Atıkların en aza indirilmesi , yönetimi ve saha üstünde arıtılması.....564
15.4.10. Atık / Atıksu yönetimi 567
15.4.11. Enerji yönetimi ve verimliliği 573
15.4.12. İzleme 574
15.4.13. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması 580
15.4.14. Gürültü 590

16. EK SEKTÖRLER.....591

16.1. AYNA İMALATI 591
16.1.1. Ayna imalatı hakkında genel bilgiler 591
16.1.2. Ayna imalatında uygulanan prosesler ve teknikler.....591
16.1.3. Ayna imalatındaki mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri 593
16.1.4. Ayna imalatı için MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler595
16.2. KAPLANMIŞ AŞINDIRICI İMALATI 597
16.2.1. Aşındırıcı endüstrisi hakkında genel bilgiler 597
16.2.2. Kaplanmış aşındırıcı imalatında uygulanan prosesler ve teknikler.....603
16.2.3. Kaplanmış aşındırıcı imalatındaki mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri…….. 609
16.2.4. Kaplanmış aşındırıcı imalatı için MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler 612

17.....BİRDEN ÇOK STS SEKTÖRÜNDE UYGULANACAK MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER 615

17.1. ÇEVRE YÖNETİM TEKNİKLERİ 616
17.1.1. Çevre yönetim sistemi (EMS).....616
17.1.2. Genel çevresel performans.....619
17.1.3. Tüketim ve emisyonların kıyaslaması ve ardından uygulanacak işlem 620
17.2. HAMMADDELERİN DEPOLANMASI VE ELLEÇLENMESİ 622
17.2.1. Sızıntı ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolü için bir planın hazırlanması ve uygulanması 622
17.2.2. Depolama teknikleri 624
17.2.3. Sıvıların pompalanmasında ve elleçlenmesinde kullanılan teknikler ..625
17.2.4. Hammadde tüketiminin en aza indirilmesi 628
17.2.5. Ekipman otomasyonu 633
17.2.6. OTNOC sırasında salınan emisyonlar.....636
17.3. İZLEME.....638
17.3.1. Solvent kütle dengesi 638
17.3.2. Solvent izleme sisteminin uygulamaya konulması 643
17.3.3. İlgili solvent girdi ve çıktılarının tam olarak tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi 644
17.3.4. Solvent kütle dengesi verilerinin belirsizliğini etkileyebilecek değişikliklerin izlenmesi 645
17.3.5. Atık gazlardaki emisyonların izlenmesi 646
17.3.6. Suya salınan emisyonların izlenmesi 647

17.4. SU KULLANIMI VE ATIKSU ÜRETİMİ 648
17.4.1. Su yönetim planı ve su denetimleri 648
17.4.2. Su kullanımınının ve deşarjının optimizasyonu..... 649
17.4.3. Ters kademeli durulama 650
17.4.4. Suyun yeniden kullanılması ve/veya geri dönüştürülmesi 650
17.5. ENERJİ YÖNETİMİ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ..... 653
17.5.1. Enerji verimlilik planı 653
17.5.2. Enerji dengesinin kayda geçirilmesi..... 654
17.5.3. Soğutulmuş veya ısıtılmış sıvılar içeren tankların ve fıçıların ve yakma ve buhar sistemlerinin ısı yalıtımı 655
17.5.4. Kojenerasyon ile ısı geri kazanımı – CHP (birleşik ısı ve güç) veya CCHP (birleşik soğutma, ısı ve güç 655
17.5.5. Sıcak gaz akışlarından ısı geri kazanımı 655
17.5.6. Kapatma dönemlerinde oksitleyici ısı tasarrufu 655
17.5.7. Proses havası ve çıkış gazlarının debi ayarı..... 656
17.5.8. Püskürtme kabini çıkış gazı devridaimi 656
17.5.9. Bir hava türbülatörü kullanarak büyük hacimli bir kürleme kabininde sıcak havanın optimize edilmiş sirkülasyonu 656
17.5.10. Atık gaz çıkarma sisteminin ve azaltma sisteminin doğru boyutlandırılması 656
17.5.11. Atık gaz çıkarma ve azaltma proseslerinin optimizasyonu..... 657
17.6. HAMMADDE YÖNETİMİ (İKAME DAHİL) 658
17.6.1. Use of raw materials with low environmental impact 658
17.6.2. Proseste organik solventlerin kullanımının optimizasyonu 662
17.7. KAPLAMA PROSESLERİ VE EKİPMANI 665
17.7.1. Boyama öncesi ön işlemler (temizlik dışında)..... 665
17.7.2. Malzeme-bazlı teknikler..... 666
17.7.3. Boya uygulama prosesleri ve ekipmanı 677
17.8. KURUTMA VE/VEYA KÜRLEME TEKNİKLERİ 692
17.8.1. İnert gaz konveksiyonlu kurutma/kürleme 692
17.8.2. İndüksiyonlu kurutma/kürleme..... 693
17.8.3. Mikrodalga ve HF kurutma/kürleme 694
17.8.4. Kombine konveksiyon ve IR radyasyon kurutma/kürleme..... 694
17.8.5. Radyasyon kürleme prosesleri 695
17.8.6. Isı geri kazanımı ile birlikte konveksiyonla kurutma/kürleme 701
17.9 TEMİZLİK TEKNİKLERİ……..... 704
17.9.1. Solvent bazlı temizlik maddelerinin kullanımının en aza indirilmesi 704
17.9.2. Püskürtme alanlarının ve ekipmanlarının korunması 707
17.9.3. Tam temizlikten önce katıların uzaklaştırılması 708
17.9.4. Önceden emdirilmiş mendillerle manuel temizlik..... 709
17.9.5. Düşük uçuculuk özellikli temizlik maddelerinin kullanımı 710
17.9.6. . Su-bazlı temizlik……..…… ……..…..713
17.9.7. ....Kapalı çamaşır makineleri…….…… …...714
17.9.8. Solvent geri kazanımlı temizleme 716

17.9.9. Yüksek basınçlı su spreyi ile temizleme……..……...717
17.9.10. Ultrasonik temizleme……717
17.9.11. Kuru buz (CO2) temizleme…….718
17.9.12. Plastik püskürtmeli temizleme…722
17.10. ÇIKIŞ GAZI EKSTRAKSİYONU VE ARITMASI……723
17.10.1. System selection, design and optimisation……..723
17.10.2. Çıkış gazlarının tutulması ve toplanması……732
17.10.3. İşlemden önce VOC konsantrasyonunun korunması……738
17.10.4. Toz azaltma ……..…7 47
17.10.5. Oksidasyon teknikleri……..…….755
17.10.6. Çıkış gazlarındaki solventleri yakalama teknikleri ……..…768
17.10.7. Biyolojik çıkış gazı arıtma……..……781
17.10.8. NOx azaltma teknikleri……..……785
17.11. .....ATIKSU ARITMA TEKNİKLERİ……...……787
17.11.1. Ön, birincil ve genel teknikler……..……..…787
17.11.2. Fizyo-kimyasal arıtma teknikleri……..……..…787
17.11.3. Biyolojik arıtma .....……..……7 89
17.11.4. Nihai katı madde giderme teknikleri……..……789
17.12. .....ATIK YÖNETİMİ TEKNİKLERİ ……..……791
17.12.1. Atık yönetim planı……..……791
17.12.2. Atık miktarlarının en aza indirilmesi ……..……791
17.12.3. Solventlerin geri kazanımı/geri dönüştürülmesi ……..…792
17.12.4. Atık akışına özgü teknikler……..……797
17.13. .....KOKU EMİSYONLARI ……..……801
17.13.1. Koku yönetim planı ……..……801

18. AHŞAP VE AHŞAP ÜRÜNLERİN KİMYASALLARLA KORUMASI DAHİL ORGANİK SOLVENTLER KULLANILARAK YÜZEY İŞLEMİ UYGULAMA İÇİN MEVCUT EN İYİ TEKNİK (MET) SONUÇLAR……803

KAPSAM 803
TANIMLAR 805
AKRONİMLER 807
GENEL HUSUSLAR 808
18.1. ORGANİK SOLVENTLER KULLANILARAK YÜZEY İŞLEMİ UYGULANMASIYLA İLGİLİ MET SONUÇLARI 811
18.1.1. Genel MET sonuçları 811
18.1.2. Araçların kaplanmasıyla ilglii MET sonuçları 837
18.1.3. Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasıyla ilgili MET sonuçları 838
18.1.4. Teknelerin ve yatların kaplanmasıyla ilgili MET sonuçları 839
18.1.5. Uçakların kaplanmasıyla ilgili MET sonuçları 840
18.1.6. Bobin kaplamayla ilgili MET sonuçları 841
18.1.7. Yapışkan bantların imalatıyla ilgili MET sonuçları 841
18.1.8. Tekstil ürünleri, folyo ve kağıt kaplamayla ilgili MET sonuçları 842
18.1.9. Sargı tellerinin imalatıyla ilgili MET sonuçları 843
18.1.10. Metal ambalaj kaplama ve baskısıyla ilgili MET sonuçları ……844
18.1.11. Isıtmalı web offset baskıyla ilgili MET sonuçları……845
18.1.12. Fleksografi ve yayınsız rotogravür baskıyla ilgil MET sonuçları ……846
18.1.13. Yayınlı rotogravür baskıyla ilgili MET sonuçları……847
18.1.14. Ahşap yüzeylerin kaplanmasıyla ilgili MET sonuçları ……848
18.2. AHŞAP VE AHŞAP ÜRÜNLERİN KİMYASALLARLA KORUMASIYLA İLGİLİ MET SONUÇLARI 849
18.2.1. Çevre yönetim sistemleri 849
18.2.2. Zararlı/tehlikeli maddelerin ikamesi 849
18.2.3. Kaynak verimliliği 850
18.2.4. Uygulama kimyasallarının teslimatı, depolanması ve elleçlenmesi 851
18.2.5. Ahşap malzemenin hazırlanması / şartlandırılması 852
18.2.6. Koruyucu madde uygulama prosesi 852
18.2.7. İşlem sonrası şartlandırma ve ara depolama……854
18.2.8. Atık yönetimi ……854
18.2.9. İzleme ……855
18.2.10. Toprağa ve yeraltı suyuna salınan emisyonlar……857
18.2.11. Atık ve atıksu yönetimiyle ilişkili emisyonlar……858
18.2.12. Havaya salınan emisyonlar……..859
18.2.13. Gürültü ……..861

19. SOLVENT KULLANILAN YÜZEY İŞLEMİ VE AHŞAP VE AHŞAP ÜRÜNLERİN KİMYASALLARLA KORUMASIYLA İLGİLİ OLARAK GELİŞTİRİLMEKTE OLAN YENİ TEKNİKLER……..863

19.1. SARGI TELİ İMALATI 864
19.1.1. Su-bazlı emaye kaplamalar 864
19.1.2. UV-kürlü emaye kaplamalar.....864
19.1.3. Sıcak eriyik emaye kaplamalar 865
19.1.4. İnce tellerin cilalanması 866
19.2. ARAÇLARIN KAPLANMASI (BİNEK OTOMOBİLLER VE HAFİF VANLAR) 867
19.2.1. Su bazlı veya ultra yüksek katı maddeli tek ve iki bileşenli şeffaf kaplama 867
19.2.2. Toz kaplamadaki gelişmeler 867
19.2.3. Önceden kaplanmış malzemelerin artan kullanımı 868
19.2.4. Poliüretan (PU) boya sistemleri.....868
19.2.5. Aşırı püskürtmesiz boya uygulamaları.....868
19.2.6. İçten dışa kürleme.....869
19.3. TEKNELERİN VE YATLARIN KAPLANMASI 870
19.3.1. Biyosit bazlı zehirli boyaların değiştirilmesi (ikame) 870
19.3.2. Lazer ile indüksiyon ısıtması ile gemi gövdesinden kaplamanın çıkarılması.....871
19.4. BOBİN KAPLAMA ENDÜSTRİLERİ 872
19.4.1. UV/EB radyasyon kürleme prosesleri.....872
19.5. AHŞAP YÜZEYLERİN KAPLANMASI 873
19.5.1. Toz kaplama 873
19.5.2. Peroksit ve IR ağartma.....873
19.5.3. Çıkış gazlarının ısıl olmayan plazma işlemi 873
19.6. AHŞAP VE AHŞAP ÜRÜNLERİNİN KİMYASALLARLA KORUNMASI 875
19.6.1. Kimyasal ahşap modifikasyonu (CWM).....875
19.6.2. Isıl ahşap modifikasyonu (TWM).....876
19.6.3. Süper kritik karbondioksit prosesi.....879
19.7. ÇIKIŞ GAZI ARITMA 881
19.7.1. Elektrikle ısıtılan karbon adsorpsiyon tüpleri 881
19.8. ATIKSU ARITMA.....881
19.8.1. SiO2 partikülleri içeren ıslak ayırma sprey kabini 881

20. GELECEKTEKİ ÇALIŞMALARA YÖNELİK SONUÇ AÇIKLAMALARI VE ÖNERİLER 883

21. EKLER.....887

21.1. VERİ TOPLAMA VE VERİLERİN SUNUMU 887
21.1.1. STS/WPC veri toplama çalışmasına katılan tesislerin sektör ve ülke başına dağılımı 887
21.1.2. STS veri toplama çalışmasına katılan tesislerin listesi.....889
21.1.3. WPC veri toplama çalışmasına katılan tesislerin listesi 897
21.1.4. Atık gaz emisyonlarıyla ilgili verilerin sunumu 898
21.2. ÇEŞİTLİ STS SEKTÖRLERİNDE MET KULLANIMINA İLİŞKİN BİLGİLER 899
21.3. ÇEVRESEL VE EKONOMİK ETKİLERİN TAHMİNİ OLARAK DEĞERLENDİRLMESİNDE KULLANILAN MODELLER (FAYDA-MALİYET)…….906
21.3.1. TFTEI raporları, ERICCa_VOC aracı ve EGTEI arkaplan belgeleri...906
21.3.2. Bölgesel çevresel maliyetleme modeli (MKM, MilieuKostenModel) .909
21.4. KAÇAK EMİSYONLARIN ÖLÇÜMÜ – DOĞRUDAN YÖNTEM 913
21.4.1. Baskı sektörüne uygulanması.....919
21.5. SOLVENT KÜTLE DENGESİ (SMB).....922
21.5.1. Araç boyama atölyeleri için solvent kütle dengesi 922

21.5.2. Bobin kaplama sektörü için solvent kütle dengesi 944
21.5.3. Isıtmalı web ofset baskı sektörü için solvent kütle dengesi 955
21.5.4. Fleksografi ve yayınsız rotogravür baskı için solvent kütle dengesi 966
21.5.5. Kütle dengeleriyle ilgili olarak sıkça karşılaşılan durumlar 968
21.6. ÇIKIŞ GAZI ARITMA TEKNİKLERİNİN AZALTMA VERİMLİLİĞİ 972
21.6.1. STS veri toplama çalışmasında bildirildiği şekliyle uygulanan tekniklerin azaltma verimliliği (2016) 982
21.7. BASIM İŞİYLE İLGİLİ EK BİLGİLER 986
21.7.1. Avrupa Birliğindeki basım sektörü 986
21.7.2. Basım prosesleri 987
21.7.3. Matbu ürünler 989
TERİMLER SÖZLÜĞÜ 993
1. ISO ÜLKE KODLARI 994
2. PARA BİRİMLERİ 994
3. BİRİM ÖNEKLERİ, SAYI AYIRICILARI VE KULLANILAN SEMBOLLER 995
4. BİRİMLER VE ÖLÇÜLER 996
5. KİMYASAL ELEMENTLER 998
6. BU BELGEDE SIKÇA KULLANILAN KİMYASAL FORMLÜLER 999
7. AKRONİMLER 1000
8. TANIMLAR 1003
REFERANSLAR 1009

Şekiller Listesi

Şekil 1.1: AB Üye Devletlerinde solventlerin son kullanımları 1
Şekil 1.2: 2016 yılı için endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan metan dışı uçucu organik solvent emisyonları……..5
Şekil 2.1: Avrupa otomotiv endüstrisi ekonomik verileri 11
Şekil 2.2: AB otomotiv endüstrisi ticaret dengesi 11
Şekil 2.3: AB endüstriyel Ar-Ge harcaması, 2016 12
Şekil 2.4: AB otomotiv endüstrisinin su tüketimi 13
Şekil 2.5: AB otomotiv endüstrisinin enerji tüketimi 14
Şekil 2.6: AB otomotiv endüstrisinden kaynaklanan VOC emisyonları 15
Şekil 2.7: Binek otomobil üretiminden kaynaklanan atık üretimi (hurda ve yıkım atıkları hariç) 16
Şekil 2.8: Çok büyükten çok küçüğe doğru yayılımı gösteren binek araç gövde örnekleri 18
Şekil 2.9: Binek araç kaplamalarının katman sırası ve tipik kalınlığı 19
Şekil 2.10: Binek otomobillerin (PC) kaplanması için standart proses akışı 21
Şekil 2.11: Kamyonet olarak tanımlanan araç örnekleri 30
Şekil 2.12: Bir kamyonun tipik tasarımı (sürücü ve kargo için ayrı bölmeler) 31
Şekil 2.13: Bir kamyonun boyanması 33
Şekil 2.14: Kamyon kabininin boyanması 34
Şekil 2.15: Büyük (A: sıralı boya hattı) ve orta veya küçük için farklı tasarım konseptleri (B: boya kutuları) üretim kapasiteleri……35
Şekil 2.16: Otobüsler için kaplama işlemleri: e-kat (solda) ve son kat (sağda) 36
Şekil 2.17: Binek araç fabrikaları (PC boyahaneleri) için spesifik enerji tüketimi (MWs/araç) 41
Şekil 2.18: Kamyonet, kamyon ve kamyon kabini kaplama tesisleri için spesifik enerji tüketimi (MWs/araç) 42
Şekil 2.19: Otomotiv boyahaneleri için spesifik su tüketimi (m3/araç) (2015 verileri) 44
Şekil 2.20: 2013-2015 dönemi için binek otomobillerin kaplanmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları (g/m2) 47
Şekil 2.21: 2013-2015 için toplam VOC emisyonlarının (g/m2) ve toplam e-kaplamalı yüzeyin yüzde değişimi 48
Şekil 2.22: 2013-2015 dönemi için kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları (g/m2)……50
Şekil 2.23: Atık gazlardaki toz emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler (1/2) 52
Şekil 2.24: Atık gazlardaki toz emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler (2/2) 53
Şekil 2.25: Bildirilen toz emisyon verilerinin istatistiksel parametreleri (periyodik izleme) 54
Şekil 2.26: Atık gazlarda TVOC emisyonları - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler (1/2) 55
Şekil 2.27: Atık gazlarda TVOC emisyonları - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler (2/2) 56
Şekil 2.28 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları 58
Şekil 2.29 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları 59
Şekil 2.30: Büyük boyahanelerde atık su arıtmanın tipik teknik konfigürasyonu 60
Şekil 2.31: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için AKM konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 63
Şekil 2.32: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan deşarjı için KOİ konsantrasyon değerleri (2015 verileri)……64
Şekil 2.33: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için Ni konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 65
Şekil 2.34: Araç kaplama tesislerinden doğrudan ve dolaylı atık su deşarjları için Zn konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 66
Şekil 2.35: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için AOX konsantrasyon değerleri (2015 verileri)…… 70
Şekil 2.36: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için florür konsantrasyon değerleri (2015 verileri)……..71

Şekil 2.37: Araç kaplama tesislerinden doğrudan ve dolaylı atık su deşarjları için toplam fosfor (TP) konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 71
Şekil 2.38: Araç kaplama tesislerinden atık suların doğrudan ve dolaylı deşarjları için kadmiyum (Cd) konsantrasyon değerleri (2015 verileri)…….72
Şekil 2.39: 2013-2015 dönemi otomotiv boyahanelerinden kaynaklanan toplam atık üretim değerleri (kg/araç)……..... 73
Şekil 2.40: Boyama makineleri kullanılarak otomatik boya uygulaması 91
Şekil 2.41: a) Robotlar kullanılarak otomatik boya uygulaması ve b) robotlar kullanılarak otomatik mastik uygulaması 94
Şekil 2.42: Halka hatları olan bir boya besleme sisteminin farklı parçalarının şematik diyagramı…… 97
Şekil 2.43: Bir püskürtme kabininin yapısı ve hava iletimi 100
Şekil 2.44: Hava yönlendirme ve enerji geri kazanımının farklı çeşitleri 101
Şekil 2.45: Durulanmış elektrofiltre sistemi.....104
Şekil 2.46: Elektrostatik filtrelerin detayı ve ayırıcı madde uygulaması.....105
Şekil 3.1: Su bazlı tampon kaplama prosesi 114
Şekil 3.2: Geleneksel bir kaplama sistemi ile tekerlek kapaklarının kaplanması için proses akışı.....115
Şekil 3.3: 2013-2015 dönemi için kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları 124
Şekil 3.4: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları 125
Şekil 3.5: Atık gazlarda TVOC emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemi için ortalama değerler 126
Şekil 3.6: Atık gazlardaki toz emisyonları (2015 verileri) 127
Şekil 3.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları.....128
Şekil 3.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonlar 129
Şekil 4.1: 2013-2015 dönemi için iki tesis için kaplanmış yüzeyin m2'si başına g VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları……..144
Şekil 4.2: VOC emisyonlarının en aza indirilmesi için bildirilen uygulamalı teknikler.....145
Şekil 4.3: Bazı gelişmiş robot modellerindeki mızrak başı kutusu.....155
Şekil 5.1: Geleneksel boya şeması 171
Şekil 5.2: Yüksek katı maddeli boya şeması 173
Şekil 5.3: Bir tesisat için proses başına solvent kullanımının yüzde dağılımı (bileşen üretimi).....176
Şekil 5.4: Her bir kg katı kütle girdisi için kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları ...177
Şekil 5.5: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları 178
Şekil 5.6: Atık gazlarda TVOC emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler 179
Şekil 5.7: Atık gazlardaki toz emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemi için ortalama değerler 181
Şekil 5.8:.....Tüm eksenlere ve baskı kafasına sahip portal ünitesi.....187
Şekil 5.9:.....x-, y-, z-eksenleri çerçevesinin çalışma prensibi 188
Şekil 5.10: Doğrudan baskı dahil süreç zinciri 188
Şekil 5.11: BCCC sisteminde doğrudan baskı ile BCCC (baz kat / vernik) sisteminin karşılaştırılması 189
Şekil 5.12: Mevcut teknik uygulama alanı 190
Şekil 5.13: Doğrudan yazdırma aygıtı 191
Şekil 6.1: Bobin kaplama hattının tipik yerleşimi 196
Şekil 6.2: Kaplanmış bir çelik ürünün tipik katmanları.....200
Şekil 6.3: Kaplanmış bobin ürününün m2'si başına l olarak ifade edilen spesifik su tüketimi (2015 verileri)…… 206 Şekil 6.4: 2013-2015 dönemi için kaplanmış rulo ürününün m2'si başına kWs olarak ifade edilen spesifik enerji tüketimi 207
Şekil 6.5: 2013-2015 referans dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları 209
Şekil 6.6: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (periyodik izleme) 211
Şekil 6.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (sürekli izleme).....212
Şekil 6.8: NO_X emissions in waste gases for the period 2013-2015.....214
Şekil 6.9: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları 215
Şekil 6.10: Bobin kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan deşarjı için AKM konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 217
Şekil 6.11: Bobin kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan deşarjı için KOİ konsantrasyon değerleri (2015 verileri).....218

Şekil 6.12: Bobin kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için Zn konsantrasyon değerleri (2015 verileri)…… 218
Şekil 6.13: Bobin kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için Ni konsantrasyon değerleri (2015 verileri)…… 219
Şekil 6.14: Bobin kaplama tesislerinden doğrudan ve dolaylı atık su deşarjları için Cr(VI) konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 219
Şekil 6.15: Bobin kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için Cr konsantrasyon değerleri (2015 verileri)…… 220
Şekil 6.16: Bobin kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için florür konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 221
Şekil 6.17: Bobin kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için AOX konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 221
Şekil 6.18: Silindir boya kaplayıcının şeması: a) İki silindirli kaplayıcı, b) İki silindirli ileri kaplayıcı, c) Kıstırma beslemeli silindir kaplayıcı, d) Ölçüm silindiri 231
Şekil 6.19: Katener (konveksiyon) ve flotasyon fırınlarının şeması 235
Şekil 7.1:Yapışkan bant üretim hattının şematik yerleşimi 249
Şekil 7.2:Farklı tipte yapıştırıcı uygulama üniteleri 250
Şekil 7.3:Laminasyon ünitesi 250
Şekil 7.4:Solvent akışı (2004 verileri) 253
Şekil 7.5:Enerji tüketimi (2004 verileri) 254
Şekil 7.6:Atık üretimi (2004 verileri) 255
Şekil 7.7: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları..256
Şekil 7.8: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları 257
Şekil 7.9: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları 258
Şekil 7.10: Yapışkan bant kaplaması için solvent girişi ve ana VOC çıkışları 258
Şekil 8.1: 2013-2015 dönemi için toplam malzeme (kaplama yapıştırıcısı ve temizlik malzemeleri dahil) ve solvent tüketimi (1000 m2 kaplanmış yüzey başına) ortalama değerleri 270
Şekil 8.2: 2013-2015 dönemi için kaplanmış yüzeyin m2'si başına kWs olarak ifade edilen spesifik enerji tüketimi..... 271
Şekil 8.3: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları 272
Şekil 8.4: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları..... 272
Şekil 8.5: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları 274
Şekil 8.6: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki DMF emisyonları 276
Şekil 8.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları (periyodik izleme) 279
Şekil 8.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları (periyodik izleme) 280
Şekil 9.1: Sargı teli üretimi için tipik üretim süreci ve akış şeması 285
Şekil 9.2: 2013-2015 dönemi için kaplamalı telin kg'ı başına g VOC cinsinden ifade edilen toplam VOC emisyonları..... 291
Şekil 9.3: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları 292
Şekil 9.4: Spesifik atık üretim değerleri (kg solvent girdisi başına g atık boya/vernik ve boya/vernik çamuru) - 2013-2015 dönemi için ortalama değerler…… 295
Şekil 10.1: İçecek kutularının üretim süreci 305
Şekil 10.2: Gıda kutularının üretim süreci 306
Şekil 10.3: Ekstrüde alüminyum boruların üretim süreci 308
Şekil 10.4: Silindirik tankların üretim süreci 310
Şekil 10.5: Düz metal levha üretim süreci 311
Şekil 10.6: Üç parçalı kutuların üretim süreci..... 313
Şekil 10.7: İki parçalı çekilmiş kutuların üretim sırası 314
Şekil 10.8: Uç parçaların, kronların ve kapakların üretim süreci 315
Şekil 10.9: Metal ambalaj tesislerinden özel lak tüketimi (ürün m2 başına g lak tüketimi) - 2013-2015 dönemi için ortalama değerler…… 317
Şekil 10.10: Metal ambalaj tesislerinden organik solvent tüketimi (ürün m2 başına g solvent girişi) - 2013-2015 dönemi için ortalama değerler…… .…….318

Şekil 10.11: 2013-2015 dönemi için kaplanmış yüzeyin m2'si başına kWh olarak ifade edilen spesifik enerji tüketim değerleri 319
Şekil 10.12: 2013-2015 dönemi için kaplanmış/baskılı yüzeyin m2'si başına g VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları 321
Şekil 10.13: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları . 323
Şekil 10.14: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları 325
Şekil 10.15: Atık gazlardaki toz emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemi için ortalama değerler..... 326
Şekil 10.16: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları 327
Şekil 10.17: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları 328
Şekil 11.1: Sanal tesisin VOC dengesi 350
Şekil 11.2: Sanal bir ısı seti sürecinde belirli VOC tüketimi ve emisyon seviyeleri..... 351
Şekil 11.3: Sanal bir ısıtma işlemi sürecinde belirli madde girişi ve atık çıkışı 352

Şekil 11.4: Isıtmalı web ofset baskının ana girişi ve çıkışı....353
Şekil 11.5: Yazdırılan kağıt yüzeyinin m2'si başına Ws olarak ifade edilen spesifik enerji tüketimi (2015 verileri) 354
Şekil 11.6: 2013-2015 dönemi için kg mürekkep girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları....356
Şekil 11.7: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları....358
Şekil 11.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları....360
Şekil 11.9: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları....362
Şekil 11.10: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları....363
Şekil 11.11: Geleneksel ıslak ofset plaka ve susuz plaka....372
Şekil 11.12: Isıtmalı web ofset baskı makinesinin kurutucusunda entegre çıkış gaz arıtma....375
Şekil 12.1: Merkezi baskı silindirli sekiz renkli fleksografi baskı makinesi (uydu baskı makinesi) 382
Şekil 12.2: 2013-2015 dönemi için basılı alanın Wh/m2 olarak ifade edilen spesifik enerji tüketimi....391
Şekil 12.3: 2013-2015 dönemi için katı kütle girdisinin kg'ı başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları…… ……. 396
Şekil 12.4: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları....400
Şekil 12.5: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (periyodik izleme) (1/2) 402
Şekil 12.6: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (periyodik izleme) (2/2) 403
Şekil 12.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (sürekli izleme) 404
Şekil 12.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları....405
Şekil 12.9: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları....406
Şekil 13.1: 4+4 renkli yayın rotogravür presi....427
Şekil 13.2: Sanal yayın rotogravür baskı tesisinin VOC dengesi....430
Şekil 13.3: Bir yayınlı rotogravür baskı tesisi için ana solvent girişleri ve VOC çıkışları....432
Şekil 13.4: Bir yayınlı rotogravür kurulumunda su kullanımının şeması 435
Şekil 13.5: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları 437
Şekil 13.6: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları....439
Şekil 13.7: 2013-2015 dönemi için toluen geri kazanım ünitesinden kaynaklanan atık gazlardaki TVOC emisyonları....440
Şekil 13.8: Bir yayınlı rotogravür baskı tesisinde atık su üretiminin şeması 442
Şekil 14.1: Ahşap yüzeylerin kaplanması için tipik işlem adımları ve ana VOC giriş ve çıkışları....453
Şekil 14.2: Enerji girişlerinin şematik diyagramı 464
Şekil 15.1: Ürün türlerine göre kategorize edilmiş Avrupa ahşap koruma endüstrisi üretimi....479
Şekil 15.2: Koruyucu türüne göre kategorize edilen Avrupa ahşap koruma endüstrisi üretimi 480
Şekil 15.3: Ahşabın korunması için işlem adımlarına genel bakış....485
Şekil 15.4: Kısa süreli daldırma (kısa süreli daldırma / zamanlı daldırma) işlemi için akış şeması 488
Şekil 15.5: Kısa süreli daldırma örneği (kısa süreli daldırma / zamanlı daldırma) - daldırma tankının yanındaki raflarda yapılan sabitleme ile birkaç pilin aynı anda işlenmesine olanak veren tank....488
Şekil 15.6: Püskürtme / püskürtme tüneli prosesinin akış şeması....489
Şekil 15.7: Kapalı püskürtme tünelinde ahşap....490
Şekil 15.8: Oluk emprenye şeması 491
Şekil 15.9: Açık karıştırma/depolama tankına sahip su bazlı basınçlı arıtma tesisi örneği....492
Şekil 15.10: Su bazlı koruyucular için bir basınçlı arıtma tesisinin örnek şeması 493
Şekil 15.11: Ahşap koruma ünitelerinin tipik girdi ve çıktıları 502
Şekil 15.12: Tüketim ve emisyonları gösteren tipik bir ahşap koruma ünitesi akış şeması 510
Şekil 15.13: Solvent bazlı koruyucuların kullanıldığı ahşap emprenye işlemlerinde tipik VOC girdileri ve çıktıları....515
Şekil 15.14: Kreozot tesislerinden kaynaklanan atık gazlarda bildirilen VOC emisyonları 516
Şekil 15.15: Kreozot tesislerinden kaynaklanan atık gazlarda bildirilen PAH, naftalin ve benzo[a]piren emisyonları....517
Şekil 15.16: Kreozot tesislerinden kaynaklanan atık gazlarda bildirilen benzen emisyonları 518
Şekil 15.17: Kreozot tesislerinden kaynaklanan atık gazlarda bildirilen NOX ve CO emisyonları 519
Şekil 15.18: Bir EMS modelinde sürekli iyileştirme 521
Şekil 15.19: Dolum seviyesinin azaltılması (örnek tesis DE -3)....526

Şekil 15.20: Çeşitli önlem seçeneklerini gösteren şema (koruyucu, damlama pedleri, çatı kaplamaları) 529
Şekil 15.21: Süreç sınırlaması için tasarım örnekleri 530
Şekil 15.22: Süreç sınırlaması için tasarım örnekleri 530
Şekil 15.23: Otoklav kapağının altındaki damlama tepsisi örneği 532
Şekil 15.24: Boşaltma sistemine dahil edilmiş bir damlama tepsisi örneği (çekmecenin altında) 532
Şekil 15.25: DE 1 kreozot basınç arıtma tesisinin şeması 543
Şekil 15.26: Elektrik direnci ahşap nem ölçümünün temel prensibi 549
Şekil 15.27: Manuel ahşap nemi ölçümü 549
Şekil 15.28: İşlem kabına geri akan damlayan işlem solüsyonuna sahip bir damla pedi örneği 556
Şekil 15.29: Oluklar alanında bir çatı örtüsü örneği (DE-4 Tesisi) 560
Şekil 15.30: DE-1 Tesisinin Şeması 573
Şekil 15.31: Sıcak-soğuk banyolu kreozot arıtma tesisinde kurulu emisyon azaltma sisteminin (temizleyici) şeması..... 581
Şekil 16.1: Ayna imalatının akış şeması 592
Şekil 16.2: Farklı tipteki kaplamalı aşındırıcılara genel bakış 598
Şekil 16.3: Kaplamalı aşındırıcılar için şematik proses akışı 605
Şekil 17.1: Bir EMS modelinde sürekli iyileştirme 616
Şekil 17.2: Depoa ve üretim bölgeleri arasındaki geçiş alanındaki yerine monteli dökülme kiti 623
Şekil 17.3: Varilleri üretim alanlarında taşımak ve depolamak için kullanılan yerleşik muhafaza 628
Şekil 17.4: Fleksografi tesisinde otomatik karıştırma sistemi 630
Şekil 17.5: Paint supply at coating head in coil coating 633
Şekil 17.6: Tüm solvent girişleri ve çıkışları (IED'deki tanımları kullanarak) 640
Şekil 17.7: Boya çamuru pıhtılaşması ile boya kabini suyunun geri dönüşümünün basitleştirilmiş proses akış şeması 651
Şekil 17.8: Rakle bıçağı (sıyırma bıçağı) 679
Şekil 17.9: Elektro kaplama işlemi 682
Şekil 17.10: (a) Polimerik membran kullanılarak nitrojen üretimi ve (b) sprey konilerinin karşılaştırılması 685
Şekil 17.11: Bir kumaş örtü ile korunan mastik robot aplikatörü 707
Şekil 17.12: Kapalı otomatik çamaşır makinesi 715
Şekil 17.13: Sıvı CO2 deşarjı 719
Şekil 17.14: (a) Aplikatör robotu, (b) Yüksek basınçlı CO2 tankı, (c) Düşük basınçlı CO2 tankı 720
Şekil 17.15: Mevcut VOC azaltma teknolojilerinin uygulama aralıklarına genel bakış 725
Şekil 17.16: Üç akış hızı senaryosu için bir fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisi için ototermal noktanın altındaki gaz tüketimi örneği 726
Şekil 17.17: Tipik bir geri kazanımlı termal oksitleyici için TVOC, NOX ve CO'nun ulaşılabilir emisyon seviyelerinin şematik diyagramı..... 728
Şekil 17.18: Isıl işlemin uygulandığı tüm STS sektörlerindeki tesislerden bildirilen TVOC, NOX ve CO emisyon seviyeleri 731
Şekil 17.19: Moleküler elek-tampon destekli egzoz arıtma sisteminin şeması 743
Şekil 17.20: Moleküler elek tamponundan önce ve sonra bir çamaşır makinesinin VOC yük eğrisi 743
Şekil 17.21: Peletlenmiş doğal moleküler elek (zeolit) 744
Şekil 17.22: Plenum odası 746
Şekil 17.23: Islak ayırma sprey kabininde uygulanan atık su arıtma şeması 747
Şekil 17.24: a) 6 karton filtre kutulu filtre arabası (kaynak Dürr) ve b) E-Cube Filtre konsepti (kaynak Eisenmann)753
Şekil 17.25: Giriş gaz arıtma sistemi absorpsiyon şeması 776
Şekil 17.26: Absorpsiyon ünitesinde çapraz akış 777
Şekil 17.27: Absorpsiyon ünitesindeki keder borusu 778
Şekil 17.28: Absorpsiyon ünitelerinin filtre kademesi 778
Şekil 17.29: Desorpsiyon ünitesinin özellikleri 779
Şekil 17.30: Biyolojik çıkış gazı arıtma sistemi şeması 781
Şekil 17.31: Biyolojik çıkış gazı arıtma reaktörü 782
Şekil 17.32: Biyofiltre malzemesi 783
Şekil 19.1: Emprenye edilmiş ahşap ve ısıl olarak değiştirilmiş ahşap için özgül enerji tüketiminin karşılaştırılması 878
Şekil 21.1: Her bi ülke için STS/WPC veri toplama çalışmasına katılan fabrika sayısı 887
Şekil 21.2: Sektör başına STS/WPC veri toplama çalışmasına katılan fabrika sayısı 888
Şekil 21.3: Bir boyahanede solvent kütlesi akışları 923
Şekil 21.4: Bir boyahane hattındaki solvent kütlesi akışları (örnek) 924

Şekil 21.5: Kurutma fırınında çıkış gaz arıtma ünitelerinde azaltım verimliliğinin belirlenmesi için ölçüm noktaları çıkış gaz arıtma kombinasyonu 938
Şekil 21.6: Araç parçalarının CAD yüzey alanları örneği 942
Şekil 21.7: Bobin kaplama hattı için tipik bir SMB örneği.....946
Şekil 21.8: Bobin kaplama sektörü için teknik veri sayfası örneği 948
Şekil 21.9: Bobin kaplama sektörü için kaçak emisyonların hesaplanması için veri gereksinimleri örneği 951
Şekil 21.10: Boru çıkışı azaltmanın ve dahili geri dönüşümün uygulamadığı durum 968
Şekil 21.11: Boru çıkışı azaltmanın uygulanmadığı, ancak dahili solvent geri kazanımının ve yeniden kullanımın mevcut olduğu durum.....969
Şekil 21.12: Solvent yakalama ve yeniden kullanımı ile birlikte (dahili ve harici) 970
Şekil 21.13: Tahribatlı boru çıkışı azaltma 971
Şekil 21.14: Sektöre göre bir VOC azaltma tekniği uygulamasını rapor eden emisyon noktalarının toplam emisyon noktası sayısı içindeki payı…… 982
Şekil 21.15: Toplam emisyon noktalarının yüzdesi olarak azaltma tekniğinin uygulanması 983
Şekil 21.16: Bir azaltma tekniğinin uygulandığı toplam emisyon noktalarının (sektördeki) yüzdesi olarak ifade edilen STS sektörü başına uygulanan tekniklerin dağılımı 984
Şekil 21.17: Ana baskı süreçlerine genel bakış.....988

Tablolar listesi

Tablo 2.1: Araç türleri 9
Tablo 2.2: a) AB'deki motorlu araç üretim yerleri (2015 verileri), b) AB'de IED Ek I faaliyet 6.7 kapasite eşiğinin üzerindeki motorlu araç boyahaneleri 10
Tablo 2.3: 2014 yılında AB'de motorlu araç üretimi (araç/yıl) 10
Tablo 2.4: AB-28 EMEP verileriyle karşılaştırıldığında binek otomobil boyahanelerinden gelen VOC'ler dışındaki hava kirleticileri 15
Tablo 2.5: Binek araç kaplaması için tipik sprey kaplamaların özellikleri 27
Tablo 2.6: SB ve WB boyahane aileleri arasındaki teknik farklılıklar 28
Tablo 2.7: AB'deki farklı boyahane ailelerinin tahmini yüzdesi 28
Tablo 2.8: Kamyonetler için kaplama konseptleri 31
Tablo 2.9: Kamyonlar için kaplama konseptleri 32
Tablo 2.10: Kamyon kabinleri için kaplama konseptleri 34
Tablo 2.11: Otobüsler için kaplama konseptleri 36
Tablo 2.12: Kaplama malzemelerinin solvent ve katı içerikleri 38
Tablo 2.13: Araba boyahanelerinin tipik enerji tüketimi 40
Tablo 2.14: Binek araç kaplama tesisleri için spesifik enerji tüketimi (PC boyahaneleri) 41
Tablo 2.15: Kamyonet, kamyon, kamyon kabini ve otobüs kaplama tesisleri için spesifik enerji tüketimi 43
Tablo 2.16: Otomotiv boyahaneleri için özel su tüketimi 44
Tablo 2.17: Çeşitli boyahane türleri için toplam VOC emisyonları 45
Tablo 2.18: Otomotiv boyahaneleri için toplam VOC emisyon verileri 50
Tablo 2.19: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki toz emisyonları için istatistiksel veriler 54
Tablo 2.20: Atık gazlarda TVOC emisyonları için bildirilen verilerin istatistiksel parametreleri (2015 verileri) 57
Tablo 2.21: Binek otomobil, kamyonet, kamyon ve kamyon kabinleri ve otobüslerin kaplanmasından kaynaklanan atık sulara ait KEI'ler 61
Tablo 2.22: Su verilerine emisyonlar için kullanılan kısaltmaların açıklaması 62
Tablo 2.23: Araç kaplama tesislerinden doğrudan ve dolaylı atık su deşarjları için Cr(VI) konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 68
Tablo 2.24: Araç kaplama tesislerinden doğrudan ve dolaylı atık su deşarjları için toplam Cr konsantrasyon değerleri (2015 verileri) 69
Tablo 2.25: Otomotiv boyahaneleri için toplam atık üretimi verileri 74
Tablo 2.26: Otomotiv boyahanelerinden çıkan ana atık türlerinin solvent içeriği 74
Tablo 2.27: Solvent içeren atıkların çözücü kütle akışına katkısı (çözücü kütle dengesinin O6 parametresi) 76
Tablo 2.28: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 77
Tablo 2.29: VOC emisyon azaltımı - birincil önlemler (vaka çalışmaları) 78
Tablo 2.30: İkincil önlemlerin uygulanması için tahmini VOC emisyon azaltımı ve hesaplanan toplam emisyonlar (g/m2) (vaka çalışmaları) 79
Tablo 2.31: Geçişli boya kabinlerinde iklimlendirme gereksinimleri 102
Tablo 3.1: AB'deki tahmini toplam kurulum sayısı ve diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması için veri gönderen kurulum sayısı 107
Tablo 3.2: Tamponların kaplanması için kullanılan farklı kaplama sistemlerinde solvent oranları 115
Tablo 3.3: Jant kapaklarının kaplanması için uygulanan kaplama sistemlerinde solvent oranlarının karşılaştırılması 116
Tablo 3.4: Deutsche Bahn AG yönetmeliklerine göre raylı araçlar için katman yapısı 117
Tablo 3.5: Kaplamalı vagon başına malzeme tüketimi 119
Tablo 3.6: Tampon kaplama için VOC kullanımı (2000 veri) 120
Tablo 3.7: Geleneksel VOC malzemelerinin dökümü 121
Tablo 3.8: Düşük VOC emisyonları elde etmek için düşük VOC malzemelerinin dökümü 122
Tablo 3.9: Bir ACE kaplama tesisi için proses aşamalarının ana özellikleri 123
Tablo 3.10: Plastik ve diğer metal yüzeylerin kaplanması için tesislerde uygulanan kaplama malzemeleri ve teknikleri hakkında bilgi 125
Tablo 3.11: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri 127
Tablo 3.12: Atık üretimi verileri 131
Tablo 3.13: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 132

Tablo 4.1: 2013-2015 dönemi için kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları…… 145
Tablo 4.2: Tersane atıksu verileri.....147
Tablo 4.3: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 149

Tablo 5.1: Airbus A320 (SA) ve Airbus A330 (LA) kaplama hakkında genel bilgiler 175
Tablo 5.2: 2015 yılında atık gazlardaki toz emisyonlarına ait istatistiksel parametreler 180
Tablo 5.3: Uçak kaplamasından kaynaklanan atık üretimi verileri 182
Tablo 5.4: Lufthansa Technik'te Boeing 747-400 için malzeme tüketimi 183
Tablo 5.5: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 184
Tablo 6.1: Avrupa bobin kaplama hatlarının sayısı ve kapasiteleri 194
Tablo 6.2: 2016 yılına ait bobin kaplama istatistikleri 194
Tablo 6.3: Organik bobin kaplama hattının tipik çalışma parametreleri 196
Tablo 6.4: Bobin kaplama sektöründe kullanılan organik kaplama çeşitleri 201
Tablo 6.5: Avrupa bobin kaplama endüstrisinde boya kullanımı (2016 verileri) 202
Tablo 6.6: Bobin kaplama işlemine ilişkin girdiler, kullanımları ve tipik kullanım ömrü sonu hedefi 203
Tablo 6.7: Organik kaplamada en sık kullanılan solventler 204
Tablo 6.8: Bobin kaplamada tipik boya tüketimi 204
Tablo 6.9: Organik içermeyen-çözücülerle karıştırılmamış kimyasallar 205
Tablo 6.10: Bobin kaplama işlemlerinden havaya tipik emisyonlar 208
Tablo 6.11: Bazı kaplama sistemlerine ait toplam VOC emisyonları 209
Tablo 6.12: Bobin kaplama endüstrisinde üretilen başlıca atık türleri 222
Tablo 6.13: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 223
Tablo 7.1: Yapışkan bantlar için solvent bazlı basınca duyarlı yapıştırıcıların uygulamaları 246
Tablo 7.2: Yapışkan bantların üretimi için basınca duyarlı yapıştırıcılar 247
Tablo 7.3: Kullanılan solvent ve enerji ile üretilen atık için kıyaslama karşılaştırması 255
Tablo 7.4: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 260
Tablo 8.1: Tekstil ürünleri, folyo ve kağıt kaplamayla ilgili veri gönderen tesislerin listesi 269
Tablo 8.2: İşlem türü için kullanılan kısaltmaların açıklaması 273
Tablo 8.3: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri..... 275
Tablo 8.4: DMF emisyon değerleri ve DMF izleme hakkında bağlamsal bilgiler 277
Tablo 8.5: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 281
Tablo 9.1: Emaye teller için Avrupa üretim rakamları ve 1970'den 2010'a kadar organik çözücülerin ilişkili tüketimi 283
Tablo 9.2: Yuvarlak sargı tel çeşitlerinin çaplarına göre gruplandırılması 284
Tablo 9.3: Ana sargı teli ürünleri ve uygulanan kaplama sistemleri 289
Tablo 9.4: Bildirilen NMP tüketimi seviyeleri 290
Tablo 9.5: Sargı telleri: NOX emisyonlarının diğer örnekleri 293
Tablo 9.6: Reference to techniques generally applicable to the sector 296
Tablo 10.1: Metal ambalajların kaplanması ve basılması için kullanılan üretim süreçlerine genel bakış 304
Tablo 10.2: İki parçalı kutular ve kutu uçları üreten tesislerden cila ve organik solvent tüketim verileri 318
Tablo 10.3: Düz levhaların kaplanması ve basılması için tesislerden cila ve organik solvent tüketim verileri 318
Tablo 10.4: Bu bölümde kullanılan kısaltmalar 320
Tablo 10.5: 2013-2015 dönemi için kaplanmış/baskılı yüzeyin m2'si başına g VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri 321
Tablo 10.6: Endüstri tarafından bildirilen toplam VOC emisyon değerleri (kaplanmış alanın m2'si başına g VOC) 322
Tablo 10.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları için rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri 324
Tablo 10.8: İki parçalı kutu kaplama tesisleri için ana atık akışları için rapor edilen atık üretimi değerleri 329
Tablo 10.9: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 330
Tablo 11.1: Sanal bir ısıtmalı ofset tesisinin operasyonel verileri 348
Tablo 11.2: Sanal ısıtmalı ofset tesisinin üretim koşulları 348
Tablo 11.3: Sanal ısıtmalı tesisinin girişi ve çıkışı 349
Tablo 11.4: Isıtmalı web ofset baskı kurulumu ile uygulanan enerji tasarruflu projeler 355
Tablo 11.5: Isıtmalı web ofset baskı tesisleri için toplam VOC emisyonları ve bağlamsal bilgiler 357
Tablo 11.6: VOC'lerin kaçak emisyonları ve ısıtmalı web ofset baskı tesisleri için bağlamsal bilgiler 358
Tablo 11.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları için rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri 361
Tablo 11.8: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 367
Tablo 12.1: Paketleme rotogravür preslerinin temel teknik özellikleri 383
Tablo 12.2: Solvent bazlı ambalaj fleksografisi ve yayın dışı rotogravür baskı süreçlerinde kullanılan tipik solventler 384

Tablo 12.3: Su bazlı ambalaj fleksografisi ve yayın dışı rotogravür baskı süreçlerinde kullanılan tipik solventler 385
Tablo 12.4: Ambalaj fleksografisi ve yayın dışı rotogravür baskı süreçlerinde özel VOC kullanımı..... 385
Tablo 12.5: Solvent bazlı flekso baskı mürekkepleri için ortalama temel tarif 386
Tablo 12.6: Satın alındığı haliyle kağıt için tipik flekso baskı mürekkebi..... 386
Tablo 12.7: Satın alındığı haliyle kağıt için tipik solventsiz fleksografik baskı mürekkebi..... 387
Tablo 12.8: Rotogravür mürekkebinin satın alındığı haliyle tipik tarifi 387
Tablo 12.9: Su bazlı rotogravür mürekkepleri için ortalama temel tarif..... 388
Tablo 12.10: Kaplanmış kağıt için su bazlı rotogravür mürekkebinin satın alındığı gibi tipik tarifi 388
Tablo 12.11: Kağıt ve karton için su bazlı fleksografik mürekkebin satın alındığı haliyle tipik tarifi 388
Tablo 12.12: Rotogravür baskı işlemlerinde kartonlar için tipik su bazlı vernik tarifi 389
Tablo 12.13: Ortalama mürekkep uygulama değerleri 389
Tablo 12.14: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıdan kaynaklanan kaçak emisyonların azaltılması 393
Tablo 12.15: VOC emisyon verilerini bildiren tesislerin ana üretim ve bağlamsal bilgileri……. 397
Tablo 12.16: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı verileri için kullanılan kısaltmaların açıklaması 398
Tablo 12.17: 2013-2015 dönemi için kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarının raporlanan değerlerinin istatistiksel parametreleri…….. 398
Tablo 12.18: 2013-2015 dönemi için uygulanan azaltma tekniği ile ilgili olarak, kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarının bildirilen değerlerinin istatistiksel parametreleri…… 399
Tablo 12.19: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri…….. 401
Tablo 12.20: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonlarının sürekli izlenmesi için rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri…… 404
Tablo 12.21: Su bazlı mürekkep proseslerinden kaynaklanan atık suyun özellikleri 408
Tablo 12.22: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisatları için suya salınan emisyonlara ilişkin veriler 409
Tablo 12.23: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 410
Tablo 13.1: Yayın rotogravür preslerinin teknik özellikleri 425
Tablo 13.2: İyi bir uygulama yayını olan rotogravür baskı tesisinin kütle dengesi 429
Tablo 13.3: Yayın rotogravür baskısında VOC'ler..... 431
Tablo 13.4: Flanders, Belçika'daki iki tesisin spesifik toluen girdisi 431
Tablo 13.5: Spesifik toluen girdisi verileri..... 431
Tablo 13.6: İki rotogravür baskı tesisinin toluen terazileri 432
Tablo 13.7: Satın alınan yayın rotogravür mürekkebinin ortalama temel tarifi 433
Tablo 13.8: Yayınlı rotogravür baskı tesislerinden mürekkep tüketimi ve solvent giriş verileri 433
Tablo 13.9: Bu bölümde kullanılan kısaltmalar 437
Tablo 13.10: VOC'lerin toplam emisyonlarının bildirilen değerleri ve yayın rotogravür tesislerinden bağlamsal bilgiler…… 438
Tablo 13.11: VOC'lerin kaçak emisyonlarının bildirilen değerleri ve yayın rotogravür tesislerinden bağlamsal bilgiler 439
Tablo 13.12: Yayınlı rotogravür baskı endüstrisinde üretilen başlıca atık türleri..... 441
Tablo 13.13: İki yayınlı rotogravür baskı tesisinden atık sudaki metal emisyonları (2015 verileri) 443
Tablo 13.14: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 444
Tablo 14.1: 2012 yılında AB-28'de mobilya üretimi..... 450
Tablo 14.2: AB-28'de mobilya sektörü 450
Tablo 14.3: Farklı ahşap lekelerinin bileşimi 454
Tablo 14.4: Ahşap lekelerinin ve boyaların özelliklerine genel bakış 456
Tablo 14.5: Ulaşılabilir uygulama verimliliği faktörleri..... 458
Tablo 14.6: Farklı uygulama tekniklerinde uygulanan boya malzemelerinin miktarları 462
Tablo 14.7: Uygulanan boyalar ve organik çözücü miktarları: ahşap ve mobilya endüstrisinde farklı uygulama örnekleri…….. 463
Tablo 14.8: Bazıları birincil emisyon azaltma önlemleri içeren çeşitli boya sistemleri için özel VOC emisyonları ……465
Tablo 14.9: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 467

Tablo 15.1: Ahşabın korunmasına yönelik tesislerin sayısı ve boyutuyla ilgili bir anketten elde edilen sonuçlar 478

Tablo 15.2: Bir kreozot tedarikçisinden AB'de ahşap koruma için kurulumların sayısı ve boyutu tahmini……. 478
Tablo 15.3: SED, 2003-2004 Madde 2(2)'nin kapsadığı ahşap emprenye için mevcut tesisler……. 479
Tablo 15.4: AB Üye Devletleri tarafından bildirilen, koruyucu türü başına > 75 m3 üretim kapasitesine sahip WPC tesislerinin (toplam) ve WPC tesislerinin sayısı (statü 5/2017)…….. 481
Tablo 15.5: Ahşabın korunmasında kullanılan koruyucu uygulama prosesleri .....……487
Tablo 15.6: WPC tesisleri tarafından üretilen atıklar için yönetim seçeneklerine örnekler…… 497
Tablo 15.7: Kirlenmemiş yağmur suyunun / yüzey akıntı suyunun toplanması 498
Tablo 15.8: Kirlenmemiş olması olası yağmur suyunun / yüzey akıntı suyunun toplanması 500
Tablo 15.9: Ahşap koruyucu çeşitlerine ve uygulanan muhafaza işlemlerine genel bakış.....503
Tablo 15.10: WPC 2017 veri toplamasında yer alan bitkilerde kullanılan biyosidal ürün türlerinin bileşenlerine ilişkin kapsamlı olmayan genel bakış……..504
Tablo 15.11: Su bazlı koruyucu arıtma için bildirilen spesifik biyosit tüketimi (raporlama dönemi 2014-2016).505
Tablo 15.12: Kreozot arıtma tesisleri için örnek tesis verileri 507
Tablo 15.13: Kreozot basınç işlemi için rapor edilen spesifik kreozot tüketimi (raporlama dönemi 2014-2016) 507
Tablo 15.14: 2014-2016 için su bazlı arıtma prosesleri için bildirilen spesifik su tüketimi 508
Tablo 15.15: Ahşap koruma için bildirilen spesifik enerji tüketimi (2014-2016 dönemi için)) 509
Tablo 15.16: WPC tesislerinden suya salınan emisyonlar.....512
Tablo 15.17: Ahşap koruma varsayılan emisyon faktörleri (EF), azaltma verimlilikleri ve her bir kombinasyon için maliyetler……513
Tablo 15.18: Ahşabın korunması: Birincil azaltma önlemleri 514
Tablo 15.19: Ahşabın korunması: İkincil azaltma önlemleri.....514
Tablo 15.20: Ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunması için bildirilen atık türleri ve miktarlarına dayalı spesifik atık üretim değerleri……520
Tablo 15.21: 2016 için karma bir WPC tesisi tarafından bildirilen su emisyonları (sahada su bazlı ve kreozot işlemi) 571
Tablo 15.22: Atıksu ve yüzey akıntısının izlenmesine ilişkin bilgiler.....575
Tablo 15.23: Toprak kirliliğinin izlenmesi hakkında bilgi 576
Tablo 15.24: Yeraltı suyunun izlenmesi hakkında bilgi 577
Tablo 15.25: Atık gazlardaki emisyonlar için uygulanan izleme hakkında bilgi 579
Tablo 15.26: Kreozot (kömür katranı yağı) emdirme tesisi DE 1'de termal oksidasyondan sonra bildirilen emisyon değerleri……..583
Tablo 15.27: Termal oksitleyicilerle donatılmış kreozot basınçlı arıtma tesisleri için bildirilen emisyon seviyeler.....584
Tablo 15.28: Temiz atık odun biyokütle kazanında yakma uygulayan bir kreozot basınçlı arıtma tesisi için bildirilen emisyon seviyeleri 586
Tablo 15.29: Adsorpsiyon ile donatılmış kreozot basınçlı arıtma tesisi için bildirilen emisyon seviyeleri……..587
Tablo 15.30: Bir yıkayıcı ile donatılmış sıcak-soğuk banyo işlemi içeren bir kreozot tesisi için rapor edilen emisyon seviyeleri ……..588
Tablo 16.1: Üç farklı ayna hattındaki hava emisyon değerleri.....594
Tablo 16.2: Arıtma sonrası su emisyon değerleri 595
Tablo 16.3: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans 595
Tablo 16.4: Kaplamalı aşındırıcılar için seçilmiş destek malzemeleri.....599
Tablo 16.5: Ürünlere atfedilenlerin imalatında solvent kullanımı 602
Tablo 16.6: Kurulum ve farklılaşma bileşenleri 608
Tablo 16.7: Tesis 1'de aşındırıcı imalatın kütle dengesi 609
Tablo 16.8: Tesis 2'de aşındırıcıların üretimi için emprenye tesisinin kütle dengesi 610
Tablo 16.9: Tesis 3'te aşındırıcı imalatın kütle dengesi 611
Tablo 16.10: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans.....612
Tablo 17.1: Bölüm 17'de ve Bölüm 2 ila 16'nın her birinde Bölüm 4'te açıklanan her bir teknikle ilgili bilgi dökümü615
Tablo 17.2: Bir araba kaplama hattına iç mekan robotlu püskürtme işleminin uygulamaya konulmasının örneği634
Tablo 17.3: Bir araba kaplama hattında metalik boyalar kullanarak harici robotlu püskürtme işleminin uygulamaya konulmasının örneği 635
Tablo 17.4: STS sektöründe kullanılan solvent ikamelerine örnekler.....658

Tablo 17.5: Temizleme teknikleri ve seçeneklerinin uygulanabilirliğine ilişkin örnekler.....706
Tablo 17.6: İklim değişikliğinin marjinal sosyal maliyetlerinin VOC emisyonlarından kaynaklanan marjinal hasar maliyetleriyle karşılaştırılması……...727

Tablo 17.7: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda kurutucularda izin verilen maksimum LEL seviyeleri 739
Tablo 17.8: Isıl oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri
…….757
Tablo 17.9: Geri kazanımlı ısıl oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri
……..759
Tablo 17.10: Rejeneratif ısıl oksidasyon (üç veya beş yataklı) sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri 762
Tablo 17.11: Rejeneratif ısıl oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri 765
Tablo 17.12: Katalitik oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri…….767
Tablo 18.1: Atık gazlardaki NOX emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) ve atık gazların ısıl işleminden kaynaklanan atık gazlardaki CO emisyonları için gösterge emisyon seviyesi……..828
Tablo 18.2: Atık gazlardaki toz emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyeleri (MET-AEL'ler) 829
Tablo 18.3: Spesifik enerji tüketimi için MET'le ilişkili çevresel performans seviyeleri (MET-APPEL'ler).....831
Tablo 18.4: Spesifik su tüketimi için MET'le ilişkili çevresel performans seviyeleri (MET-AEPL'ler).....832
Tablo 18.5: Alıcı su kütlesine doğrudan deşarjlar için MET'le ilişkili emisyon seviyeleri (MET-AEL'ler).....834
Tablo 18.6: Bir alıcı su kütlesine dolaylı deşarjlar için MET'le ilişkili emisyon seviyeleri (MET-AEL'ler) …….835
Tablo 18.7: Araçların kaplamasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyeleri (MET-AEL'ler)……..837
Tablo 18.8: Araçların kaplamasından saha dışına gönderilen belirli atık miktarı için gösterge seviyeler ……..…838
Tablo 18.9: Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyeleri (MET-AEL'ler)……838
Tablo 18.10: Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL).....838
Tablo 18.11: Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL).....839
Tablo 18.12: Teknelerin ve yatların kaplamasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL)…….840
Tablo 18.13: Uçak kaplamadan kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL)……..841
Tablo 18.14: Bobin kaplamasından kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL).....841
Tablo 18.15: Bobin kaplamasından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL)…….. ……..841
Tablo 18.16: Yapışkan bantların üretiminden kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 841
Tablo 18.17: Yapışkan bant üretiminden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 842
Tablo 18.18: Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasından kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 842
Tablo 18.19: Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL).....842
Tablo 18.20: Sargı teli üretiminden kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL).....843
Tablo 18.21: Sargı üretiminden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL)re.....843

Tablo 18.22: Metal ambalajların kaplanması ve basılmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL)……..844
Tablo 18.23: Metal ambalajların kaplanması ve baskısından kaynaklanan VOC'lerin kaçak emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL).....844
Tablo 18.24: Metal ambalajların kaplanması ve baskısından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 844
Tablo 18.25: Isıtmalı web ofset baskıdan kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) ……..845
Tablo 18.26: Isıtmalı web ofset baskıdan kaynaklanan VOC'lerin kaçak emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) ……846

Tablo 18.27: Isıtmalı web ofset baskıdan kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) …… 846
Tablo 18.28: Fleksografi ve yayınsız rotogravür baskıdan kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL)…… 846
Tablo 18.29: Fleksografi ve yayınsız rotogravür baskıdan kaynaklanan VOC'lerin kaçak emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 846
Tablo 18.30: Fleksografi ve yayınsız rotogravür baskıdan kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL).....847
Tablo 18.31: Yayın rotogravür baskısından kaynaklanan VOC'lerin kaçak emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 847
Tablo 18.32: Yayınlı rotogravür baskısından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 847
Tablo 18.33: Ahşap yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) …….. 848
Tablo 18.34: Ahşap yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 848
Tablo 18.35: Ahşap yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) 848
Tablo 18.36: Kreozot ve/veya solvent bazlı arıtma kimyasalları kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunmasından kaynaklanan atık gazlardaki TVOC ve PAH emisyonları için MET'le ilişkili emisyon seviyeleri (MET-AEL'ler) 860
Tablo 18.37: Atık gazlardaki NOX emisyonları için MET-ilişkili emisyon seviyesi (MET-AEL) ve ahşap ve ahşap ürünlerdeki çıkış gazlarının ısıl işleminden havaya atık gazlardaki CO emisyonları için gösterge emisyon seviyesi kreozot ve/veya solvent bazlı koruma arıtma kimyasalları…… 861
Tablo 20.1: STS BREF inceleme sürecinin önemli kilometre taşları 883
Tablo 20.2: İfade edilen bölünmüş görüntüler 884
Tablo 21.1: Çeşitli STS sektörlerinde MET'in bildirilen kullanımına ilişkin bilgiler 900
Tablo 21.2: Bu belgeyle ilgili EGTEI özet sayfaları, TFTEI raporları ve EGTEI arka plan belgeleri tablosu 907
Tablo 21.3: Model tarafından analiz edilen tüm önlemlerin ortalama maliyetleri ve VOC azaltma potansiyeli 910
Tablo 21.4: Sanayi kollarının her birinde VOC emisyonlarının azaltılması için olası maliyet etkin önlemler 911
Tablo 21.5: 1000 ton solvent işleyen bir tesisten kaynaklanan kaynaklarla ilgili emisyonlar 915
Tablo 21.6: Hataların hesaplanmasının olası bir sonucuna örnek 916
Tablo 21.7: Doğruluk seviyesinin iyileştirilmesinin sonuçlarını gösteren bir örnek 917
Tablo 21.8: Artan doğruluğun sonuçlarını gösteren bir örnek 918
Tablo 21.9: Farklı kütle akışlarının uygunluğu 925
Tablo 21.10: Binek araç boyahanesinde tipik kaplama malzemelerinin çeşitleri 927
Tablo 21.11: Kaplama malzemelerinin tipik katı madde ve solvent içeriği 929
Tablo 21.12: Yaygın olarak kullanılan solventler ve boyalar için dönüşüm faktörleri ve yanıt faktörleri.....932
Tablo 21.13: Araç boyahanelerinde kullanılan giriş gazı arıtma sistemlerinin bildirilen azaltım verimlilikleri937
Tablo 21.14: Solvent içeren atıklar 939
Tablo 21.15: Araç parçalarının CAD yüzey alanları örneği.....941
Tablo 21.16: Solvent kütle dengesi için kütle akışları ve bunların bobin kaplama sektörüyle ilgisi 945
Tablo 21.17: Vpaint referansını hesaplamada ana belirsizlik kaynakları.....947
Tablo 21.18: Çözücü kütle dengesi için I1'in hesaplanmasında ana belirsizlik kaynakları 949
Tablo 21.19: SMB hesaplamasında I1'in azaltılmasına ve ölçülmesine yardımcı MET kontrol listesi 953
Tablo 21.20: SMB hesaplamasında O1, O5 ve O6'nın azaltılmasına ve ölçülmesine yardımcı MET kontrol listesi 954
Tablo 21.21: Solvent kütle dengesiyle ilgili kütle akışları ve bunların ısıtması ofset baskı sektörüyle ilgisi……
9
60
Tablo 21.22: Yıllık solvent tüketimine ve girdi malzemelerinin VOC içeriğine göre I1 girişinin belirlenmesi.....961

Tablo 21.23: Çözücü kütle dengesi için kılavuz değerler 964
Tablo 21.24: Isıtmalı ofset baskı tesisatı için örnek solvent kütle dengesi 965
Tablo 21.25: Çıkış gazı arıtma teknikleri 972
Tablo 21.26: Sık kullanılan solventlerin kimyasal grupları ve karbon içerikleri 979
Tablo 21.27: Oksidasyon tekniklerinin uzaklaştırma verimliliği 980
Tablo 21.28: Aktif karbon ile solvent geri kazanımının giderme verimliliği 981
Tablo 21.29: Uygulanan giriş gaz arıtma tekniklerinin VOC azaltım verimliliği için bildirilen değerler 985
Tablo 21.30: Avrupa ülkelerinde matbaa sektörü cirosu, matbaa şirketi sayısı ve çalışan sayısı 986

KAPSAM

Bu MET referans belgesi (BREF), 2010/75/AB sayılı Direktifin Ek I'inde belirtilen aşağıdaki faaliyetleri kapsar:

6.7: Özellikle giydirme, baskı, kaplama, yağdan arındırma, su geçirmezlik, boyutlandırma, boyama, temizleme veya emprenye için organik solventler kullanarak, saatte 150 kg'dan veya yılda 200 tondan fazla organik solvent tüketim kapasitesi ile maddelerin, nesnelerin veya ürünlerin yüzey işlemi.

6.10: Ahşap ve ahşap ürünlerin özellikle özsu lekesine karşı işlemden geçirilmesi dışında, günlük üretim kapasitesi 75 m^3'ü aşan kimyasallarla korunması.

6.11: Ana kirletici yükünün 2010/75/AB sayılı Direktife ait Ek I madde 6.7 ya da 6.10'da belirtilen faaliyetlerden kaynaklanması koşuluyla, 91/271/EEC sayılı Direktif kapsamında olmayan atıksuyun bağımsız olarak arıtılması.

Bu MET sonuçları, ana kirletici yükün 2010/75/AB sayılı Direktifin Ek I'inin 6.7 veya 6.10 numaralı maddelerinde belirtilen faaliyetlerden kaynaklanması ve atıksu arıtımının 91/271/EEC sayılı Direktifin kapsamında olmaması koşuluyla, farklı kökenlerden gelen atıksuyun birleşik arıtılmasını da kapsar.

STS faaliyetiyle ilgili olarak, bu BREF belgesinde aşağıdaki hususlara değinilmemiştir:

- Solvent bazlı sürekli film kullanımı dışındaki yollarla tekstillerin su geçirmezliği. Bu husus, tekstil endüstrisi (TXT) için BREF kapsamında olabilir.
- Baskı; tekstillerin boyutlandırılması ve emprenye edilmesi. Bu husus, tekstil endüstrisi (TXT) için BREF kapsamında olabilir.
- Ahşap esaslı panellerin laminasyonu.
- Kauçuğun dönüştürülmesi.
- Kaplama karışımları, vernikler, boyalar, mürekkepler, yarı iletkenler, yapıştırıcılar veya farmasötik ürünlerin imalatı.
- Üretilen sıcak gazlar doğrudan temasla ısıtma, kurutma veya nesnelerin veya malzemelerin başka herhangi bir şekilde işlenmesi için kullanılmadığı sürece, yerinde yakma tesisleri. Bunlar, büyük yakma tesisleriyle (LCP) ilgili BREF'in veya 2015/2193/AB sayılı Direktifin kapsamına dahil olabilir.

Bu belgenin WPC faaliyetlerine atıfta bulunan bölümleri aşağıdaki prosesleri ve faaliyetleri kapsar (IED Ek I, 6.7 veya 6.10'daki ilgili eşiklerden en az birinin aşılması durumunda):

- Su bazlı koruyucular, solvent bazlı koruyucular ve kreozot kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunması;
- Kullanılmakta olan ahşap ve ahşap ürünlerin uzun süreli korunması için mavi leke işlemi (ör: pencere çerçevesi üretimi);
- süperkritik CO_2 işlemi uygulanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunması.

WPC uygulamasıyla ilgili olarak bu BREF belgesinde, aşağıdaki hususlara değinilmemiştir:

- Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasal modifikasyonu ve hidrofobikleştirilmesi (örneğin reçineler kullanılarak)[2].

[2] Kimyasal ahşap modifikasyonu ve hidrofobikleştirme (örneğin reçineler kullanılarak) 'kimyasallarla ahşap koruma' olarak kabul edilse de, o dönemde AB'deki fabrika sayısı dikkate alınmakta olduğundan ve bu sayının söz konusu faaliyetlerin işlemlerin sektör olarak dahil edilmesine gerekçe teşkil etmeye yetmeyecek kadar küçük olması ayrıca bu tesislerin kapasitesinin altında olduğuna inanılmakta olmasından dolayı TWG başlangıç toplantısında bu faaliyetlerin bu BREF'in kapsamında olmadığı sonucuna varmıştır.

- Hiçbir bilgi sunulmadığından ve veri toplama çalışmasında yer alan tesislerin hiçbiri WPC faaliyetleriyle ilişkili özsu lekesi işlemi tedavisi uygulamadığı için ahşap ve ahşap ürünlerin öz lekesi işlemi.
- Ahşap ve ahşap ürünlerin amonyak işlemi.
- Yerinde yakma tesisleri, yalnızca bir tesis doğrudan kurutma uygulamakta olduğunu bildirmiştir, ancak hiçbir bilgi sunulmamıştır. Bunlar, büyük yakma tesisleri (LCP) için BREF veya 2015/2193/AB sayılı Direktifin kapsamına dahil olabilir.

Bu BREF kapsamındaki faaliyetlerle ilgili olabilecek diğer referans belgeleri şunlardır:

- Ekonomik boyut ve Çapraz Ortam Etkileri (ECM);
- Depolamadan Kaynaklanan Emisyonla (EFS);
- Enerji Verimliliği (ENE);
- Atık Arıtma (WT);
- Büyük Yakma Tesisleri (LCP);
- Metallerin ve Plastiklerin Yüzey İşlemleri (STM);
- EYP Tesisatlarından Havaya ve Suya Yayılan Emisyonların İzlenmesi (ROM).

Bu BREF belgesinin kapsamı, aşağıdakilerle ilgili hususları içermemektedir:

- Hammaddelerin veya bitmiş ürünlerin saha dışı nakliyesi;
- Üretilen ürünlerin kalite güvencesi;
- ürünlerin pazarlanması ve dağıtımı.

BREF'in kapsamı, yalnızca iş yeri güvenliği veya ürünlerin güvenliği ile ilgili konuları kapsamamaktadır, çünkü bu konular Direktif kapsamında bulunmamaktadır. Bu konular sadece Direktif kapsamındaki konuları etkiledikleri durumlarda değerlendirilmiştir.

IED Ek I faaliyet 6.10 eşiği. Bununla birlikte, su geçirmezlik için yağlar, mumlar veya silikon bileşikleri gibi hidrofobikleştirme maddeleriyle emprenye etme bu BREF'in kapsamına girmemektedir.

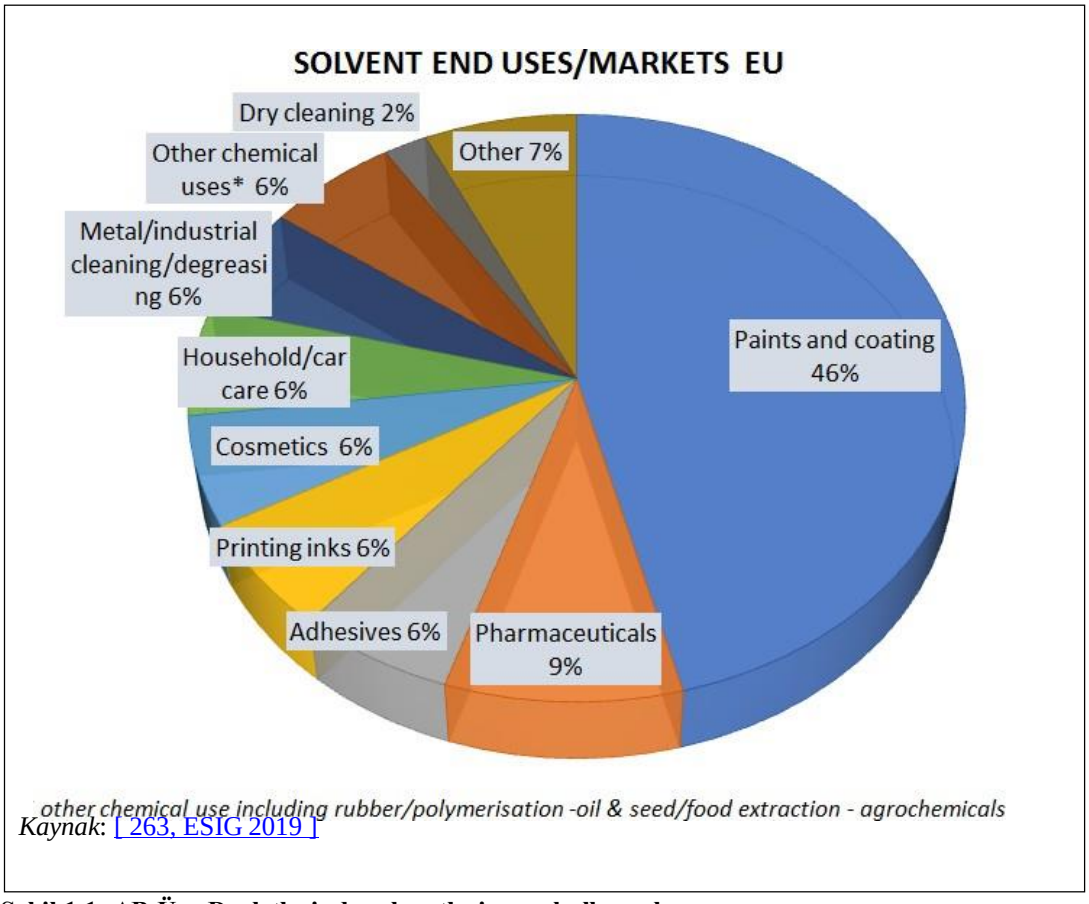
1. ORGANİK SOLVENTLERLE YÜZEY İŞLEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

[78, TWG 2005]

Bu belgenin solventlere atıfta bulunduğu durumlarda ('su bazlı' vb. gibi daha fazla açıklama yapılmadığı sürece) solvent, organik solventler anlamına gelecektir.

1.1 Organik solventler ve yüzey işlemi

Organik çözücüler (bitkisel yağ esterleri gibi alternatifler olmasına rağmen) büyük ölçüde petrol endüstrisinden elde edilmekte ve yerleşik üreticiler tarafından üretilmektedir. Avrupa'da yıllık bazda toplam 5,1 milyon ton solvent satılmakta ve kullanılmaktadır [263, ESIG 2019] ve açık ara en büyük solvent talebi (oksijenli ve hidrokarbon olanlar için yaklaşık %46) boya ve kaplama endüstrisinden gelmektedir (bkz. Şekil 1.1).



Kaynak: [263, ESIG 2019]

Şekil 1.1: AB Üye Devletlerinde solventlerin son kullanımları

Organik solventler genellikle ürün sınıflarına ayrılır. En önemli sınıflar şunlardır:

- oksijenli çözücüler: buna esterler, ketonlar, alkoller ve glikol eterler (ve bunların asetat türevleri) dahildir;
- hidrokarbon solventler: aromatik (örneğin toluen, ksilen), alifatik ve parafinik hidrokarbon solventler;
- klorlu solventler (bu istatistiklere dahil değildir).

Solvent ailesi içinde, aromatik ve beyaz ispirto tipi solventlerden uzaklaşma ve mümkün olduğunda daha az uçucu ürünler (daha az yanıcı, daha az potansiyel maruziyet, daha az VOC salınımı) kullanma eğilimi olduğu görülmüştür.

Avrupa solvent üretim endüstrisinin yıllık cirosu 4 milyar Avro olup, yaklaşık 28 milyon Avro Ar-Ge projelerine yönlendirilmektedir. Avrupa'daki toplam doğrudan çalışan sayısının 7.500 olduğu tahmin edilmektedir. [263, ESIG 2019].

Solvent kullanımı, çoğu, yaklaşık 200 milyar Avroluk küresel bir ciroyu temsil eden KOBİ'lerden oluşan, AB-25'te (2005 verilerine göre) 500.000'den fazla şirkette yaklaşık 10 milyon işi kapsamaktadır [78, TWG 2005].

Bu IED sektöründe, solventler belgede ele alınan sanayi dallarında çok çeşitli faaliyetler için kullanılmaktadır. Bunlar muamele edilecek yüzeylerin ve proses ekipmanlarının temizliğinde ve ayrıca muamele için taşıyıcı (mürekkep, boya, koruyucu, izolasyon, yapıştırıcı gibi) olarak kullanılmaktadır. Bu sektörler, bu işlemleri aşağıdakilerden herhangi biri ya da kombinasyonu kullanmaktadır:

- iletişim (matbaa);
- dekorasyon;
- Yüzeyin veya ürünün korozyona karşı korunması ve/veya çürümesinin önlenmesi;
- ürün muhafazası ve teslimi (yiyecek ve içecek kutuları, gıda ambalajları, aerosol kutuları, tuvalet malzemeleri, bidonlar vb.);
- Özel işlevi olan bir tabakanın uygulanması (ör: elektrik yalıtımı, aşınma, yapışma).

1.2. Organik solventlerin kullanıldığı yüzey işleme tesisleriyle ilgili genel çevre sorunları

1.2.1. Genel

STS kaplama endüstrileri, otomotiv gövdeleri, gemiler, uçaklar ve inşaat malzemeleri gibi alt tabakaların ömrünü uzatmanın yanı sıra gıda ve diğer ürünleri ambalajlamada muhafaza etme ve sunma araçları sağlamada önemli bir role sahiptir. Ana çevresel konular, havaya, suya ve toprağa solvent emisyonları, havaya partikül emisyonları, enerji kullanımı, atık minimizasyonu ve yönetimi ve faaliyetlerin durdurulması durumunda saha durumu ile ilgilidir.

Solventlerin yanıcı doğası, işçilerin sağlık ve güvenliği üzerindeki potansiyel etkileri ve genellikle rahatsız edici kokuları nedeniyle, uzun yıllar boyunca proseslerden kontrol edilmiş ve ekstrakte edilmiştir. Endüstri ayrıca proseslerden, özellikle püskürtme ve zımparalamadan partikülleri tahliye edebilir. Solventlerin ve parçacıkların ekstraksiyonu ve uygulandığı yerde işlenmesi, büyük gürültü kaynakları olabilecek büyük fanlar ve diğer ekipmanları kullanır. Birçok tesisat, doğası gereği gürültülü olan üretim ekipmanlarını da kullanır. Solventler, yalnızca alt tabakaların temizlenmesinde değil, aynı zamanda geri kazanım ve bertaraf için özel yönetim gerektirebilecek çözücü içeren atıkların ortaya çıkmasına neden olan ekipmanın temizliğinde de kullanılabilir. Sektör, hem üretim süreçlerinde hem de boru çıkışı atık gaz toplama ve arıtma işlemlerinde önemli miktarda enerji kullanmaktadır. Aşağıdaki konular yaşamsal önemdedir:

- Hammadde ve enerji tüketiminin en aza indirilmesi;
- Proses tasarımı, yönetimi ve bakımı ve gaz çıkışı arıtımı yoluyla emisyonların en aza indirilmesi;
- Kimyasal güvenliğin sağlanması ve çevre kazalarının önlenmesi.

Daha iyi çevresel performans elde etmek için alınan önlemler genellikle karmaşık bir niteliğe sahiptir ve iş yeri sağlığı ve güvenliği, ürünün ve diğer süreçlerin kalitesi, kurulumun yaşı ve türü ve ayrıca iş yeri sağlığı ve güvenliği üzerindeki potansiyel etkileri açısından değerlendirilmeleri halinde bir bütün olarak çevreye fayda sağlarlar. Mevcut en iyi teknikler, bu kriterlere göre dengelenecektir ve bu nedenle, boru çıkışı azaltma tekniklerinin yanı sıra proses birimlerindeki değişiklikleri de içerecektir.

Gelişmiş proses kontrolü ve arıtma teknikleri, iyileştirilmiş çevresel performansın elde edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, yetkin işletim, düzenli bakım ve iyileştirme isteği, özellikle kaçak ve arıtılmamış VOC emisyonlarının azaltılmasında teknoloji seçimi kadar önemlidir. Bu nedenle önemli hususlar, iyi yönetim ve çalışma uygulamaları, iyi süreç ve saha tasarımı, iş gücünün çevre ve süreç performansı, işyeri güvenliği ve kaza önleme konusunda eğitimi ve son olarak, süreç ve çevresel performansın izlenmesini içerir.

1.2.2. Solventler

Aşağıdaki tanımlar IED'de verilmiş ve bu BREF belgesi bağlamında dikkate alınmıştır:

A. 'organik solvent, aşağıdakilerden herhangi biriyle ilgili olarak kullanılan herhangi uçucu bir organik bileşik anlamına gelir:
(a) Hammaddeleri, ürünleri veya atık maddeleri çözmek için tek başına veya diğer maddelerle birlikte ve kimyasal bir değişime uğramadan;
(b) kirleticileri çözmek için bir temizlik maddesi olarak;
(c) bir çözücü olarak;
(d) bir dispersiyon ortamı olarak;
(e) viskozite ayarlayıcı olarak;
(f) yüzey gerilimi ayarlayıcı olarak;

(g) bir plastikleştirici olarak;
(h) koruyucu madde olarak;

B. 'uçucu organik bileşik', herhangi bir organik bileşik ve ayrıca 293.15 K'da 0.01 kPa veya daha fazla bir buhar basıncına sahip olan veya belirli kullanım koşulları altında karşılık gelen bir uçuculuğa sahip olan kreozot fraksiyonu anlamına gelir.

Aşağıdaki örneklerde gösterildiği gibi, diğer mevzuat veya sicillerde farklı tanımlar verilmiştir:

2004/42/CE[3] sayılı Direktifte ('Boyalar Direktifi'), 'uçucu organik bileşik (VOC)', 101.3 kPa standart bir basınçta ölçülen ilk kaynama noktası 250 °C'ye eşit veya daha düşük olan herhangi bir organik bileşik anlamına gelir.

E-PRTR[4]'te NMVOC (metan olmayan uçucu organik bileşikler) emisyonları dikkate alınır. NMVOC, (AB)2016/2284[5] sayılı Direktifte, güneş ışığı varlığında azot oksitlerle reaksiyona girerek fotokimyasal oksidanlar üretebilen metan dışındaki tüm organik bileşikler olarak tanımlanmıştır.

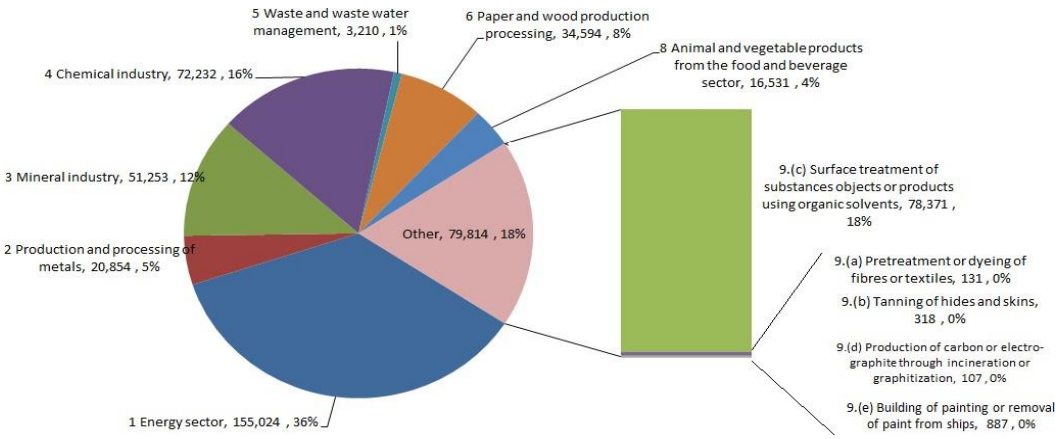
Özellikleri ve içerdiği miktarlar nedeniyle solventler, endişe duyulan temel malzemelerdir:

- VOC'ler, troposferde ozon oluşturmak için güneş ışığı varlığında NO_X ile reaksiyona girer. Bu, genellikle NMVOC'yle (metan olmayan uçucu organik solventler) ilgilidir.
- Halojenli solventler toksiktir ve alt stratosferdeki ozonu azaltmada etkilidir.
- Bazı solventler suda yaşayan organizmalar için toksiktir.
- Bazı solventler biyolojik olarak kolayca bozunamazlar ve bu nedenle de toprağı kirletme potansiyeline sahiptirler. Geleneksel solventler PBT (kalıcı, biyobirikimli, toksik) değildir ve hiçbiri vPvB (çok kalıcı, çok biyobirikimli) değildir. Bununla birlikte, solventler, uzaklaştırılmaları veya parçalanmaları için sınırlı veya hiçbir mekanizmanın olmadığı yerlerde, topraktan yeraltı sularına kolayca yayılabilirler. İçme suyu için kullanılan akiferlerin (söz konusu sanayi dallarından kaynaklı olsun ya da olmasın) solventlerle kirlendiğine dair çok sayıda rapor bulunmaktadır.

E-PRTR'ye göre, solventlerin kullanıldığı yüzey işlemi, 2016'da AB-28 endüstrilerinden kaynaklanan ikinci en büyük VOC emisyon kaynağı olmuştur, bkz. Şekil 1.2[207, EEA 2019].

E-PRTR, yılda 100 tonun üzerinde NMVOC emisyonuna sahip sahalardan gelen verileri içerir. Bu nedenle, (yılda 200 ton veya saatte 150 kg'dan fazla solvent tüketim kapasitesine sahip) bir dizi IED kurulumunun rapor edilmemesi riski vardır. Mükemmel bir eşleşme olmasa da, bu, bazı STS sektörleri için nispeten uygundur, ör: IED'nin (> 200 ton/yıl solvent tüketimi) altına düşen araç kaplama tesisleri grubu ile. Bu nedenle, E-PRTR verilerinin, IED tarafından düzenlenen STS faaliyetlerinin çevresel etkisinin yaklaşık bir tahminini verdiği düşünülebilir.

[3] Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 21 Nisan 2004 tarihli 2004/42/CE sayılı Direktifi, belirli boyalarda ve verniklerde ve araç tamir ürünlerinde organik çözücülerin kullanılmasından kaynaklanan uçucu organik bileşiklerin emisyonlarının sınırlandırılmasına ve 1999/13/ EC sayılı Direktif.
[4] Avrupa Kirletici Salınım ve Transfer Kaydı (E-PRTR) (prtr.eea.europa.eu).
[5] 2003/35/EC sayılı Direktifle değişik ve 2001/81/EC sayılı Direktifi ilga eden, belirli atmosferik kirleticilerin ulusal emisyonlarının azaltılmasına ilişkin 14 Aralık 2016 tarihli Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin (AB) 2016/2284 sayılı Direktifi.



NOT: Değerler ton cinsinden ifade ediliştir. Veriler 8.2.2019 tarihinde alınmıştır.

Kaynak: [207, EEA 2019]

Şekil 1.2: 2016 yılı için endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan metan olmayan uçucu organik solvent emisyonları

1.2.2.1. CMR solventleri

IED, VOC içerikleri nedeniyle CMR olarak sınıflandırılan maddelerin veya karışımların mümkün olan en kısa sürede daha az zararlı maddelerle değiştirilmesini gerektirir. Bu tür çözücülerin çoğu, özellikle halojenli olanlar, endüstriyel kullanımlarda değiştirilmiştir.

DMF (N,N-dimetilformamid), tekstillerin poliüretan (PU) ile kaplanması için ve polivinilklorür (PVC) ile kaplandığında solvent karışımlarında kullanılır ve bu Bölüm 8'de değerlendirilmiştir.

1.2.3. Toz

Toz, bazı işlemlerden (ahşap ve diğer alt tabakaların zımparalanması gibi) ve sprey kaplama işlemlerinden sıvı boya parçacıkları olarak (aşırı boya püskürtme) ortaya çıkmaktadır.

1.2.4. NO_X ve CO

NO_X ve CO emisyonları, termal atık gaz arıtma tekniklerinden ve bazen de kurutuculardan meydana gelir. Kolayca indirgenemezler ve STS tesislerinde düşük NO_X brülörleri de dahil olmak üzere çıkış gazı arıtma sistemlerinin doğru tasarımı ve çalışma koşullarının optimizasyonu ile üretimleri kontrol edilir. Çıkış gazı arıtma sistemlerini ayarlarken, özellikle NO_X ve CO'nun ters sıcaklık/konsantrasyon bağımlılığı olduğu için, VOC azaltma verimliliği, enerji tüketimi ve prosesle ilgili ikincil kirleticiler NO_X ve CO oluşumu arasında bir denge bulunmalıdır. [169, VDI 2013].

1.2.5. Metaller

Kadmiyum, kurşun, krom ve nikel gibi toksik metaller genellikle su bazlı ön işlemde ve mürekkepler ve boya pigmentlerinde bulunur. Bununla birlikte, bunlar uzun süredir 1907/2006 (REACH6) Sayılı (EC) Düzenlemesi [47, EU 2006], Ömrünü Tamamlamış Araçlar Direktifi

[52, COM 2000] ve aşağıdakilerin sınırlandırılmasına ilişkin Direktif gibi mevzuat tarafından kontrol edilmektedir. elektrikli ve elektronik ekipmanlarda belirli tehlikeli maddelerin kullanımı [53, COM 2003], vb. Kadmiyum ve kurşun, organik çözücüler kullanılarak yapılan büyük ölçekli yüzey işlemlerinde kullanılmaz ve bu belgede ayrıntılı olarak açıklanan baskı işlemlerinde kullanılmaz.

Çinko ve nikel (manganez ve demir ile) araç imalatında ve diğer metal yüzeylerde fosfat dönüşüm kaplamalarında korozyon direncini ve boya yapışmasını iyileştirmek için kullanılır.

Boyamadan önce çinko veya çinko alaşımı veya fosfatlanmış yüzeyler üzerine su bazlı dönüşüm kaplamaları, altı değerlikli kromun (Cr(VI)) yaygın bir kullanımıydı. Bu kullanım, ikamesi ile birlikte STM BREF [23, COM 2006]'da değerlendirilmiştir. Ömrünü Tamamlamış Araçlar Direktifi[7]'nin yürürlüğe girmesi sonucunda araç kaplamalarında Cr(VI) kullanımına son verilmiştir.

Dönüşüm kaplamalarında kullanılan Cr(VI) maddelerinin 21 Eylül 2017 tarihli REACH Tüzüğü [47, AB 2006] kapsamında son kullanma tarihi mevcuttur ve Ek XIV maddeleri olarak listelendikleri için her kullanım için özel izin gerekecektir.

Boya pigmentlerinde potansiyel olarak kullanılan, bazıları suda hafif çözünürlüğe sahip çeşitli Cr(VI) maddeleri için 22 Ocak 2019'da bir REACH gün batımı tarihi vardı. Ekim 2017'ye kadar, havacılık ve uzay kaplamalarında kullanılmak üzere CAS numarası 7789-06-2 (stronsiyum kromat) için yaklaşık 10 üretici astarlar, sızdırmazlık elemanları ve kaplamalarla ilgili olarak belirtilmemiş kullanım kapsamında ve bir üretici de CAS 11103-86-9 (potasyum hidroksiokta-oksodizinkatikromat) numarası için başvuruda bulunmuştur.

12.10.2017 tarihine kadar kromik asitin (Cr(VI)) 9 farklı uygulamasına yüzey işlemi için sadece 4 izin verilmiştir. Toplam 21 başvuru ise onay için beklemektedir. Ekim 2017'ye kadar parlak krom kaplama, galvanik ön işlem, sert krom kaplama ve paslanmaz çeliğin oksidasyonu ve sertleştirilmesi için yetki verilmiştir. Ayrıca, zorlu ortamlarda (havacılık, otomotiv endüstrisi, elektrik santralleri için) kullanılan öğelerin kaplanması için metallerin ön işlemine izin verilmiştir.

Ekim 2017'ye kadar standart metal bileşenlerin kaplamadan önce pasivasyonu için izin verilmemekteydi. Bu uygulama için farklı kimyaya sahip çeşitli alternatifler mevcuttur (zirkonyum, titanyum, florür, sülfürik asit, fosforik asit, nitrik asit, silanlar gibi kimyasallar dahil). Bu yeni prosesler, yeni arıtma süreçleri ve su tasarrufu yöntemlerinin gerekli olabileceği farklı bir atık su bileşiminin teşkiliyle sonuçlanabilecektir.

Uygulanan veya verilen izinlerin durumu hakkında bilgi edinmek için okuyucunun Avrupa Kimya Ajansı'nın (echa.europa.eu) web sitesini ve Avrupa Komisyonu'nun REACH web sayfasını (ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_en.htm)) incelemesi önerilir.

Dibütil kalay oksit, araçların ve diğer metal yüzeylerin kaplanması için elektro kaplama boya sistemlerinde katalizör olarak kullanılır.

Mürekkepler için bakır ftalosiyanin mavi pigmentlerinde az miktarda bakır kullanılır, ancak bunlar su bazlı değildir. Ancak bu pigmentlerdeki bakır çok güçlü bir şekilde bağlanır ve atıksuda bulunamaz.

[6] Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin Kimyasalların Kayıt Altına Alınması, Değerlendirilmesi, İzne Tabi Kılınması ve Kısıtlanmasına (REACH) ilişkin 18 Aralık tarihli ve 1907/2006 Sayılı Tüzük, bir Avrupa Kimyasallar Ajansının tesis edilmesine ilişkin 1999/45/EC sayılı Direktifin yerine yürürlüğe giren (EEC) 793/93 sayılı Konsey Tüzüğü ve (EC) 1488/94 sayılı Komisyon Tüzüğü ile 76/769/EEC sayılı Konsey Direktifi ve 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC sayılı Komisyon Direktifleri ve 2000/21/EC sayılı Direktif, ABRG L 396, 30.12.2006, sayfa. 1-850.
[7] Ömrünü tamamlamış araçlara ilişkin Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 2000/53/EC sayılı Direktifinin Ek II'sini tadil eden 15 Kasım 2017 tarihli (AB) 2017/2096 sayılı Komisyon Direktifi.

1.2.6. Diğer kirleticiler

Biyositler, sulu yağ giderme ve elektro kaplama çözeltileri ve ıslak aşırı püskürtmeli yıkayıcılar için uzun hizmet süreleri sağlamak için kullanılır.

Gemilerin kaplamasında, eskilerin çıkarılması ve taze, zehirli boyanın uygulanması TBTO (tributil kalay oksit) ve diğer biyositler gibi kirleticilere yol açabilir. Yeni tip zehirli boyalar IMO tarafından kontrol edilmektedir (bkz. Bölüm 4).

Amonyak, bazı su bazlı çözeltilerde stabilizatör olarak kullanılır.

1.2.7. Enerji

Tüm sektörler yüzey işleme proseslerinde, ilgili faaliyetlerde ve kirlilik azaltma ekipmanında yaşama geçirdikleri faaliyetleri boyunca önemli enerji kullanıcıları konumundadır. Solventle kirlenmiş havayı çıkarmak için önemli miktarda enerji kullanılır ve doğal gaz, düşük konsantrasyonlarda VOC'lerin termal olarak yok edilmesi için bir destek yakıtı olarak kullanılabilir. Enerji kullanımı ve VOC azaltma dengesi ve mümkünse enerji geri kazanımı dikkatlice düşünülmelidir. Çoğu durumda, kaçak emisyonların daha iyi kontrolü ve planlı bakım gibi entegre çözümler, tek başına atık gaz arıtmaya dayalı çözümlerden daha enerji verimli bir şekilde önemli ölçüde daha fazla VOC'yi azaltabilir.

1.2.8. Hammadde kullanımı

Genel olarak malzeme tüketimini azaltmak için yüksek verimli teknikler kullanılabilir. Solventlerin emisyonu, yüksek verimli uygulama teknikleri ve yüksek katı/çözücü oranına sahip kaplama malzemeleri ile önemli ölçüde azaltılabilir.

1.2.9. Su kullanımı

Su, soğutmada ve diğer işlemlerde, özellikle su bazlı ön işlemler ve kaplamalarda kullanılır. Su tüketimini en aza indirmek önemlidir ve bu nedenle bu belgede ve STM BREF'te ele alınmaktadır.

1.2.10. Katı ve sıvı atıklar

Solventlerin kullanıldığı durumlarda, üretilen atıklar genellikle tehlikeli olarak sınıflandırılabilir. Atık yönetimi ve izleme ile atık oluşumunun en aza indirilmesine yönelik teknikler de değerlendirilmektedir.

1.2.11. Koku emisyonları

Solvent kullanılan birçok proseste kokuya bağlı etkiler / kokudan kaynaklı rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır.

2. ARAÇLARIN KAPLANMASI

2.1. Araçların kaplanması hakkında genel bilgiler

[142, ACEA 2016] [146, ACEA 2018] [170, OICA 2017] [200, ACEA 2016]

2.1.1. Genel

Bu bölümde (Bölüm 2.1), otomotiv endüstrisi [146, ACEA 2018] tarafından sınıflandırılan Tablo 2.1'deki araç türlerinin büyük ölçekli kaplamasıyla ilgili genel bir tanıtım yapılmaktadır. Motosikletler, römorklar, tarım ve inşaat ekipmanları bu verilere dahil olmayıp ayrıca Bölüm 2'nin de kapsamında değildir (bunlar, IED eşiklerinin üzerindeyse Bölüm 3'te değerlenmiştir).

Tablo 2.1: Araç türleri

Kısaltma	Araç türü	Araç Kategorisi (1)	Bu bölümde kullanılan terimler
PC	Binek otomobiller (≤ 9 koltuk)	M1	PC, otomobiller
LCV(2)	3,5 tona kadar hafif ticari araçlar, 'kamyonet' olarak da adlandırılır. Kamyonetlerin tanımı hakkında daha fazla ayrıntı bilgi Bölüm 2.2.4'te verilmiştir	N1	Kamyonetler
MHCV (ya da CV)	3,5 tonun üzerindeki orta ve ağır ticari araçlar, aynı zamanda 'kamyon' olarak da adlandırılır	N2 ve N3	CV: kamyonlar CAB: kamyon kabinleri
BC	Otobüsler ve tur otobüsleri > 9 koltuk	M2 ve M3	Otobüsler
(1) Motorlu taşıtların ve römorklarının ve bu tür taşıtlar için tasarlanan sistemlerin, bileşenlerin ve ayrı teknik birimlerin onayı için bir çerçeve oluşturan 2007/46/EC sayılı Direktifte tanımlandığı şekliyle. (2) Bazı LCV'ler (N1) araba bazlıdır ve M1'e benzer boya prosesleri kullanır ve aynı fabrikada M1 tip gövdelerle birlikte üretilebilir.			

2.1.2. Tesisatların sayısı, büyüklüğü ve dağılımı

Avrupa'da 221 motorlu araç montaj tesisi bulunmaktadır (dişli kutuları, şanzıman gibi motor veya bileşenlerin üretimi için diğer ayrı tesisler hariç) ve bunların yaklaşık 103[8]'i IED Ek I'in 6.7 maddesi kapsamındadır (bkz. Tablo 2.2). Bazı büyük araç üretim tesislerinde araç kaplamanın yanı sıra motor, tampon veya jant boyama gibi başka boyama faaliyetleri de yapılmaktadır. Bu faaliyetler Bölüm 3, Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması başlığı altında ele alınmaktadır.

[8] ACEA ilk konum bilgisinden (2015) ve güncellenmiş bilgiden (2018) alınan rakam.

Tablo 2.2: a) AB'deki motorlu araç üretim yerleri (2015 verileri), b) AB'de IED Ek I faaliyet 6.7 kapasite eşiğinin üzerindeki motorlu araç boyahaneleri

Ülke	a) AB'deki motorlu araç üretim tesisleri					b) IED Ek I faaliyet 6.7 kapasite eşiğinin üzerindeki motorlu araç boya atölyeleri					
	PC	LCV	MHCV	BC	Toplam	PC	Kamyonetler	Kamyonlar	Kamyon kabinleri	Otobüsler	Toplam
Almanya	24	5	4	2	41	21	2	3	2	2	30
Fransa	12	7	7	3	33	9	3	-	1	-	13
Birleşik Krallık	19	1	2	4	33	8	1	1	-	-	10
İtalya	10	5	3	1	23	4	2	-	1	-	7
İspanya	9	5	2	1	14	9	1	1	3	1	15
İsveç	3	-	2	2	9	1	-	-	2	-	3
Belçika	3	-	4	2	8	2	-	-	1	-	3
Çek Cumhuriyeti	4	-	1	2	8	4	-	-	-	1	5
Diğer Üye Devlet	20	4	11	9	52	12	1	2	2		17
Avrupa Birliği	104	27	36	26	221	70	10	7	12	4	103

Kaynak: a) [171, ACEA 2016], b) [212, TWG 2018] ACEA'den güncellenmiştir.

2.1.3. Coğrafi dağılım

Avrupa Üye Devletlerindeki (AB) motorlu taşıt üretimi, toplam üretimin %75'ini temsil eden beş ülkede yoğunlaşmıştır.

Tablo 2.3: 2014 yılında AB'de motorlu araç üretimi (araç/yıl)

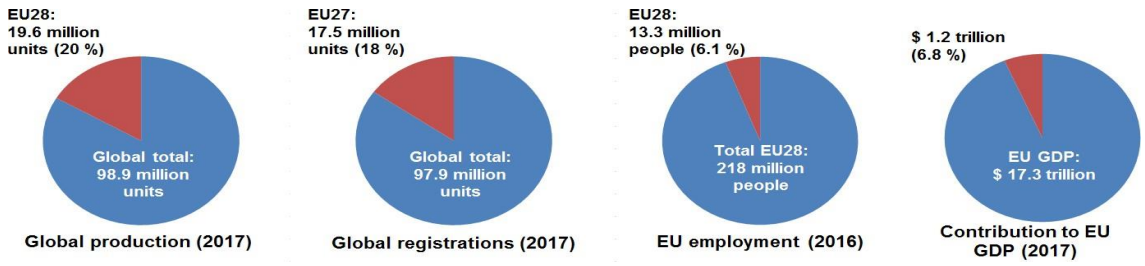
Ülke	PC	LCV	MHCV	BC	Toplam	Payı
Almanya	5 604 026	174 966	121 755	6 801	5 907 548	34 %
İspanya	1 898 342	477 097	27 539	1 095	2 404 073	14 %
Fransa	1 499 464	274 915	43 396	3 689	1 821 464	11 %
Birleşik Krallık	1 528 148	55 294	12 610	2 827	1 598 879	9 %
Çek Cumhuriyeti	1 128 473	0	821	3 893	1 133 187	7 %
Diğer Üye Devlet	3 721 088	424 922	126 170	17 499	4 289 679	25 %
Avrupa Birliği	15 379 541	1 407 194	332 291	35 804	17 154 830	100 %

NOT: Ticari araçlara ilişkin verilerin, OICA istatistiklerindeki veri boşluklarını telafi ettiği tahmin edilmektedir.
Kaynak: [170, OICA 2017]

2.1.4. Ekonomik önem

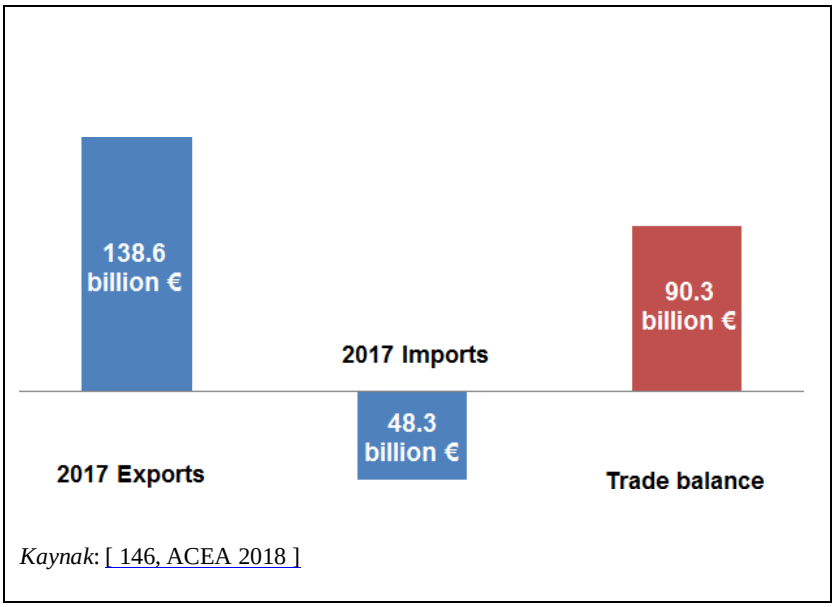
Otomobil endüstrisi, Avrupa'daki ve uluslararası öneme sahip en büyük imalat endüstrilerinden biridir. GSYİH ve ticaret dengesi, istihdam, endüstriyel Ar-Ge ve sermaye yatırımı açısından AB ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır.

GSYH ve ticaret dengesi



NOT: AB toplam GSYİH verileri Dünya Bankası'ndan alınmıştır (https://data.worldbank.org/region/european-union).
Kaynak: [145, ACEA 2019] [146, ACEA 2018]

Şekil 2.1: Avrupa otomotiv endüstrisi ekonomik verileri



Kaynak: [146, ACEA 2018]

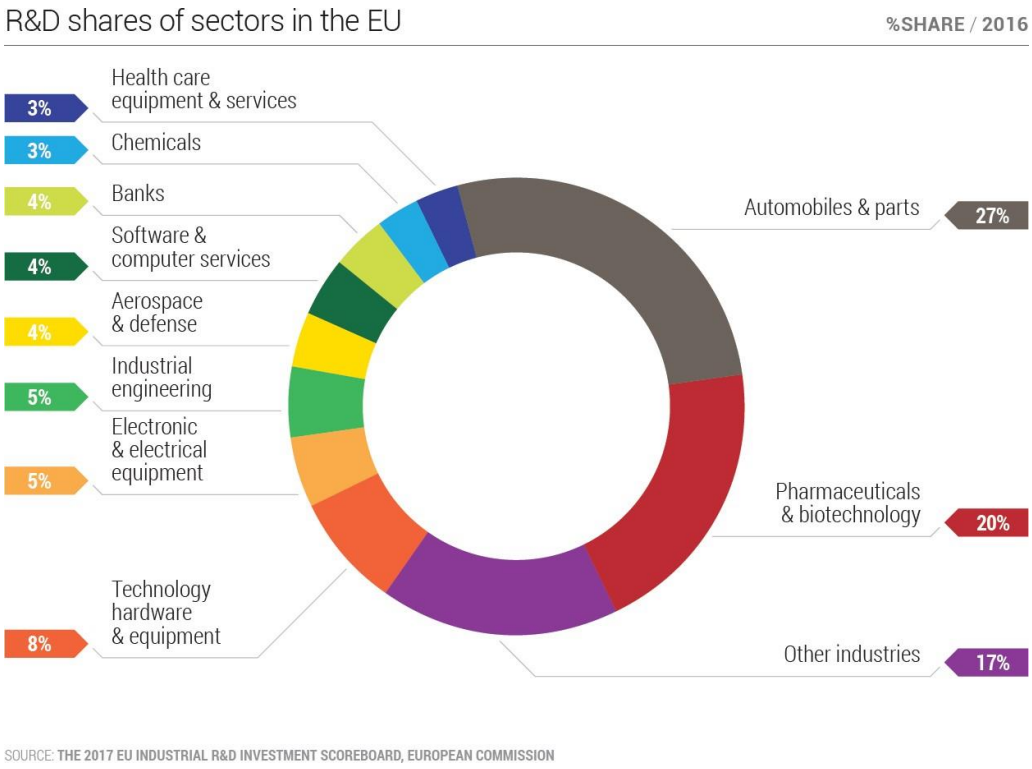
Şekil 2.2: AB otomotiv endüstrisi ticaret dengesi

İstihdam

AB imalat istihdamının yaklaşık %11'i otomotiv sektöründedir: 2,5 milyon kişi doğrudan imalatta ve 0,9 milyon kişi de dolaylı imalatta istihdam edilmektedir. [146, ACEA 2018].

Ar&Ge yatırımı

AB, otomotiv Ar-Ge'sinde dünyanın en büyük yatırımcısıdır ve otomotiv sektörü, 2016'da 53,8 milyar Avroluk yatırımla AB'nin Ar-Ge'deki en büyük özel yatırımcısıdır (bkz. Şekil 2.3). [146, ACEA 2018].



Kaynak: [146, ACEA 2018]

Şekil 2.3: AB endüstriyel Ar-Ge harcaması, 2016

Yatırımın ekonomik boyutu

Yeni bir binek otomobil boyahanesinin yatırım maliyetleri 150 milyon Euro ile 500 milyon Euro arasında değişmektedir. Bu nedenle yatırım döngüleri, araç üreticileri için önemli bir faktördür. Çevresel yatırım yapmak için en uygun zaman, ekipmanın yenilenmesinin normal yatırım döngüsü içinde gerçekleştiği zamandır. Genel olarak, boyahane tesislerinde büyük değişiklikler için fırsatlar ortaya çıkmadıkça, mevcut bir tesisata büyük yatırım yapılamaz. Bu fırsatlar, boya atölyesinin normal ömründen sonra (20 ila 40 yıl arasında) veya üretim hacimlerinde genellikle yeni bir ürün lansmanı ile ilişkilendirilen bir adım değişikliği olduğunda ortaya çıkma eğilimindedir. Gereken bina ve ekipman için sermaye yatırımı son derece yüksek ve yatırım getirisi (yatırım getirisi) düşük olduğundan, yeni ve mevcut tesisler için yatırım fırsatları sınırlıdır, bu da uzun sermaye getirisi sağlamaktadır. Yatırımlar genellikle 20 yılda değer kaybına uğramaktadır.

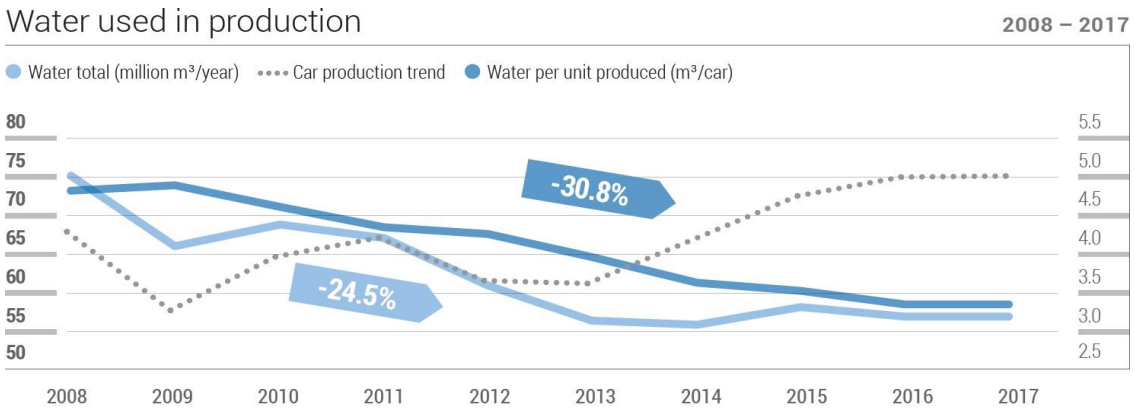
Belirli bir projenin gideri, sahaya özgü gereksinimlere (yeşil alan, alan kısıtlamaları, kahverengi alan), üretim kapasitesine, kamu hizmeti arzının mevcudiyetine ve pazar durumuna çok yakından bağlıdır. Genel bir kural olarak, yıkım maliyetleri ve mevcut altyapıya entegrasyon nedeniyle, püskürtme kabinlerinin / teknik ekipmanın değiştirilmesi veya mevcut hatların ek ekipmanlarla (çıkış gaz arıtma sistemleri gibi) genişletilmesi yeşil alan projeleri ile karşılaştırıldığında %20 ila %40 daha pahalıdır.

Yeni boyahanenin çok özel bina gereksinimlerinin (ör. bina havalandırması, sağlam temeller, kiriş altında serbest yükseklik) mevcut sahalarda ekipmanın fiili kurulumundan önce uygulanması gerektiğinden, yeni bir boyahanenin uygulamaya geçirilmesi genellikle üretimde önemli aksama süreleri doğurmaktadır.

2.1.5. Temel çevresel sorunlar

2.1.5.1. Su tüketimi

Su tüketimini azaltmaya yönelik uzun vadeli stratejiler (minimizasyon ve geri dönüşüm dahil), 2008 ve 2017 yılları arasında araba başına toplam[9] ortalama su tüketimini %30,8 oranında azaltmıştır. Buna devridaim stratejilerinin uygulanması da dahildir.



Kaynak: [146, ACEA 2018]

Şekil 2.4: AB otomotiv endüstrisi su tüketimi

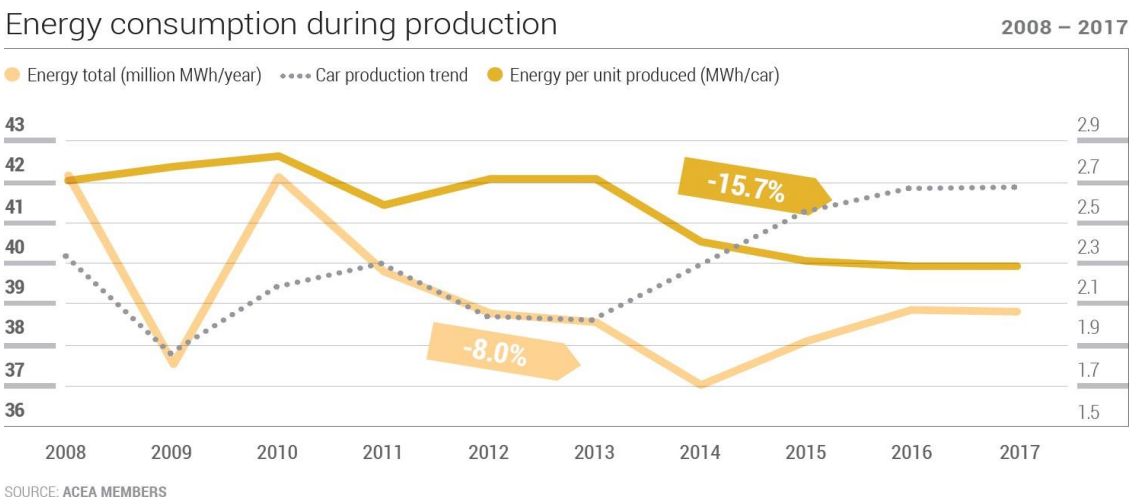
Beyaz renkteki gövdeler ve gövde bileşenleri boyamadan önce10 sulu-alkali deterjan çözeltileri ile temizlenir. Bunu, hem güvenilir yüzey altı korozyon önleme hem de iyi boya yapışması sağlamak için sulu çinko, manganez ve nikel fosfat çözeltileri kullanılarak ön işleme tabi tutulması izler.

Bazı durumlarda, aynı proseslerden gelen çinko ve nikel yükleri ile fosfat ve florür yükleri E-PRTR raporlama eşiklerini aşmaktadır[11]. Bunun nedeni, nispeten yüksek akış hacimlerinin (yılda 200.000 m^3 civarında) düşük konsantrasyon değerleriyle (genellikle ELV'lerin oldukça altında) çarpılması olabilir.

2.1.5.2. Enerji tüketimi

Arabaların karmaşıklık düzeyi önemli ölçüde artmıştır ve bu da enerji talebini etkilemiştir. Bununla birlikte sektör, son on yılda otomobil başına tüketilen enerjiyi %15,7 oranında azaltmıştır. Bunun yaklaşık %30'unu boyahaneler oluşturmaktadır (2012 verilerine göre). Enerji tüketimindeki dalgalanmalar, özellikle ekonomik kriz sırasında daha düşük üretim hacimleri ve bazı yıllarda değişken hava koşulları ile açıklanabilir (bkz. Şekil 2.5).

[9] Su tüketimi, kaporta üretimi ve boyahanelerde gövde ön arıtma faaliyetleri dahil olmak üzere toplam üretim kullanımı için geçerlidir.
[10] 'Beyaz gövde' çıplak metal gövdeyi ifade eder.
[11] Avrupa Kirletici Salınım ve Aktarım Kaydı oluşturulmasına ve 91/689/EEC ve 96/61/EC Konsey Direktiflerinin tadil edilmesine ilişkin (EC) 166/2006 Sayılı Yönetmelikte su kütlelerine salınma veya atık su arıtmaya aktarımla ilgili eşikler.

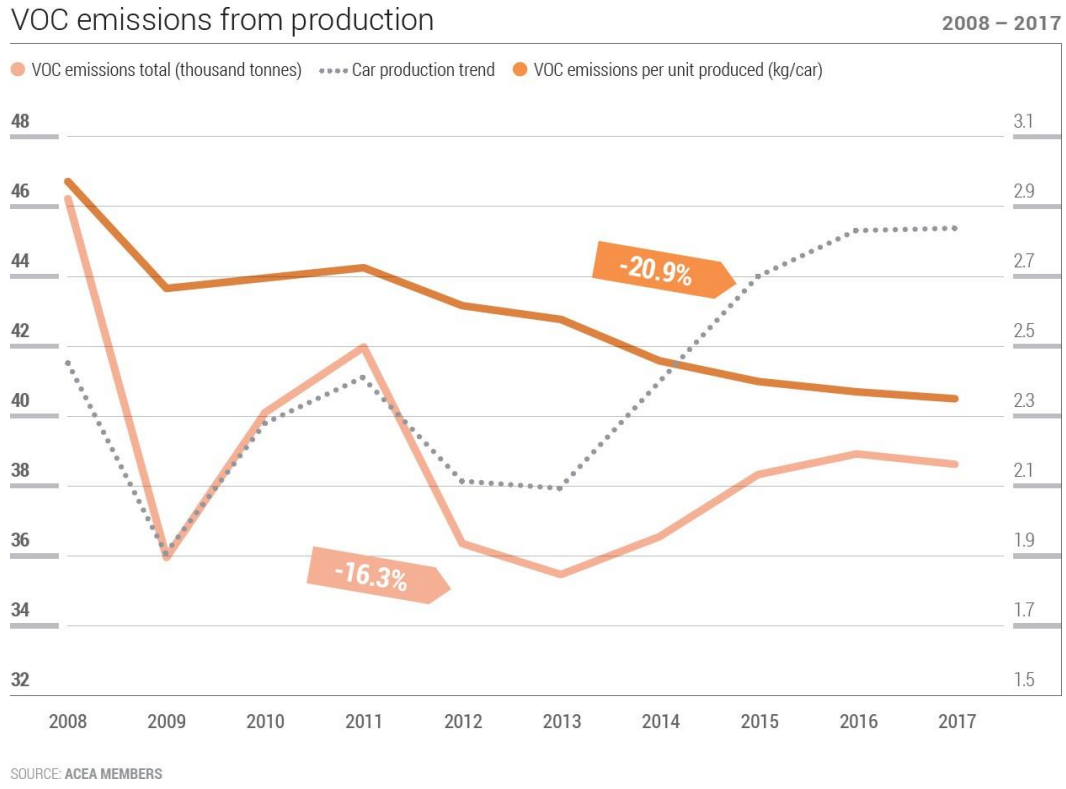


Kaynak: [146, ACEA 2018]

Şekil 2.5: AB otomotiv endüstrisi için enerji tüketimi

2.1.5.3. Havaya salınan VOC emisyonları

Yeni araçların kaplanmasıyla ilgili en önemli çevre sorunu, esas olarak boyahanelerden kaynaklanan VOC solventlerinin emisyonudur. Şekil 2.6, üretilen otomobil başına VOC emisyonlarının gelişimini ve tüm otomobil üreticilerinin toplam emisyonlarını göstermektedir. Solvent bazlı boyaların solventsiz veya su bazlı muadilleriyle değiştirilmesi veya daha verimli solvent bazlı teknolojiler ve ek atık gaz arıtma ünitelerinin kurulması gibi yeni teknolojilerle üreticiler, araç başına birim emisyonlarını son 10 yılda %21 oranında azalttı. Bunun, 1999'da Çözücü Emisyonları Direktifi'nin (SED) uygulanmasından, STS BREF (2004 ila 2006) için bilgi alışverişinden ve 2008 ekonomik krizi sırasında daha eski ve daha az verimli sahaların kapatılmasından etkilenmiş olması muhtemeldir.



Kaynak: [146, ACEA 2018]

Şekil 2.6: AB otomotiv endüstrisinden kaynaklanan VOC emisyonları

2.1.5.4. Havaya salınan diğer emisyonlar

Çıkış gazı akımları, aşırı püskürtülmüş boya parçacıkları için işlenirken, NO_X ve CO, termal çıkış gazı işlemlerinin yanma ürünleri olarak yayılır (bkz. Tablo 2.4).

Tablo 2.4: AB-28 EMEP verileriyle karşılaştırıldığında binek otomobil boyahanelerinden kaynaklı VOC'ler dışındaki hava kirleticileri

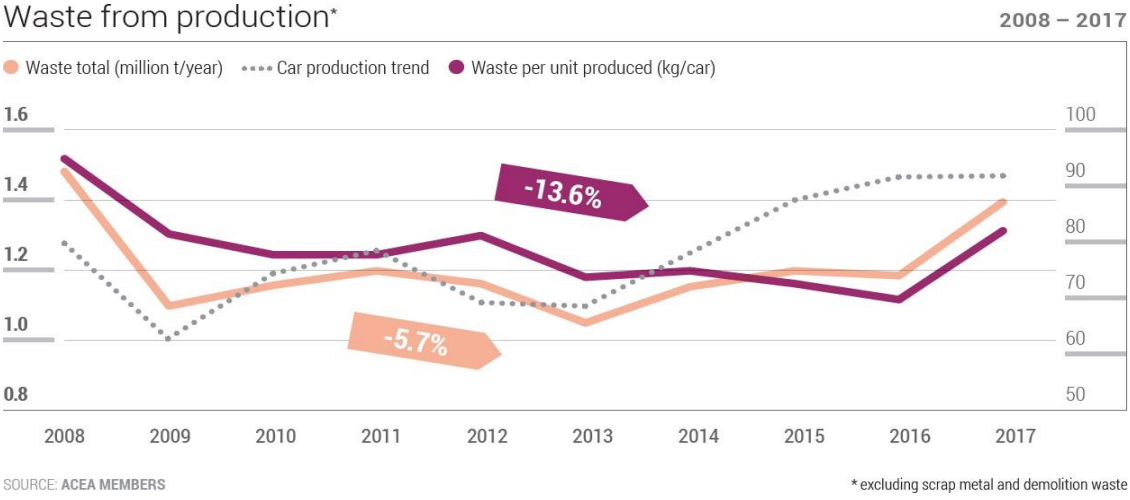
Kirletici madde	Binek otomobil boyahanelerinden kaynaklanan spesifik emisyon [kg/araç]	Tüm boyahanelerden kaynaklanan toplam emisyon [Mg/yıl]	EU-28 EMEP verileri [Gg/yıl]	Boyahanenin payı [%]
PM(toz)*	0.03	440#	1 934	0.025
NO_X (NO_2 olarak)	0.11	1 610	8 459	0.019
CO	0.10	1 460	22 046	0.007

* Boyahane emisyonları TPM (toplam toz) olarak ölçülür ve raporlanır; EMEP verileri PM_{10}'la ilgili rakamlardır. Fazla püskürtülen boyanın partikül boyutu ölçümlerinden, boyahane tozunun yaklaşık %100 PM_{10} olduğu bilinmektedir.
Alternatif olarak, boyalı yüzey, kaplama tabakası kalınlığı, transfer verimlilikleri ve %90'lık çıkış gazı arıtma sisteminin varsayılan verimliliğine ilişkin tahminlere dayanan bir hesaplama, yıllık 1 300 mg/yıl boya partikülü emisyonuyla sonuçlanır. Bu rakamlarla bile boyahane emisyonlarının EMEP EU-28 verilerine katkısı %0,1'in oldukça altındadır.
Kaynak: [142, ACEA 2016] syf.109

2.1.5.5. Atık üretimi

Şekil 2.7, komple otomobil üretim süreci için atık üretimindeki eğilimi göstermektedir (not: Kaplama faaliyetlerinden kaynaklanan atık üretimine ilişkin özel veriler Bölüm 2.3.2.6'da sunulmuştur). Binek otomobil imalatında üretilen birim başına üretilen atık, 10 yılda yüzde 13,6 azalmıştır. Hem mutlak hem de birim bazında atık dalgalanmaları, ekonomik kriz sırasında toplam üretimdeki düşüş gibi tekil olayların ortaya çıkmasıyla açıklanabilir.

Aşağıdaki şekilde gösterilen verilerin, yalnızca boyahaneyle ilgili olmayıp tüm otomobil üretim süreci için atık üretimine atıfta bulunduğu unutulmamalıdır.



Kaynak: [146, ACEA 2018]

Şekil 2.7: Binek araç üretiminden kaynaklanan atık üretimi (hurda ve yıkım atıkları hariç)

2.2. Araçların kaplanması için uygulanan prosesler ve teknikler

[142, ACEA 2016] [169, VDI 2013] [201, ACEA 2016]

2.2.1. Genel

Bu bölüm, otomobillerin, kamyonetlerin, kamyonların (kamyon şasisi), kamyon kabinlerinin ve otobüslerin seri boyanması için mevcut üretim sürecini ve doğrudan ilişkili faaliyetleri kısaca açıklamaktadır. Ayrıca emisyonların önlenmesi ve azaltılması için uygulanan ana entegre teknikler de belirtilmektedir.

Kaplamaları uygulanan işlem ve tekniklerin tamamını kapsadığından, bilgiler esas olarak otomobillere dayanmaktadır. Kamyonetlerin, kamyonların ve kamyon kabinlerinin boyanması için yapılan boyama işlemleri, otomobillerin boyanmasıyla pek çok benzerliğe sahiptir ve benzer çevresel etkilere sahip olabilir, ancak aynı zamanda, örneğin kamyon ünitelerinin (kabinler ve şasi) ayrı ayrı boyanması gibi bazı farklılıklar da gösterirler. Farklı kaplama malzemelerinin kullanılması, prosesler, uygulama teknikleri ve katman yapıları nedeniyle otomobillerin seri boyamasından önemli sapmalar yaşanabilmektedir. Optik yüzey kaliteleri otomobiller kadar önemli olsa da, diğer sektörlere göre kamyonet ve kamyonlarda korozyon koruması daha önemlidir. Farklılıklar, farklı gövde tasarımları ve boyutları, daha düşük üretim hacimleri, farklı son kullanımlar ve dolayısıyla farklı kalite ve diğer müşteri kriterlerini içerir. Bu farklılıklar minibüsler (Kısım 2.2.4), kamyonlar (Kısım 2.2.5), kamyon kabinleri (Kısım 2.2.6) ve otobüsler (Kısım 2.2.7) için ayrı bölümlerde açıklanmıştır.

2.2.2. Boyahane yatırımı, tasarımı ve işletimine genel bakış

Binek araçlar, kamyonetler, kamyonlar veya otobüsler için çeşitli kalite talepleri ve müşteri beklentileri için her üreticinin kendi şirket veya markaya özel öncelikleri ve hedefleri bulunmaktadır. Ancak, hissedar beklentileri ve çevresel konular da dahil olmak üzere yasal gereklilikler gibi yerine getirilmesi gereken başka hedefler de bulunmaktadır.

Bu faktörlerin tümü, bir boyahanenin nasıl tasarlanacağı ve işletileceği ile ilgili 'şirket felsefelerini' etkiler, dolayısıyla hem tesisatların teknik yerleşimi hem de seçilen korozyon koruma ve boya sistemleri farklılık gösterir. Yatırımların zamanlaması, maliyetler ve mevcut ve yeni sahalar arasındaki farklılıklar Bölüm 2.1.4'te tartışılmaktadır. Boya sistemlerinin ve boyahane tipinin seçimi, VOC emisyonlarının ve enerji kullanımının azaltılması için çok önemlidir ve 20 ila 40 yıllık bir taahhüttür. Teknolojilerin bazı güçlendirme ve güncelleme işlemleri gerçekleştirilebilirken, bunun emisyonlar ve tüketim üzerinde daha sınırlı bir etkisi vardır.

Araç boyahaneleri üç “aileye” ait olarak görülebilir (bkz. Bölüm 2.2.3.8). Belirli bir aileye yatırım yapma kararı, bir boyahane yeniden inşa edilene kadar geri alınamaz. Belirli bir aile içinde uyumlu tekniklerin seçimi sınırlı olduğundan, tüm tekniklerin birleştirilemeyeceğine ve tüm tekniklerin birbirinin yerine geçemeyeceğine dikkat edilmelidir.

Bu büyüklükteki tesislere sahip araç üreticileri, büyük şirketler ve (ağırlıklı olarak) çok uluslu veya çok uluslu grupların bir parçasıdır. Bu tür şirketler, yukarıda özetlenen rakip hedefleri dengelemek ve entegre etmek için iyi geliştirilmiş yönetim sistemlerine sahiptir. Tüketim ve üretimden kaynaklanan emisyonlar üzerinde en önemli etkiye sahip olabilecekler şunlardır:

- Sermaye ve işletme planlama;
- kalite sistemleri ve bakım dahil işletimsel yönetim;
- çevre yönetim sistemleri.

Binek araç boyahanelerinde proses adımları sıralı hatlar halinde gerçekleştirilir ve her bir alt proses bir hattın ayrı bir bölümünde uygulanır. Standart hat kapasiteleri saatte 30 ile 60 adet arasındadır. Normalde, hat hızını değiştirmek yerine boyahane çıktısını müşteri talebine göre ayarlamak için günlük vardiya sayısı değiştirilir (bir, iki, üç). Daha yüksek çıkış gerekiyorsa, ek hatlar paralel olarak çalıştırılır.

Boyahaneler büyük ve karmaşık tesislerdir. Gövde hazırlama, muayene bölümleri, gövde ve malzeme depolama alanları, havalandırma ekipmanları, aşırı boya püskürtme sistemleri, VOC azaltma sistemleri, personel ve bakım alanları için iş istasyonları ile birlikte saatte 30 adet kapasiteli bir boyahane hattı olan bir tesisatın toplam alanı 70 000 m^2 ila 100.000 m^2 arasında değişmektedir. Bu farklı üretim segmentlerinin toplam hat uzunluğu yaklaşık 1,5 km'dir. Bu büyüklükteki yeni bir boyahane için tahmini yatırım maliyetleri 150 milyon Avro ile 250 milyon Avro (2018 yılında geçerli kur oranına göre) arasındadır. Bir gövdenin boyahanede işlem görme süresi 6 ile 11 saat arasındadır.

Boyahanenin kalbi olan boya kabinleri, en az üç katlı ve alt proses başına 60 m ile 90 m arasında kabin uzunlukları olan çok büyük ünitelerdir. Böyle bir püskürtme kabinini uygulamak için, kabinin temel unsurlarını (aşırı püskürtmeli yıkayıcı, servis ve teknik kabin alanı ve plenum ile uygulama bölgesi) barındırmak için kafes kiriş altında en az 14 m'lik serbest bir bina yüksekliği gereklidir.

2.2.3. Binek otomobillerin kaplanması

Bu bölüm, yeni binek otomobillerin büyük ölçekli kaplamasını ele almaktadır (Kategori M1, bkz. Bölüm 2.1.1). Aynı tesiste üretilen bazı N1 araçlar (kamyonetler), otomobillere dayalı olabilir ve benzer üretim teknikleri kullanabilir.



Kaynak: [142, ACEA 2016] [© Volkswagen AG, 2015; Daimler AG, 2014.]

Şekil 2.8: Çok büyükten çok küçüğe doğru yayılımı gösteren binek araç gövde örnekleri

2.2.3.1. Hammaddeler, taşıma, depolama ve boya karıştırma odası

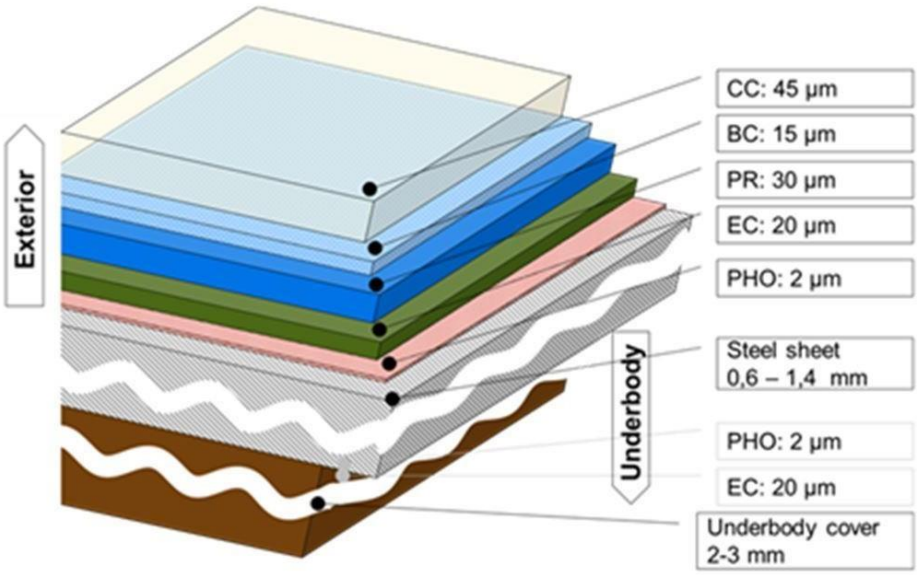
Ana üretim hammaddeleri (araç gövdeleri dışında) boyalar ve diğer kaplama malzemeleri, viskozite ayarlama ve temizleme solventleri ve diğer temizlik malzemeleridir. Malzemeler, sızan sıvıların tutulması için kimyasallara dayanıklı zemin ve/veya teknik donanıma sahip özel olarak tasarlanmış lojistik alanlarda boşaltılır. Depolama odaları ve boya mutfağı havalandırılır ve genellikle klimalıdır ve dökülmelerden kaynaklanan toprak ve yeraltı suyunun kirlenmesini önleyecek şekilde donatılmıştır. Sızıntılar teknik izleme sistemleri ve manuel kontrol rutinleri ile tespit edilecektir. Atık malzemeler de benzer şekilde depolanacak ve işlenecektir.

2.2.3.2. Standart kaplama prosesi

Kaplamalı araba gövdeleri ve dolayısıyla boyalar tarafından aşağıdaki gereksinimlerin karşılanması gerekir:

- Korozyona, hava koşullarına, kimyasal etkilere (örneğin kuş pisliği, asit yağmuru), ufalanmaya, güneşe, araba yıkamada aşınmaya karşı uzun süreli koruma. Gövde garantileri şu an itibariyle 10 yıldan 15 yıla çıkarılmıştır.
- İdeal optik yüzey özellikleri: cila, renk derinliği, bulanıklık olmaması, hatasız, dolayısıyla homojenlik ve renklendirmede tutarlılık ve efekt oluşumu (metalik cilalar, sedef, çok renkli paneller vb.) Bu tür kalite gereksinimleri artabilir. boya katmanlarının sayısı ve potansiyel olarak bir tesisten kaynaklanan VOC emisyonları.

Bu yüksek gereksinimler ancak birbirini tamamlayacak şekilde tasarlanmış dört, hatta belki beş boya katmanıyla sağlanabilir (bkz. Şekil 2.9). Bunlar birkaç ardışık adımda uygulanırlar.



Kaynak: [169, VDI 2013]

Şekil 2.9: Binek araç kaplamalarının katman sırası ve tipik kalınlığı

Tipik bir proses akışı Şekil 2.10'da gösterilmiş ve aşağıdaki paragraflarda açıklanmıştır. Kısaltmalar, Şekil 2.10'da gösterilen aşamaları ifade etmektedir.

2.2.3.2.1. Sulu ön işlemler ve e-kat

Aşağıdaki ön arıtma ve e-kaplama işlemleri su bazlıdır ve arıtma veya durulama banyolarının hizmet ömrünü uzatmayı, su tüketimini en aza indirmeyi, malzeme kullanımını optimize etmeyi ve suya deşarjı en aza indirmeyi amaçlayan tekniklerle birlikte uygulanır. Çoğu durumda atık su arıtımı, diğer üretim faaliyetlerinden kaynaklanan atık suların boyahane atık suyuyla birlikte arıtıldığı ayrı bir arıtma tesisinde gerçekleştirilir. Sulu ön işlemler ve ilgili teknikler ile ilgili atık su arıtma işlemleri hakkında genel bilgiler STM BREF'te bulunabilir. [23, COM 2006].

Gövdeler, konveyör sistemleri ile ön işlem ve e-kat aşamalarından geçer. Sarkaç veya dönüş konveyörleri ile, olası tüm yüzeylerin işlenmesini sağlamak için gövdeler, işleme ve durulama tanklarında döndürülebilir ve baş aşağı çevrilebilir.

Ön işlem (PT)

Ön işlem temizleme ve yağdan arındırma ve fosfatlama veya diğer dönüşüm kaplama sistemlerinden oluşur.

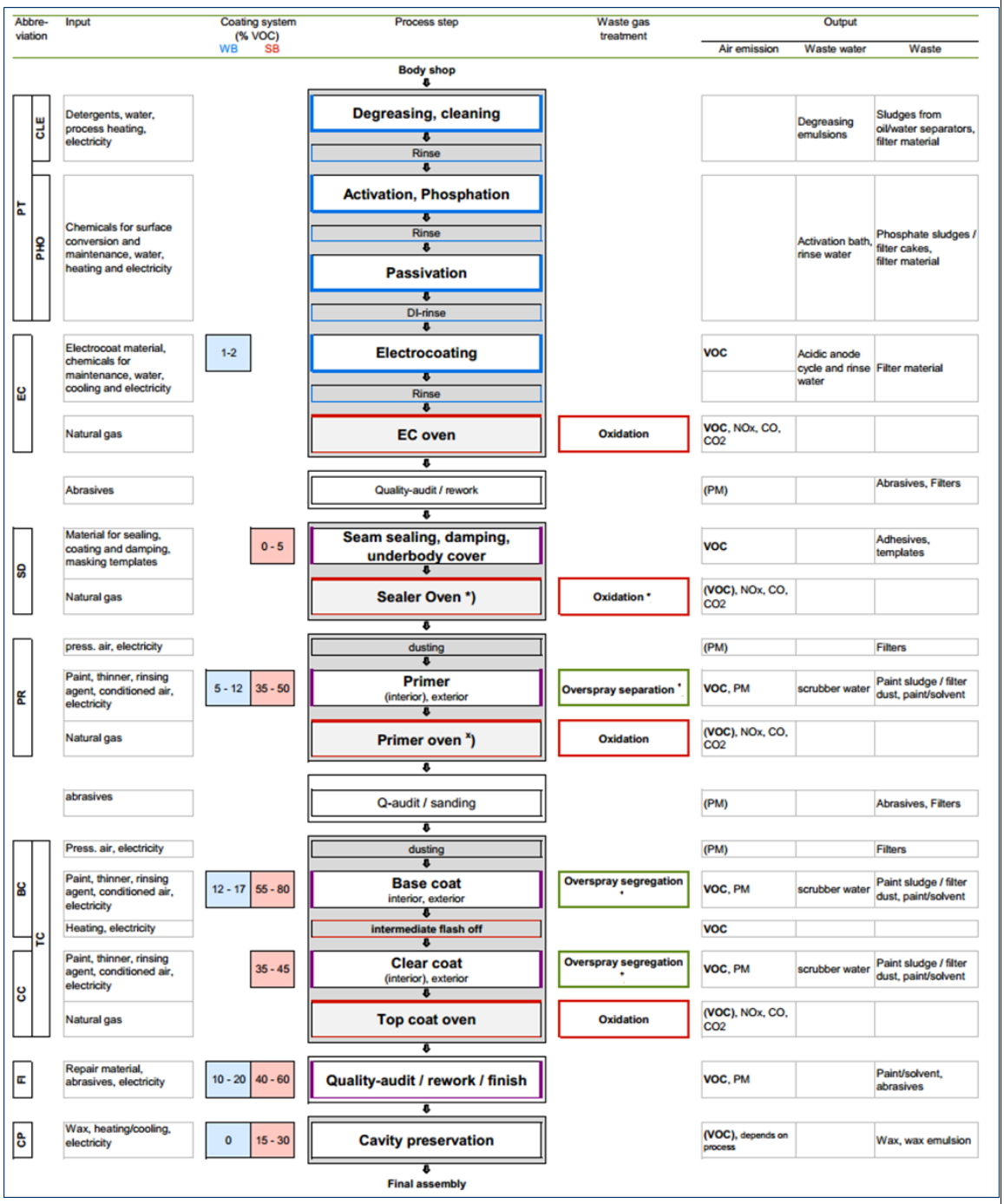
Temizlik ve gres giderme (CLE)
Gövde kaynakhane hatlarından beyaz renkteki metal gövde, damgalama, kaynak, yapıştırma ve taşlama işlemlerinden kaynaklanan kaynak tozu, kir, yağ, gres ve yapıştırıcı kalıntılarının bulunduğu boyahanenin ön işlem (PT-CLE) bölümüne iletilir. sprey ve daldırma temizleme istasyonlarında kaldırıldı. Temizlik maddeleri, yüksek sıcaklıklarda (40-60 °C) uygulanan sulu-alkali deterjan çözeltileridir ve ardından basamaklı durulama banyolarıdır. Şu anda, genellikle emülsifiye edici sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler STM BREF belgesinde açıklanmıştır. [23, COM 2006].

Fosfatasyon / Fosfat kaplama (PHO)
Korozyon direncini iyileştirmek ve sonraki organik kaplamanın yapışmasını arttırmak için bir fosfatlama ve pasivasyon işlemi standarttır. pH değerleri 2,8 ile 3,8 arasında olan proses çözeltisi, 35 °C ile 55 °C arasındaki sıcaklıklarda nikel, manganez ve çinko fosfatları içerir. Pasivasyon genellikle zirkonyum tuzları[12] kullanılarak gerçekleştirilir. Genel olarak, iki veya üç aşamalı kademeli durulama izler, son adım deiyonize suyla yapılır. Fosfatasyona alternatif olarak son 10 yılda oda sıcaklığında uygulanabilen nikel içermeyen zirkonyum veya silan bazlı prosesler geliştirilmiştir. Bununla birlikte, bu tip ön arıtmanın proses parametrelerinin kontrol edilmesi çok daha hassastır ve bu ürünler için ek maliyetler, proses sıcaklığının düşürülmesinden kaynaklanan enerji tasarrufu ile telafi edilmez. Çoğu binek otomobil üreticisi, çok metalli binek otomobil gövdelerinin ön işlemi için bu sistemleri henüz onaylamamıştır.

E-kat (EC)
Katodik elektrodepozisyon, elektrolitik kaplama veya katodik daldırma kaplamanın kısaltması olan E-coat (EC), ön işleme tabi tutulmuş gövdenin sulu bir kaplamadan geçirildiği bir daldırma işlemidir. Kaplama, korozyon koruması sağlar ve aşağıdaki püskürtme uygulamaları için alt tabaka olarak düzgün bir filmde elektriksel olarak biriktirilir. Araba gövdesi katot görevi görür (negatif yüklü) ve anotlar tankın alt ve yan duvarlarında bulunur. Yüksek amperlerde, EC banyosuna araç gövdesi başına 5-10 kWh enerji verilir ve banyo sıcaklığını 30 °C'nin altında tutmak için soğutma gereklidir. Fazla kat araba gövdesinden durulanır. Elektriksel olarak birikmemiş boya partikülleri, son adım olarak ultrafiltrat ve deiyonize (DI) su ile ters kademeli durulama ile uzaklaştırılır. E-kaplama filmi daha sonra bir kurutma fırınında kürlenir. Genel olarak, e-kat tankının ayrı bir egzoz havası sistemi vardır ve bazı kurulumlarda e-kaplama kabininden çıkan gazlar, VOC'leri azaltmak için e-kaplama kurutma fırınına iletilir (bkz. Bölüm 2.2.3.5).

Sızdırmazlık, gürültü sönümleme ve gövde altı kapağı (SD)
E-kat kuruduktan sonra kalite kontrol ve onarım istasyonlarına devam eden gövdeler, sızdırmazlık, gövde altı koruma ve ses sönümleyici malzeme uygulanan iş yerlerine nakledilir. Bunlar macunsu maddelerdir ve manuel olarak veya robotlarla havasız püskürtme veya ekstrüzyon kullanılarak uygulanır. Gürültü sönümleyici malzemeler, sıcak eriyiklerle karıştırılmış prefabrik boşluklar olarak da mevcuttur. Bu kaplamalar, gövdeler sprey boyama ünitesine girmeden önce genellikle ayrı bir fırında jelleştirilir.

[12] Krom VI pasivasyonu artık ömrünü tamamlamış araçlarda 2000/53/EC sayılı Direktife ('ELV Yönergesi') uyum sağlamak için kullanılmamaktadır.



NOT:
Tekil alt süreçlerin ana çevresel etkileri (tüketim, emisyon) dahildir**.**
* Tercihi.
x Entegre proseslere sahip boyahanelerde değil.
+ Ek VOC oksidasyonu olan istisnai durumlarda. Bazı durumlarda venturi yıkayıcılar yerine kuru filtre teknikleri kullanılır.
PT: Ön arıtma; CLE: Temizleme ve yağdan arındırma; PHO: Fosfatlama; EC: E-kat; SD: Sızdırmazlık ve sönümleme; PR: Astar; TC: Sonkat; BC: Baz kat; CC: Şeffaf kaplama; FI: Bitir (Yeniden İşleme); CP: Boşluk koruma.
Kaynak: [201, ACEA 2016]

Şekil 2.10: Binek otomobillerin kaplanması için standart süreç akışı (PC)

2.2.3.2.2. Püskürtme (sprey) kabinleri

Sızdırmazlık ve ses sönümleme işleminden sonra gövdeler, astar ve son katların (baz kat ve vernik) uygulandığı boya kabinlerine devam eder.

Üst gövde yeniden işleme ve hazırlama işlemlerinden toz ve kalıntıları çıkarmak için, araç gövdeleri iyonize hava üfleme istasyonlarından geçer ve/veya dönen tüyler veya robotla çalışan emme fırçaları ile fırçalanır ve ardından hava kilitleri aracılığıyla püskürtme (sprey) kabinine aktarılır.

Boya ve solventler genellikle ayrı bir odada depolanır ve halka hatlardan püskürtme kabinlerine pompalanır. Aşırı boya püskürtme, aşağı yöndeki kabin havasıyla, boya kabininin açık ızgara döşemesinin altına yerleştirilen partikül filtrelerine veya yıkayıcılara aktarılır.

Püskürtme kaplama işlemi, kapalı kabinlere ihtiyaç duyar ve kontrollü kabin havası koşulları gerektirir ('boya penceresi', yani nem, sıcaklık ve laminer aşağı çekiş). Solvent bazlı boyalara kıyasla, su bazlı boyaların boya penceresi daha küçüktür, bu da aşırı iklim koşullarına sahip bölgelerde soğutma veya nem alma için daha yüksek enerji tüketimine neden olabilir. Gövde yüzeyinin hemen yakınında stabil ve tekrarlanabilir uygulama koşulları sağlamak ve boya kabininin altındaki partikül ayırıcı sistemlere fazla püskürtülen boya partikülünü aktarmak için 0,15 m/s ila 0,4 m/s arasında sabit bir laminer aşağı hava akışı gereklidir. Ek olarak, hava değişim oranı, VOC konsantrasyonunu alt patlama limitlerinin (LEL'ler) altında ve manuel uygulama durumunda mesleki maruziyet limitlerinin altında güvenli bir şekilde tutacak kadar yüksek olmalıdır. Sağlık ve güvenlik hususları nedeniyle, manuel sprey kaplama ile birlikte kabin hava devridaimine izin verilmeyebilir.

2.2.3.2.3. Boyanın ve kaplamanın uygulanması

Otomasyon

Otomasyon, genellikle daha az boya veya sızdırmazlık maddesi kullanarak ve dolayısıyla daha az VOC kullanarak ve yayarak uygulama verimliliğini büyük ölçüde artırır. Başlangıçta tüm boya işlemleri, pnömatik atomizörlü el tipi püskürtme tabancaları kullanılarak manuel olarak yapıldı. Bugün bu sadece Avrupa'daki binek otomobil boyahanelerinde özel durumlarda yapılmaktadır. Yaklaşık 1980'den 2000'e kadar, dış boyama, portal şeklinde boya makineleriyle otomatikleştirilirken, iç kaplama ve ek dış boyama manuel olarak kaldı (ayrıca bkz. Bölüm 2.4.4.1). 2000'den 2005'e kadar robotlar boyama makinelerinin yerini almış ve manuel dış boyamayı ortadan kaldırmıştır (ayrıca bkz. Bölüm 2.4.4.2). Robotlar, manuel iç boyamanın yerini almak üzere 2010 yılında uygulamaya konulmuştur ve bu süreç devam etmektedir.

Atomizasyon teknikleri ve boya transferi

Sıvı boyayı dağıtmak ve boya aerosolünü vücut yüzeyine aktarmak için kullanılan farklı püskürtme teknikleri vardır. Boya transferinin optimizasyonu, boya ve solvent kullanımını azaltarak VOC emisyonlarını azaltır.

- Sıkıştırılmış boyanın bir püskürtme memesinden pompalandığı yerde havasız püskürtme. Bu, binek otomobillerin seri kaplamasında yaygın olarak kullanılmamaktadır. Ancak gövde altı kaplamada (PVC) havasız uygulama standarttır.
- Boya ve basınçlı hava karışımının (bazen yüksek sıcaklıkta veya hava yerine nitrojen ile) boya memesinden geçirildiği ve ince bir boya aerosolüne (pnömatik atomizasyon) genişlediği hava püskürtme veya pnömatik püskürtme. Otomotiv endüstrisinde bu konsept, HVLP (yüksek hacimli düşük basınçlı) atomizasyon olarak azaltılmış hava basıncı ile yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Pnömatik olarak atomize edilmiş boya spreyinin elektrikle yüklendiği ve topraklanmış bir gövdeye çekildiği pnömo-elektrostatik tabancalar da kullanılabilir.
- Çoğu araç boyahanesinde elektrostatik şarjlı yüksek hızlı döner çan püskürtme kullanılmaktadır.

Dahili şarjlı bir elektrostatik püskürtme uygulaması kullanılıyorsa, su bazlı boyalara sahip boya besleme sistemleri, özel elektrik (galvanik) ayrıştırma düzenlemelerine (örn. kartuş sistemleri) ihtiyaç duyar. Alternatif olarak, su bazlı boyalar için harici şarjlı elektrostatik püskürtme çanları kullanılabilir.

Boya aerosolü, bir elektrik alanı gradyanı boyunca veya bu kuvvetlerin bir kombinasyonu boyunca, yönlü bir hava akışında kendi parçacık momentumu ile kaplama yüzeyine aktarılır. Boya akış hızı, çan dönüşü, voltaj ve yönlü hava akışı gibi işletim parametreleri değiştirilerek, püskürtme jetinin şekli vücut yüzeyine uyarlanabilir ve transfer verimliliğini optimize etmek için kullanılabilir. İç gövde parçalarının boyanması için elektrostatik şarj azaltılabilir veya devreden çıkarılabilir.

Renk değişimi ve temizlik
Boya atığı ve temizlemeden kaynaklanan solvent emisyonlarındaki azalmalar, boya renk temini ve değiştirme ve kullanılan temizleme yöntemlerinin optimizasyonu ile sağlanır.

Bazı mevcut boya atölyelerinde, aynı renkteki olası en büyük araba gövdesi bloklarını temel kat kabinine sağlamak için büyük depolarda araba gövdeleri renge göre sınıflandırılır (bkz. Bölüm 17.6.2.1). Bununla birlikte, düşük kayıplı renk değişimi tekniklerinin (bkz. Bölüm 17.2.4) tanıtılması, malzeme tüketimini ve solvent emisyonlarını azaltmanın bir yolu olarak yüksek renk blok uzunluklarının önemini azaltmıştır.

Büyük hacimli araç boyahanelerinde, boya genellikle bir boya tedarik merkezinde depolanır ve her bir hattın bir boya tipine ve rengine ayrıldığı çelik halka hatları ile püskürtme kabinlerine pompalanır. Az kullanılan renkler genellikle kabine yakın küçük boya dağıtım sistemlerinden sağlanır. Baz kat ve astar için (boyahanede birden fazla astar rengi kullanılıyorsa), bu halka hatları her bir uygulama ünitesi için (tek atomizerli robot veya birkaç atomizörlü boya makinesi) renk değiştirme cihazlarına bağlanır. Renk değiştiriciler ya boya kabininin yan duvarlarına yerleştirilir ya da nihai robot koluna entegre edilebilir. Alternatif olarak, ayrı boya kartuşları bir yerleştirme istasyonunda boyayla (0,5-1,0 l) doldurulur ve talep üzerine uygulama robotuna otomatik olarak kenetlenir. Diğer birçok sistem de kullanılmaktadır.

Boya besleme halka hatları sadece ara sıra boşaltılır ve solvent ile temizlenir. Kaldırılan boya ve temizlik maddeleri toplanır ve atık olarak bertaraf edilir. Renk değiştirme cihazlarında ve püskürtme başlıklarında temizleme ve renk değiştirme işlemleri daha sıktır ve çevreyle daha fazla ilgilidir. Renk değişimi, (a) eski rengin çıkarılmasını, (b) besleme sisteminin temizlenmesini ve (c) yeni rengin doldurulmasını içerir. Temizlik için organik solventler veya solventsiz temizlik maddeleri ve/veya basınçlı hava kullanılabilir. Püskürtme tabancaları, nozullar ve boya çanlarının konileri talep üzerine temizlenir. Kullanılmış solventler yakalanır ve renk değiştirme ve temizleme işlemlerinden kaynaklanan boya artıkları ile birlikte genellikle toplanır ve atık olarak bertaraf edilir.

Boya kayıplarını azaltmak için son 20 yılda birkaç farklı pigleme ve temizleme tekniği geliştirilmiştir. Renk değiştirme anahtarından sonra halka boruların veya atomizer besleme hattının temizlenmesi ve yeniden doldurulması için kullanılırlar.

2.2.3.3. Kaplamalar

E-kat (EC)
Organik kaplama, organik asitlerle nötralizasyon yoluyla suda çözünür hale getirilen amin modifiyeli epoksi reçinelerine dayanmaktadır. Uygulama konsantrasyonları %16-20 katı ve %1-2 organik çözücüdür.

Sızdırmazlık ve sönümleme (SD)
Taş talaşı koruması için yüksek viskoz kaplamalar (genellikle PVC plastisoller) ve dikiş dolgu macunları, çeşitli ekstrüzyon teknikleri ve havasız püskürtme ile manuel veya robotlarla uygulanır. Çoğu durumda, gürültü sönümleyici malzeme ya özel olarak tasarlanmış pedler ya da ekstrüde edilebilir macun olarak bu bölümde de uygulanır. Malzemeler çok düşük VOC içeriğine sahiptir (%2–5); yine de plastisol uygulamasının yüksek olduğu işyerleri havalandırması iyileştirilmiş kabinlerdedir. Gövdeyi gürültü emici kaplamalarla donatmak, araç içindeki akustik özellikleri iyileştirir. Daha yüksek performans (ve daha fazla sızdırmazlık) talebi sürekli olarak artmaktadır. Bu da VOC emisyonlarını artırabilir.

Jelleşme (jelleşme/jelleşme) özel kapatıcı fırında başlar ve nihai olarak bir sonraki fırında (astar veya son kat) tamamlanır.

Bazı tesislerde, araç üretim tesisinin son montaj bölümünde gövde altı ve talaş koruması için malzemeler uygulanmaktadır.

Sprey kaplama

Sprey kaplama boyaları, organik reçinelerin katkı maddeleri, organik veya inorganik renk pigmentleri (vernik kaplama hariç) ve solventler ile karışımlarıdır ve tek bileşenli (1K) veya iki bileşenli (2K) sistemler olarak tasarlanır.

Sprey kaplama, arka arkaya üç adımda, astar, taban kaplama ve vernik yapılır. Her kaplama işlemi için malzeme tüketimi, alt tabaka yüzeyine aktarılacak katı madde miktarına bağlıdır. Bu nedenle solvent tüketimi, kullanılan katıların kütlesine ve ilgili kaplama malzemesinin solventlerin katılara oranına bağlıdır. Ne tek başına bir kaplama malzemesinin solvent içeriği ne de katı içeriği solvent tüketimi (ve emisyonu) ile ilgili çevresel uygunluk için uygun bir gösterge değildir.

Astar (PR)

Primer, taş talaşı koruması, alttaki e-kaplamanın UV kaynaklı ayrışmasının önlenmesi ve yüzeydeki küçük pürüzlerin veya yuvarlanan dokuların doldurulmasını sağlar. Astar sistemleri polyester, melamin ve/veya poliüretan reçinelere dayanmaktadır. Astarlar genellikle belirli baz kat rengine uygun iki (en fazla dört) farklı tonda uygulanır. Dört farklı tona kadar renkli astarlar standarttır ve taban katının kalınlığını azaltmaya yardımcı olur. Astar sistemleri solvent bazlı veya su bazlıdır. Son toz astar hattının kapatıldığı 2015 yılına kadar Avrupa'da bazı tesislerde toz astar kullanılmıştır. Astar tabakası, astar fırınında bir önceki solvent flash-off'undan sonra kürlenir. Gövdeler son kat hattına girmeden önce, üst kaplama adımlarının sonucunun kalite kontrolü ve yüzey kusurlarının zımparalama ve bazen yeniden kaplama yoluyla manuel olarak yeniden işlenmesi yapılır.

Sonkat (TC)

Bu genellikle iki katmandan oluşur: taban kaplaması (BC) ve vernik kaplaması (CC). Bazı binek otomobiller ve birçok ticari araç verniksiz kaplanır ve bu durumlarda gövdeye uygulanan son kat astar boyadır. [265, TWG 2019].

Baz kat (BC)

Bu katman, kaplamanın rengini ve etkisini (metalik, sedefli) belirler. Binek otomobiller için, genellikle beş farklı ton, ürün hacminin (yüksek koşucular) %90'ından fazlasını kapsar ve üreticinin belirli bir otomobil modeli için renk portföyü nadiren 40 farklı rengi geçer. Bağlayıcı sistemler polyester ve melamin reçineleridir. Su bazlı kaplamalarda akrilatlar ve poliüretanlar da kullanılmaktadır. Pigmentler organik veya inorganik olabilir (titan veya demir oksitleri, silikatlar, alüminyum pulları) ve kurşun, kadmiyum ve krom gibi ağır metaller içermez. Organik pigmentler, kompleksler veya halojenli bileşikler halinde bağlı küçük miktarlarda bakır veya nikel içerebilir. Hem solvent bazlı hem de su bazlı sistemler dünya çapında otomotiv endüstrisinde mevcuttur.

Islak boya bir flash-off bölgesinde kurutulur (ancak kürlenmez) ve ardından vernik alanına aktarılır. Bazı renkler (özel filo renkleri veya beyaz tonları) solvent bazlı tek kat son kat (monocoats) olarak ek vernik olmadan uygulanır.

"Efekt rengi" terimi, metalik, sedefli veya renkli flip efekti gibi çeşitli özel polikromatik efektlere sahip baz kaplama sistemleri için genel bir terim olarak kullanılır. Bu sistemler iki veya üç adımda yaş üstüne yaş olarak uygulanır ve her zaman bir vernik tabakası ile birleştirilir.

Efekt kaplamalar ve metalik kaplamalar iki adımda uygulanır: birincisi yüksek devirli elektrostatik çanlarla; ikincisi, pnömatik veya elektro-pnömatik olarak yüksek devirli elektrostatik çanlarla. Daha düşük transfer verimliliğine sahip pnömatik atomizörlerle tek adımlı uygulamaya kıyasla daha az malzeme tüketilir ve solvent emisyonları daha düşüktür. Bununla birlikte, ek katmanlama veya araç başına çoklu renk şemalarının uygulanması, emisyonları artırma potansiyeline sahiptir.

Şeffaf kaplama (CC)

Son boya tabakası, yüksek parlaklık ve renk derinliği, optimum görünüm ve kimyasal ve çizilme direnci sağlayan şeffaf kaplamadır. Kimyasal bileşim, akrilat ve polyester reçinelerinin bir kombinasyonuna dayanmaktadır. Tek bileşenli (1K) solvent bazlı veya iki bileşenli (2K) solvent bazlı vernikler kullanılmaktadır. 2K sistemleri, sprey sistemine mümkün olduğunca yakın bir karıştırıcıda eklenen izosiyanat sertleştiricileri kullanır.

Vernik uygulamasının ardından bir parlama bölgesi ve ardından son kat fırını (aynı zamanda vernik fırını olarak da bilinir) gelir.

Su bazlı vernikler (2K sistemleri veya 1K sistemleri) ve ayrıca toz vernikler veya toz bulamaçlar artık binek otomobil ve kamyonet boyahanelerinde kullanılmamaktadır. Binek otomobil ve kamyonet boyahanelerinde, 2010 yılına kadar bir fabrikada 1K su bazlı vernik sistemi kullanıldı ve bunun yerini 2K solvent bazlı vernik sistemi aldı. 2010-2013 yılları arasında toz vernik ve toz bulamaç solvent bazlı 2K yüksek katılı sistemlerle değiştirildi. Bu kararların nedeni, müşterilerin artan kalite gereksinimlerinin artık mevcut boya sistemleri ile karşılanamaması ve İlgili tarafların görüşüne göre, başarılı bir gelişme imkansızdı ve ekonomik olarak haklı gösterilemezdi. Birkaç durumda, ticari araç boyahanelerinde toz boyalar hala kullanılmaktadır.

Son bir boyama adımı, çamurlukların etrafına ve/veya aracın motor bölmesine karartma boyası uygulanmasıyla gerçekleştirilebilir.

Bitirme (yeniden işleme) (FI)

Genel olarak bitiş bölgesi olarak adlandırılan özel muayene bölgelerinde ve onarım kabinlerinde kalite kontrolü ve fabrika içi boya onarımı (gerekirse) gerçekleştirilir. Bu tür onarımlar için kullanılan malzemeler ya boya onarım sistemleri (perakende onarımlarında kullanıldığı gibi) ya da ana hattaki boyaların aynısı veya benzeridir. Daha büyük kusurlu gövdeler zımparalanır ve iyi kısımlar maskelendikten sonra tüm gövde son kat hattına geri alınır (ikinci çalışma).

Boşluk koruma (CP)

Boşlukların (yapısal nedenlerle mevcut olan) iç yüzeylerinin ek korozyon koruması, bir mum filmi ile sağlanır. Bu kaplama iki teknikle gerçekleştirilebilir:

- mum çözeltileri (çözücü bazlı), mum emülsiyonları (su bazlı) veya %100 mum (hava ile temas ettiğinde jelleşen sıvı ön polimerler) kullanarak püskürtme;
- boşlukları saf (%100) ısıtılmış mumla doldurmak.

2.2.3.4. Aşırı sprey ayırma

Otomasyon ve boya transfer tekniklerindeki gelişmelere rağmen bazı boya partikülleri araç gövdesine çarpmamakta ve egzoz havası ile dışarı atılmaktadır. Hava kirliliğini en aza indirmek için çeşitli teknikler uygulanmaktadır.

Mevcut kurulumlarda çapraz akışlı venturi yıkayıcılar standarttır. Bu sistemlerde, venturi nozulunda kabin havası ve su damlacıklarının kuvvetli bir karışımı meydana gelir ve boya partikülleri yıkama suyuna aktarılır. Boya partikülleri ayrıştırılır ve atık olarak yönetilir ve su geri dönüştürülür.

Yakın tarihli sıfırdan kurulumlarda ve mevcut boyahanelerdeki boya hatları tamamen yeniden inşa edilirse, genellikle alternatif yakalama teknikleri kullanılır:

- Kireçtaşıyla kuru temizleme: boya kireçtaşı tozuna yapışır ve ardından sert bir parçacık filtresi kullanılarak ayrılır;
- elektrostatik yıkama (durulanmış elektrik filtresi);
- labirent filtreler (karton kutular);
- küçük boya kabinlerinde (nokta onarımı ve boya rötuşu) labirent filtrelerde (karton kutular veya plastik kuru filtre sistemleri (boya önleyici filtreler)).

2.2.3.5. Kurutma

Boya/kaplama uygulandıktan sonra yaş boya filmi fırınlarda kurutulur. Bu, aşağıdakilerin bir kombinasyonudur:

- Su ve/veya organik çözücülerin buharlaşması nedeniyle ıslak filmin katılaştığı fiziksel kurutma;
- Polimerizasyon, polikondenzasyon, poliadisyon veya oksidatif kurutma ile kimyasal çapraz bağlama/ağlaştırma (pişirme/sertleştirme).

Bu prosesler, bileşenlerin karıştırılmasından hemen sonra veya uygulamadan hemen sonra oda sıcaklığında başlar, ancak kaplamanın tam bir sertleşmesini sağlamak için önceden tanımlanmış bir kürleme sıcaklığına ulaşılmalı ve yeterince uzun süre muhafaza edilmelidir.

Fırınlar, termal izolasyonlu uzun tünellerdir (60 m ila 180 m'den fazla uzunluk). Çıkış hava kilidinden sonra, araç gövdeleri dış hava ile bir soğutma bölgesinden geçer. Genellikle konveksiyon kurutucular, bazen IR radyasyon kaynaklarıyla birlikte kullanılır. Kurutucular doğal gazla ısıtılır ve çoğu durumda, kurutucu egzoz havasının VOC içeriğinin oksitleyicileri olarak aynı anda çalışan reküperatif oksitleyicilerden ısı geri kazanılır.

2.2.3.6. Çıkış gazlarından VOC giderimi

Çıkış gazlarından VOC giderimi, ekstraksiyon ve arıtmada büyük miktarda enerji tüketir. Genellikle kurutuculardan çıkan egzoz havasının temizlenmesi için uygulanır, çünkü:

- Yanma enerjisinin çoğu, kürleme fırınlarını ısıtmak için kullanılabilir (kurutucu-oksitleyici kombinasyonunun seçilen tasarımına bağlı olarak);
- düşük atık gaz hacimleri (5 000-15 000 Nm^3/saat) ile birlikte yüksek ham gaz konsantrasyonları (200-500 mg C_{tot}/Nm^3);
- Hoş olmayan kokulu bileşenlerin (boya küründen kaynaklanan bozunma ürünleri) salınmasını önler.

Kurutucu hava, sonunda atık gaz olarak tahliye edilmeden önce sirküle edilir (iç solvent birikimi). Tipik olarak, fırın ısıtma üniteleri olarak belirli kurutuculara çok sık bağlı olan reküperatif veya rejeneratif termal oksitleyiciler kullanılır. Bazı durumlarda, solvent yükü düşükse ve çıkış gazı arıtımından enerjinin yeniden kullanımı mümkün değilse, kurutucu fırınlar atık gaz arıtımı olmadan çalıştırılır.

2.2.3.7. Atık yönetimi

Tesise özel atık yönetimi önlemleri, atıkları azaltmayı ve yüksek bir geri dönüşüm veya geri kazanım oranı elde etmeyi amaçlar. Bu, kaplama faaliyetleri sırasında üretilen atıkların azaltılması, mümkünse geri dönüştürülmesi, farklı türdeki atıkların ayrıştırılması anlamına gelmekte ve bazen susuzlaştırma (boya çamuru, fosfat çamuru) veya sıkıştırma (folyo, ambalaj atığı) gibi atık arıtma işlemlerini içermektedir.

2.2.3.8. Boyahane aileleri

Boya sistemleri, solvent tipine bağlı olarak (organik) solvent bazlı (SB), su bazlı (WB) veya (solventsiz) toz boyalar (PO) olarak adlandırılır. "Su bazlı boya" terimi, kullanıma hazır malzemede organik çözücülerin bir kısmının (%100 olması gerekmez) su ile değiştirildiği anlamına gelir. En sık kullanılan kaplamalar için ilgili veriler Tablo 2.5'te sunulmuştur.

Tablo 2.5: Binek araç kaplaması için tipik sprey kaplamaların özellikleri

Kaplama	VOC İçeriği (%)	Katı madde içeriği (%)	VOC/Katı madde oranı	Malzeme tüketimi (kg/ünite)	Kuru tabaka kalınlığı (µm)
SB astar	35-50	50-65	0.5-1.0	1.1-2.8	20-40
WB astarak5-12	45-55	0.1-0.26	1.2-2.4	20-40	
SB orta katı (MS) temel kat *	78-82 (60)	18-22 (40)	3.6-4.5	1.4-3.5	10-15 (25)
SB yüksek katı maddeli (HS) temel kat *	55-65 (50)	35-45 (50)	1.3-1.8	1.5-2.2	12-20 (25)
SB)ok yk katı maddeli (HS) temel kat *pik	20-25	75-80	0.25-0.33	2.9-3.8	35-45
WB taban kaplaması *	12-17	16-22 (40)	0.6-1.0	2.3-3.5	10-15 (25)
WB son kat (MHTC)	18-22	45-50	0.36-0.49	1.9-2.1	35-45
SB 1K vernik	40-50	50-60	0.66-1.00	2.0-3.0	40-45
SB yüksek katı maddeli (HS) 2K vernik	35-45	55-65	0.7-0.8	1.4-2.4	30-55
* Parantez içinde belirtilen rakam, düşük opaklığa sahip renklere aittir. *Kaynak*: [142, ACEA 2016]					

Tarihsel olarak, boya sistemleri, yaklaşık 300 g/m^2'lik bir spesifik VOC emisyonu ile % 85'e kadar solvent içeriğine sahip solvent bazlı olmuştur. 1970'lerin sonlarında, pahalı ve enerji tüketen atık gaz arıtma sistemlerini çalıştırmaya gerek kalmadan solvent emisyonlarını azaltmak amacıyla su bazlı kaplamalar geliştirilmiştir. AB'de birkaç on yıl boyunca, araba boyahanelerinde su bazlı vernik kullanılmış ve bazı üreticiler tarafından astar ve vernik olarak toz boyalar kullanılmıştır, ancak bu malzemeler için giderek artan kalite taleplerinden dolayı araba ve kamyonet boyahaneleri nihayet 2015 gelindiğinde faaliyetlerine son vermiştir (bkz. Bölüm 2.2.3.3).

Zamanla, iki temel kaplama sistemi konsepti ortaya çıkmıştır: solvent bazlı kaplamalar (SB) ve su bazlı kaplamalar (WB). Kaplama sisteminin seçimi, ilk bakışta alt süreçler aynı olmasına rağmen, boyahane tasarımında temel ve çoğunlukla geri dönüşü olmayan farklılıklar gerektirir. Boyahane tasarımındaki bu farklılıklar nedeniyle, boyahanede köklü değişiklikler yapılmadan solvent bazlı boyalardan su bazlı sprey boyalara geçiş yapılamaz. Boya sistemi, ilgili boyahane tasarımı ve boya uygulama tekniğinin her bir kombinasyonuna "boya atölyesi ailesi" denir ve her bir boya atölyesi ya WB ya da SB boyahane ailesine aittir.

Tablo 2.6: SB ve WB boyahane aileleri arasındaki teknik farklılıklar

Sprey kaplama sistemi	Solvent-bazlı	Su-bazlı (şeffaf kat hariç)
Baz kat ve vernik arasında ara kurutucu	Kısa flash-off bölgesi (her durumda değil)	Ara kurutucu (T = 50-80 °C, t = 5-10 dakika) ve giriş/çıkış hava kilitleri gerekli, tipik uzunluk: 35-55 m (son kat hattının toplam uzunluğunun + %75'i)
Primer kurutucu fırın ısıtma eğrisi	100 °C'nin altında sıcaklık tutma gerekli değildir	Kaynama noktası sıcaklığını aşmadan önce suyu buharlaştırmak için gerekli 5-10 dakikalık sıcaklık tutma
İnşaat malzemesi ve boya kabinleri	Standart galvanize çelik	Boya ile temas eden tüm parçalar için paslanmaz çelik
Elektrik yüklü zillerin kullanımı	Otomatik uygulama kısıtlama yok	Otomatik uygulama. Biraz daha az verimli olan, elektrikle ayrılmış bir boya besleme sistemi gereklidir.
Boya penceresi	Su bazlı boyalardan daha geniş	Nem aralığında kısıtlamalar. Yerel iklim koşullarına bağlı olarak, klima için ek ekipman gereklidir
Kaynak: [142, ACEA 2016]		

Mevcut tesislerde, bir aileden diğerine geçiş (SB'den WB'ye), ancak mevcutta üretimi kesintiye uğratmadan paralel olarak ikinci bir boyahane (veya boyahane hattı) inşa etmek için yer varsa ve üretimin kesintiye uğramadığı durumlarda yapılabilir. Yeni boya atölyesi kaporta atölyesine ve montaj atölyesine bağlanabilir. Bu kısıtlamalar nedeniyle, böyle bir dönüşüm çok pahalıdır ve nadiren yapılır. Bu değişikliklerin uygulandığı yerlerde, bunlar çoğunlukla bir alt prosesle sınırlıdır. Bu tür boyahaneler bundan dolayı SB-MIX boyahaneleri olarak adlandırılır. AB'deki fiili durum Tablo 2.7'de gösterilmektedir.

Tablo 2.7: AB'deki farklı boyahane ailelerinin tahmini yüzdesi

Boyahane ailesi	Alt-proses			Tesisatlar	Proses	Tesisatlar
	PR *	BC *	CC			
WB	WB	WB	SB	57 %	Standart	42 %
					Birleşik	15 %
SB-MIX	WB SB	SB WB	SB	28.5 %	Standart	27 %
					Birleşik	1.5 %
SB	SB	SB	SB	14.5 %	Standart	13 %
					Birleşik	1.5 %
					Standart (tüm aileler)	82 %
					Birleşik (tüm aileler)	18 %

* Entegre süreçlerin çeşitli versiyonları için farklı isimler ve kısaltmalar kullanılmaktadır (bkz. Bölüm 2.2.3.9). Not: Üç yaş proses, 'entegre proses' terimine dahildir.

PR: astar; BC: temel kat; CC: şeffaf kaplama; WB: su bazlı; SB: solvent bazlı; SB-MIX: solvent-su karışımı.

Kaynak: [201, ACEA 2016], veriler, 67 (toplam 74) binek otomobil boyahanesinden oluşan bir örneğe dayanmaktadır.

2.2.3.9. Yeni boyahane konseptleri

Son 10 ila 15 yılda, önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlayan yeni boyahane konseptleri geliştirilmiştir:

a) Aşağıdakilerden birini kullanarak astar fırınının ortadan kaldırılması:

- ıslak-ıslak-ıslak-ıslak (üç-ıslak), ara kurutma/kürleme olmaksızın astar, baz kat ve vernik uygulaması;

- entegre prosesler (IP), iki adımda uygulanan yeni bir baz kat tipinde astar ve baz kaplama fonksiyonlarını birleştirir.

Her iki kaplama konsepti de solvent bazlı veya su bazlı boyalarla çalıştırılır; ancak vernik her zaman solvent bazlıdır.

- Püskürtme kabini hava devridaimi, genellikle fazla püskürtülmüş boyanın kuru olarak ayrılmasıyla birlikte.

Birden çok teknik kısıtlama nedeniyle, bu konseptler genellikle mevcut kurulumlarda makul bir maliyetle mümkün değildir, ancak yeni boya atölyelerinin tasarımı için veya mevcut olanların tamamen yenilenmesi durumunda ek seçenekler sunar. Şu an itibariyle, tüm AB binek otomobil boyahanelerinin %18'i halihazırda ya üç yaş prosesi veya entegre prosesi kullanmaktadır ve birçok üretici bunu yeni yeşil alan projeleri için geleceğin standardı olarak görmektedir. Fazla püskürtülmüş boyanın kuru olarak ayrıştırılmasını sağlayan sistemler de ayrıca tüm AB boyahanelerinin %18'inde püskürtme kabinlerinden en az birinde kurulu durumdadır. [201, ACEA 2016].

Toplam VOC emisyonları bu tekniklerden önemli ölçüde etkilenmemektedir; başlıca çevresel avantajlar su (hava nemlendirmesi için) ve enerjiden (astar fırın ısıtması yok, kabin havasının önemli ölçüde daha az koşullandırılması ve hareket ettirilmesi için) tasarruf edilmesidir. Bu yöntemler ayrıca alandan da tasarruf sağlamaktadır (astar fırını yok, astar (PR) ve taban katı (BC) arasında çalışma alanı yok).

2.2.3.10. Binek araç boyahanelerindeki özel ürünler

Boya atölyesi işletmecileri, iki tonluk arabalara yönelik artan bir taleple karşı karşıyadır. Gövde tek renkle tamamen kaplandıktan sonra yüzeyin bir kısmı maskelenir ve gövde ikinci rengi uygulamak için tekrar baz kat çizgisine getirilir. Bu, ek solvent tüketimi, VOC emisyonları, atık üretimi ve enerji tüketimi ile sonuçlanır (ayrıca bkz. Bölüm 2.3.1 ve 2.3.2).

Bazı tesisatlarda N1 kategorisine giren kamyonetler binek araçlarla birlikte boyanmaktadır. Gövdenin beyaz (BIW) iç yüzeyinin çoğunun sonunda plastik parçalar, kumaş veya halı ile kaplandığı binek otomobillerin aksine, kamyonetlerin kargo bölmesinde tipik olarak hiç pencere yoktur veya yalnızca küçük pencerelere ve ihtiyaç duyulan büyük görünür iç yüzeylere sahip olup bunların dış yüzeylerle aynı katlarla kaplanması ve aynı kalitede olması gereklidir. Bu durum, binek otomobillerin kaplamasına kıyasla daha yüksek emisyonlara yol açmaktadır.

Genellikle, son montaj hattında araç gövdesine takılan asılı parçalar (örn. tamponlar) ayrı boyahanelerde boyanır. Ancak bazı durumlarda bu parçalar ve satış sonrası servis için yedek parçalar kaporta kızaklarına veya ayrı kızaklara monte edilerek aynı boyahanede kaporta ile birlikte kaplanmaktadır.

2.2.4. Kamyonetlerin boyanması

Şekil 2.11, "kamyonet " ürün kategorisinin geniş çeşitliliğini göstermektedir. Klasik olarak, bu tür araçlar, 2007/46/EC[13] sayılı Direktife göre esas olarak N1 kategorisini kapsayan geniş bir gövde/tasarım kombinasyonu sunar, ancak aynı zamanda yolcu taşımacılığı için türetilmiş varyantlar (M1) ve boyutuna bağlı olarak, N2 ve M2 (kamyonet) kategorileri altında da. Daha küçük ürünler için, bazı üreticiler kamyon tasarım ilkelerine dayalı şasili kamyonetler üretse de, yapım ilkeleri genellikle binek otomobillerden (tümleşik monokok/tek gövdeli) türetilmiştir.

[13] Tip Onayı Direktifi: Motorlu taşıtların ve römorklarının ve bu tür taşıtlara yönelik sistemlerin, bileşenlerin ve ayrı teknik ünitelerin onayı için bir çerçeve oluşturan 2007/46/EC sayılı Direktif.

Kamyonetler çok sayıda üretilip satılmakta ve çoğunlukla hat yapısı, kısa çevrimler ve yüksek otomasyon seviyeleri ile yüksek hacimli boyahanelerde üretilmekte olduğundan, genel olarak kamyonetler için boyahanelerin yerleşimi ve boya uygulama teknolojileri binek otomobillerinkine çok benzer niteliktedir.



Kaynak: [142, ACEA 2016]

Şekil 2.11: Kamyonet olarak tanımlanan araç örnekleri

Aşağıda belirtilen hususların VOC emisyonları üzerinde etkisi olabilir ve bunların dikkate alınması gereklidir:

- Binek araçlara kıyasla araç başına daha yüksek boya tüketimine ve g/m^2 olarak daha yüksek spesifik VOC emisyonlarına yol açan geniş iç yüzeylerin kaplanması.
- Çoğu durumda, robotlar ve elektrostatik destekli çanlar, iç kaplamada kullanılamaz. Çoğu zaman, artan çevrim süresi nedeniyle iç kaplama için ek bir boya püskürtme kabini gerekir.
- Sadece solvent bazlı sistemler olarak mevcut olan yüksek oranda tek katmanlı son katlar.
- Müşteriler tarafından çok daha geniş bir renk yelpazesi sipariş edilir. Buna müşteriler tarafından belirlenen özel filo renkleri de dahildir.
- Boya tedarik sistemleri, herhangi bir üretim döneminde birçok rengi sağlayabilmelidir.
- Artan temizlik.
- Korozyona karşı koruma için özel gereksinimler (balmumu, katman kalınlığı, vb.), farklı korozyon koruma garantileri seviyeleri nedeniyle, binek otomobil boyahanelerine kıyasla kamyonet boyama tesislerinde kaplama konseptlerinde daha fazla çeşitliliğe yol açar.
- Araçların boyutları nedeniyle daha büyük kurulumlar.

Kullanılan kaplama kavramları Tablo 2.8'de genel hatlarıyla sunulmuştur:

Tablo 2.8: Kamyonetler için kaplama konseptleri

Katman	EC	PR	BC	CC	TC	Açıklamalar
Katman seçenekleri	WB	WB	WB	SB		
	WB	WB	(WB)	(SB)	WB	BC/CC sadece metalik/özel renkler için
	WB	WB	(SB)	(SB)	SB	BC/CC sadece metalik/özel renkler için
	WB	SB	(SB)	(SB)	SB	BC/CC sadece metalik/özel renkler için
	WB	NA	SB	SB	NA	
	WB	NA	NA	NA	SB	

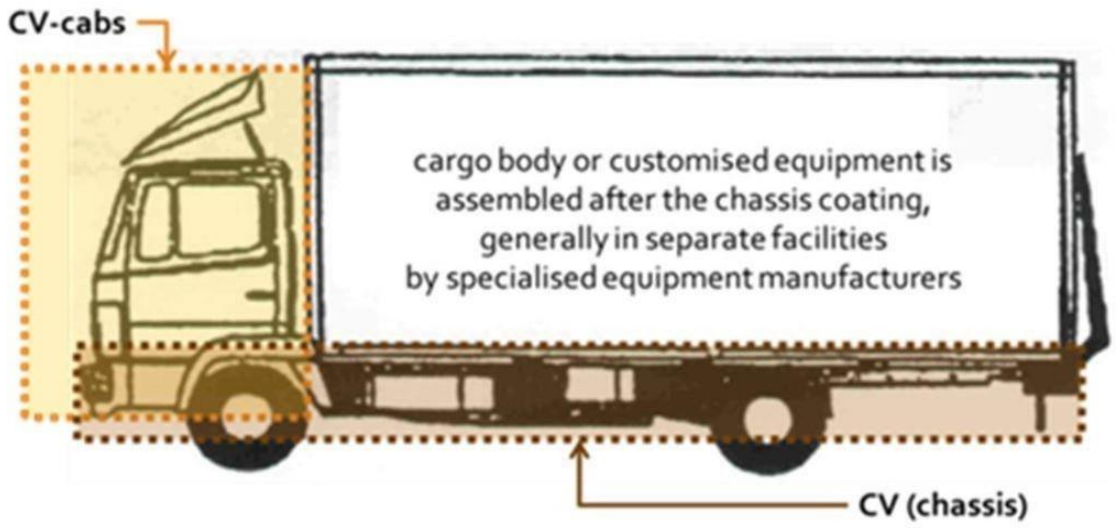
NOT:
NA: Uygulaması yok.
EC: e-kat; PR: astar; BC: temel kat; CC: şeffaf kaplama; TC: son kat; WB: su bazlı; SB: solvent bazlı.
Parantezler isteğe bağlı katman anlamına gelir, yorumlara bakın.
Kaynak: [142, ACEA 2016], veriler Volkswagen AG, Daimler AG, Fiat Chrysler Automobiles NV, Renault, PSA, Iveco, Dürr Systems GmbH, Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co KG'den alınmıştır.

2.2.5. Kamyonların boyanması (kamyon şasesi)

Kamyonlar üç parça halinde üretilir (bkz. Şekil 2.12):

- Şase;
- Sürücü kabini;
- kargo bölmesi / özelleştirilmiş ekipman.

Kamyon üreticisi şasiyi ve kabinleri ayrı ayrı üretip kaplar ve kabini, motoru ve şanzımanı ilgili ekipmanlarla şasi üzerine monte eder. Kamyon kargo gövdesi (kargo kutusu, damper, tank vb.) ile treyler ve semi-treyler üretimi, kamyon montaj tesisinden ayrı olarak uzman üreticiler tarafından gerçekleştirilmektedir[14].



Kaynak: [201, ACEA 2016]

Şekil 2.12: Bir kamyonun tipik tasarımı (sürücü ve kargo için ayrı bölmeler)

Kamyonlar için kalite gereksinimleri büyük önem taşır:

[14] Kargo gövdesinin boyanması IED Ek VII faaliyet 3 (a) iii (kamyonet ve kamyonların kaplaması) kapsamında değildir. Bu parçaların veya ürünlerin kaplanması (çözücü tüketiminin IED Ek I eşiklerini aştığı durumlarda) Bölüm 3 'Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması' kapsamındadır.

- Korozyona, hava koşullarına, kimyasal etkilere (örn. kuş pisliği, asit yağmuru), yontma korumasına, güneşe, araba yıkamada aşınmaya vb. karşı uzun süreli koruma.
- İdeal optik yüzey özellikleri: cila, renk derinliği, bulanıklık, kusursuzluk, dolayısıyla homojenlik ve renklendirmede ve efekt oluşumunda (metalik yüzeyler gibi) tutarlılık sağlar.

Bu yüksek gereksinimler ancak birbirini tamamlayacak şekilde tasarlanmış en az üç, genellikle dört veya belki de beş boya katmanı ile sağlanabilir. Bunlar, uzun süreli korozyon direncini artırmak için geri çekilmiş çeliklerden preslenmiş ve birleştirilmiş gövde parçalarına uygulanır. [201, ACEA 2016].

Avrupa'da aşağıdaki boya tabakası yapısı baskın hale gelmiştir:

- Plastiklere ve metallerden monte edilmiş gövde parçalarına ön işlemler uygulanır (örneğin, uzun süreli korozyon direncini artırmak için çelikler fosfatla ön işlemden geçirilir);
- katodik elektrokaplama astar kaplama;
- gövde altı koruması/dikiş sızdırmazlığı;
- astar kat;
- son kat (baz kat ve vernik yapılabilir);
- Boşluk koruması ve gerekirse nakliye için koruma.

Kamyon çerçevesi (şasi), elektro kaplama, astar ve bazen de son kaplama ile önceden kaplanmış raylardan ve traverslerden perçinlenir. Aktarma organları ve diğer parçaların çerçeveye montajından sonra, son kamyon şasi boya işlemi, şasinin kalan kaplanmamış parçalarının kaplanması, çiziklerin giderilmesi veya müşterinin gereksinimlerine göre ürünün renklendirilmesidir. Tekli bileşenlerin veya cıvatalı parçaların kaplanması aynı sahada yapılıyorsa (bazı büyük kamyon fabrikalarında durum böyledir), bu kaplama işlemleri kurulumun solvent dengesi sınırında kamyon kaplama işlemleri olarak dahil edilir. Kullanılan kaplama kavramları Tablo 2.9'da verilmiştir.

Aşağıdaki ek faktörler VOC emisyonlarını etkilemektedir:

- Siyah veya koyu gri dışındaki renklerin sayısı binek otomobillere göre daha düşüktür, ancak giderek daha fazla müşteri kamyon şasisi ve kabininin aynı veya uyumlu renklerde olmasını istediğinden istikrarlı bir şekilde artmaktadır.
- Karmaşık geometriler ve tek bir üretici tarafından üretilen birçok farklı şasi tipi nedeniyle, kamyon boyahanelerinde normalde otomasyon uygulanmaz.

Tablo 2.9: Kamyonlar için kaplama konseptleri

Katman	EC	PR	BC	CC	TC	Yorumlar
Katman Opsiyonları	*	NA	NA	NA	SB	Son boya sadece renk eşleştirme ve onarım içindir.
	*	NA	NA	NA	WB	
	*	SB	NA	NA	WB	
	WB	NA	NA	NA	SB	

NA: Uygulanamaz.
* Parçalar EC ile (bazen TC ile de) teslim edilir ve kamyon fabrikasında araç şasisine monte edilir.
Kaynak: [142, ACEA 2016] Iveco, Daimler, MAN, Dürr Systems GmbH, Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co KG'den alınan veriler

Boyama manuel veya robotik olabilir. Robot kullanmanın avantajları arasında, daha yüksek transfer verimlilikleri ve tek tip, tekrarlanabilir bir kaplama nedeniyle aşırı püskürtme ve malzeme tüketiminin azaltılması yer alır. Ayrıca, teknolojinin ergonomik avantajları vardır.

Kurutma için, kaplanmış şasiler önce maksimum 40 °C üretim ve kısa hava hızına sahip bir flash-off işletmesi. Daha sonra boya, 85-100 °C hava sıcaklıkta cebri hava sonralarında kurutulur. Son kat 2K yüksek katı maddeli, düşük VOC solvent boya olabilir. Kuruduktan sonra kasa olayına örnektir ve örnek. Şasi boyasının bir parçası olarak akslar oğlu kat boya ile boyanacak ve benzer bir işleme tabi olacaktır.



Kaynak: [201, ACEA 2016]

Şekil 2.13: Bir kamyonun boyanması

2.2.6. Kamyon kabinlerinin boyanması

Kamyonlar için sürücü kabinleri ayrıca kaplanır ve daha sonra kamyon şasisine monte edilir. Genel olarak boyahane tasarımı ve boya uygulama teknolojileri, binek araç boyahanelerininkine çok benzer. Ancak, aşağıdaki özel hususlar dikkate alınmalıdır:

- Çoğu zaman sadece solvent bazlı son kat olarak mevcut olan birçok renk mevcuttur. Müşteriler tarafından çok sık olarak özel filo renkleri reçete edilir ve belirli bir kabin modeli için 300'e kadar renk olabilir.
- Kabin yüzeyinin %50'ye kadarı plastik parçalarla (başlıca polietilen/etilen-propilen-dien (PE/EPDM) enjeksiyonla kalıplanmış parçalar) kaplıdır, bu nedenle her iki yüzey için de çalışan boya sistemleri tercih edilir.
- Kamyon kabini boyama tesisatlarındaki kaplama konseptlerindeki çeşitlilik, binek araç boyahanelerindekinden daha fazladır.

Bu zorluklar, solvent bazlı baz katların veya son katların yüksek yüzdesine yol açmaktadır. Modern solvent bazlı çok yüksek veya ultra yüksek katı maddeli boyalarla (SB-VHS/UHS), su bazlı boyalarla aynı veya daha düşük VOC/katı oranı elde edilebilir. Sadece VOC içeriğinden ziyade VOC'lerin katılara oranı, boya sistemlerinin karşılaştırılması için en iyi gösterge olarak düşünülmelidir. CV kamyon boyamasında bulunan VOC-katı oranları şunlardır:

- 0.25-0.33 SB-VHS/UHS;
- 0.60-1.00 WB BC;
- 0.36-0.49 WB TC (orta/yüksek katı maddeler).

Ayrıca bkz. Tablo 2.5.

Solvent bazlı sistemlerin uygulama penceresi su bazlı boyalara göre çok daha geniş olduğundan ve flash-off bölgeleri ve kurutma fırınlarının daha kısa olması ve daha az enerji tüketmesi nedeniyle bu boyahaneler enerji tüketimi açısından özellikle uzun süre yüksek sıcaklık ve nemin olduğu bölgelerde su bazlı boyalarla diğer boyahanelere göre daha iyi performans göstermektedir.

İlgili üreticinin genel montaj ve üretim lojistiği stratejisine dahil edilmiş birçok farklı kaplama konsepti vardır (bkz. Tablo 2.10). 80 °C ila 90 °C arasında kürlenme sıcaklıklarına sahip olan ve metal ve plastik yüzeyler için eşit derecede geçerli olan boya sistemleri (böylece plastik parça boyama, kabin boyahanesine entegre edilebilir), AB dışı tesisatlarda kabin boyama için zaten sıklıkla kullanılmaktadır ve gelecekte de AB içinde daha çok sayıda boyahanede uygulanmaya başlayacağı kesindir.

Tablo 2.10: Kamyon kabinleri için kaplama konseptleri

Katman	EC	PR	BC	CC	TC	Açıklamalar
Katman seçenekleri	NA	PO	WB	SB 2K	(WB)	Aynı hattaki metalik olmayanlar için TC
	NA	NA	SB	SB		Kabin + plastik parçalar, 80 °C proses
	WB	WB	NA	NA	WB	
	WB	WB	WB	SB	(WB)	Aynı hattaki metalik olmayanlar için TC
	WB	WB	WB	SB		
	WB	WB	NA	NA	SB	
	WB	SB	WB	SB	(WB)	Aynı hattaki metalik olmayanlar için TC
	WB	WB	SB	SB	NA	
	WB	NA	NA	NA	SB	
	WB	SB	SB	SB	NA	
	WB	NA	SB	SB	NA	

NOT:
NA: Uygulaması yok, PO: toz kaplama.
Köşeli parantez içindeki katman seçenekleri için yorumlara bakın
Kaynak: [201, ACEA 2016] Veriler Dürr, Scania, Iveco, Daimler, MAN Trucks & Buses, Volvo Group, Nissan'dan alınmıştır.

Çoğu boya atölyesinde, küçük miktarlar (tüketim 100 kg/gün ila 200 kg/gün aralığındadır) sağlamak üzere uyarlanmış otomatik uygulama sistemleri (robotlar) ve boya tedarik sistemleri ve belirli bir kabin modeli bulunur ve birçok farklı rengin, bazı durumlarda 300'den fazla rengin hızlı değişimine olanak sağlanır.



Kaynak: [201, ACEA 2016]

Şekil 2.14: Kamyon kabini boyama

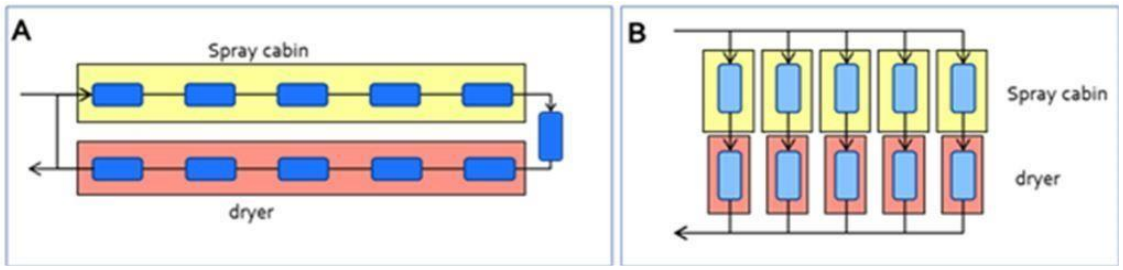
2.2.7. Otobüslerin kaplanması

Prensip olarak, Bölüm 2.2.3'teki proses ve tekniklerin açıklamaları bara kaplaması için de geçerlidir. Başlıca farklılıklar bu bölümde genel hatlarıyla değerlendirilmiştir.

Binek otomobillerle karşılaştırıldığında, otobüslerin üretim hacimleri çok daha küçüktür. Bunun bir sonucu olarak da boyahaneler genellikle daha düşük çıktılar (günde < 20 birim) için tasarlanmaktadır. İki tasarım ve çalışma prensibi ayırt edilir:

- Her kat için ayrı boya kabinleri kullanmak yerine, çok fonksiyonlu bir boya hattı kullanılır ve gövdeler, gerekli tüm kaplama katmanları uygulanıncaya kadar aynı hattan tekrar tekrar aktarılır.
- Boyama, sıralı boya çizgileri yerine boya kutularında yapılır (bkz. Şekil 2.15, bu kavramın genel bir açıklaması yakın bir tarihte yayınlanmıştır[15]).

Bazı durumlarda, bir otobüsün kaplama işlemi iki veya üç farklı üretim sahasına bölünür ve her sahada bir veya daha fazla boya tabakasının uygulanmasından sorumlu olan bir otobüs boyahanesi çalışır. Bu genellikle binek otomobillerin seri üretiminde görülmeyen bir özelliktir.



Kaynak: [201, ACEA 2016]

Şekil 2.15: Büyük (A: sıralı boya hattı) ve orta veya küçük (B: boya kutuları) üretim kapasiteleri için farklı tasarım konseptleri

Otobüs kaplamada göze çarpan önemli bir özellik de müşterinin markaya özel renkleri talep etmesi olup bu nedenle de boyahanelerin 400'den fazla farklı renk tonunu işlemesi gerekmekte ve sıklıkla çok renkli otobüsler ve tur otobüsleri sipariş edilmektedir.

Tüm otobüs gövdeleri elektro kaplamalı değildir. Şehir içi otobüslerin iç yüzeyleri genellikle kaplanırken, özellikle lüks sektördeki otobüsler neredeyse tamamen iç plastik parçalarla kaplanır ve son kat gerektirmez. Bu nedenle boyalı yüzeyler ve g/m2 cinsinden VOC emisyonu her iki grupta da çok farklıdır. Tur otobüsleri için farklı zemin kaplamaları kullanılır; bu malzemeler çift taraflı yapışkan folyolarla sabitlenir veya bazı durumlarda solvent bazlı olan dispersiyon yapıştırıcılarla birleştirilir. Gövde altı koruması, genellikle otobüsün son montajından sonra bir alt takım kaplaması olarak uygulanır.

Kaplama malzemesi, HVLP, geleneksel hava karışımı veya havasız püskürtme tabancaları kullanılarak uygulanır. Aşırı püskürtme, ıslak yıkayıcılar veya kuru filtreler ile ayrılır.

Kurutma için, kaplanmış şasiler önce maksimum 40 °C sıcaklıkta ve düşük hava hızında bir flash-off bölgesine taşınır. Daha sonra boya, 85-90 °C hava sıcaklıklarında cebri hava kurutucusunda kurutulur. Kuruduktan sonra kasa ortam sıcaklığına soğutulur.

[15] Svejda, P. Boya kutusu konsepti veya boyama hattı. Modüler sistemler esnekliği artırır ve maliyetleri düşürür. Int. Surf. Techn. 2011, 4 (2), 26–29; DOI 10.1365/s35724-011-0034-2.



Şekil 2.16: Otobüsler için kaplama işlemleri: e-kat (sol) ve sonkat (sağ)

Tablo 2.11: Otobüsler için kaplama konseptleri

Katman	EC	PR	BC	CC	TC	UC	Açıklamalar
Katman seçenekleri	WB	NA	NA	NA	NA	NA	Diğer boyahaneye E-kat transferinden sonra
	WB	*	*	*	SB	NA	Otobüs montajından sonra bitirin
	*	SB	WB	SB	(SB)	NA	Sadece metalik olmayanlar için son kat
	WB	WB	SB	SB	NA	NA	
	-	SB	WB	SB	(SB)	SB	Sadece metalik olmayanlar için son kat
	SB	WB	NA	NA	SB	NA	Elektro kaplama yerine epoksi astar
	SB	SB	NA	NA	SB	NA	
	WB	SB	SB	SB	NA	SB	
	*	SB	SB	SB	(SB)	SB	Sadece metalik olmayanlar için uygulanan son kat

NOT: * Ayrı bir boyahanede yapılır.
NA: Uygulaması yok, UC: Taş talaşı koruması için alt takım kaplaması.
Kaynak: [201, ACEA 2016] Veriler Iveco S.p.A., MAN Truck & buses, Daimler AG, Scania AB'den alınmıştır.

Büyük tesislerde kurutucu fırın çıkış gazlarının (EC fırın, TC fırın) VOC emisyonunu azaltmak için çıkış gazı arıtımı uygulanır. Daha küçük tesisatlar için herhangi bir azaltma tekniği kullanılmaz.

2.3 Araç kaplamalarında mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

[155, TWG 2016] [142, ACEA 2016] [147, TFTEI 2016] [145, ACEA 2019]

[146, ACEA 2018]

Binek otomobillerin (PC) kaplanması için önemli sayıda tesisat veri toplama çalışmasına katılmıştır. Kamyonet (VAN), kamyon (CV) ve kamyon kabinlerinin (CAB) kaplanması için veri bildirilen tesisat sayısı önemli ölçüde düşük olmuş ve toplamda yedi tesisat ve otobüslerin kaplamasıyla ilgili olarak da sadece bir tesisat veri toplama çalışmasında yer almıştır [155, TWG 2016]. İkinci bir otobüs kaplama tesisine ait ek veriler 2018'in ortalarında sunulmuştur [223, İspanya 2018]. Tüketim ve emisyon verileri diğer kaynaklar kullanılarak tamamlanmıştır

[142, ACEA 2016] [147, TFTEI 2016].

Tabaka kalınlığı, malzeme katıları ve VOC içerikleri, malzeme tüketimi ve emisyon katkısına ilişkin nominal değerler aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 2.12: Kaplama malzemelerinin solvent ve katı madde içerikleri

Kaplama malzemesi	Kuru tabaka kalınlığı (µm)	Katı madde içeriği (1) (% m)	Kullanılmaya hazır VOC içeriği (1) (% m)	Malzeme tüketimi (2) (kg/gövde)	Emisyon payı (3) (g/m²)
Katodik daldırma boya, ikmal malzemesi	NI	38 - 42	2 - 4	6.0 - 7.0	NI
Katodik daldırma boya, daldırma tankı	> 18 - 22 dış 10 iç	16 - 20	1 - 2	NI	0.6 - 1.0
Solvent bazlı astar	20 - 40	50 - 65	35 - 50	1.4 - 2.8	4.0 - 8.0
Su bazlı astar	20 - 40	45 - 55	5 - 12	1.2 - 2.4	0.5 - 1.5
Toz bazlı astar	60 - 90	100	0	2.0 - 2.5	0
Solvent bazlı baz kaplama (4)	10 - 15 (25)	18 - 22 (40)	78 - 82 (60)	2.5 - 3.5	20 - 30
Solvent bazlı baz kaplama (4) (yüksek katı madde içeriği)	12 - 20 (25)	35 - 45 (50)	55 - 65 (50)	1.5 - 2.2	10 - 15
Su bazlı baz kat (4)	10 - 15 (25)	16 - 22 (40)	12 - 17	2.5 - 3.5	3.0 - 6.5
Entegre proses (ve rniksiz tüm kaplama)	15 - 30 (35)	16 - 30 (40)	10 - 18	3.0 - 5.0	3.0 - 7.5
Solvent bazlı şeffaf kaplama	30 - 55	47 - 54	46 - 53	2.1 - 3.0	7.0 - 12.0
Şeffaf kaplama (yüksek katı, 1K)	30 - 55	55 - 60	40 - 45	1.8 - 2.4	6.0 - 10.0
Şeffaf kaplama (yüksek katı, 2K)	30 - 55	55 - 65	35 - 45	1.6 - 2.4	5.0 - 9.0
Su bazlı vernik (2K)	30 - 45	45 - 50	8 - 15	2.2 - 2.8	1.5 - 4.0
Toz bulamaç	30 - 40	37 - 40	< 1	2.3 - 2.8	0.5 - 1.0
Toz bazlı şeffaf kaplama	60 - 80	100	0	1.4 - 1.8	0
Solvent bazlı son kat (1K)	35 - 50	45 - 60	40 - 55	2.8 - 4.0	9.0 - 18.0
Solvent bazlı son kat (2K)	35 - 50	55 - 70	30 - 45	2.4 - 3.5	7.0 - 14.0
Su bazlı son kat (1K)	35 - 50	45 - 55	5 - 13	3.1 - 4.5	1.5 - 4.5
Su bazlı son kat (2K)	35 - 50	45 - 50	12 - 18	3.4 - 5.0	3.5 - 7.0
Alt sızdırmazlık	200 - 1 000	95 - 98	2 - 5	1 - 5	0.2 - 3.0
Kaynak sızdırmazlığı	Ø: (2 - 10) mm	95 - 98	2 - 5	3 - 9	0.7 - 4.0
Püskürtülebilir sönümleme malzemesi	1 500 - 5 000	79 - 99	0 - 3	2 - 8	0 - 2
Boşluk koruma malzemesi, VOC içermez	NI	Various	0	1 - 2	0
VOC'ler ile boşluk koruma malzemesi	NI	70 - 85	15 - 30	1 - 2	2.0 - 5.0
Solvent bazlı astar için durulama maddesi	NI	0	100	Püskürtücü başına: *renk değişimi:* 15 ml boya 200 ml durulama maddesi (5)*Kısa durulama:* BC: (1 - 5) gövdeden sonra CC: (5 - 10) gövdeden sonra (20 - 30) ml solvent	Boyama tesisinin prosesine ve çalışma şekline bağlı olarak
Su bazlı astar için durulama maddesi	NI	0	10 - 15		
Solvent bazlı BC için durulama maddesi	NI	0	100		
Su bazlı BC için durulama maddesi	NI	0	10 - 15		
Yüzey aktif madde bazlı durulama maddesi	NI	0	0		
CC için durulama maddesi	NI	0	100		
Tesis temizlik, seyreltici, karıştırma odası, laboratuvar	NI	0	0 - 100	< 1	

1) Kullanıma hazır olduğunda.
2) Gövde başına püskürtülen boya miktarı; renk değişimi kayıpları ve ikinci işlemler nedeniyle genel kullanım daha yüksek olabilir.
3) Acc. 31. BimSchV (Federal Emisyon Kontrol Yönetmeliği), olağan uygulama koşulları ve tesis konfigürasyonları için kılavuz değerler (kabin egzozunun işlenmesi yok).
4) Parantez içindeki değerler, beyaz veya bej (Alman taksi rengi) gibi düşük opaklığa sahip renk tonları için geçerlidir.
5) Sözde yumuşak temizleme prosedüründe, önceki aracın arkasını boyamaya devam ederken yeni bir astar rengi beslenir. Bu, renkleri değiştirirken durulama ihtiyacını ortadan kaldırır.

Not: Orta büyüklükteki binek otomobiller için genel referans değerler. Araç tipine bağlı olarak kalite nedenleriyle duruma göre başka koşullar geçerli olabilir. Özellikle dış ve iç boyama için genellikle farklı gereksinimler geçerlidir.

Kaynak: [169, VDI 2013]

2.3.1 Tüketim

2.3.1.1 Enerji tüketimi

Boyama sürecindeki enerji tüketimi, otomobil üretimindeki (araç montaj sahası) toplam enerji tüketiminin yaklaşık %40 ila %50'sini temsil eder ve bu enerji yoğun adım, solvent kullanımı ve emisyonlar dikkate alındıktan sonra araç üretiminde potansiyel olarak en çevre açısından en önemli adımdır. Tüketilen enerjinin büyük bir kısmı doğal gaz olarak sağlanmakta ve kurutucuların ısıtılmasında ve solvent içeren çıkış gazlarının termal olarak azaltılmasında kullanılmaktadır.

Boyahanelerin enerji tüketim verileri, bina hizmetleri için gerekli olan enerjiyi içermemektedir. Ancak yerel koşullara ve teknik imkanlara bağlı olarak binanın olası ısıtılması/soğutulması, boyahanenin enerji tüketiminde azalmaya yol açacaktır. Bu nedenle, farklı yerlerden alınan rakamlar çok geniş bir çeşitlilik gösterebilir.

Tablo 2.13, bir boyahanenin proses adımına göre bireysel segmentlerinde enerji tüketiminin analizini sunmaktadır (30 araç/saat kapasiteli bir boyahane için tasarım senaryosu ve astar ve baz kat için su bazlı kat)[169, VDI 2013].

Tablo 2.13: araba boyahanelerinin enerji tüketimi

Parametre	Birimi	Referans tesis	A Varyantı (astarsız)	B Varyantı (ıslak-ıslak)	C Varyantı (kuru yıkama ünitesiyle donatılmış referans tesis)	D Varyantı (kuru yıkayıcılı astarsız)	E Varyantı (kuru yıkayıcılı ıslak üzerine ıslak)
Temizlik ve ön arıtma (tesis) – PT							
Elektrik enerjisi	kWs/araç	22	22	22	22	22	22
Doğal gaz	kWs/araç	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Su (sıcak/soğuk)	kWs/araç	26/0	26/0	26/0	26/0	26/0	26/0
Daldırmalı kaplama (boya ve kurutucu) – CDC							
Elektrik enerjisi	kWs/araç	46	46	46	46	46	46
Doğal gaz	kWs/araç	80	80	80	80	80	80
Su (sıcak/soğuk)	kWs/araç	0/17	0/17	0/17	0/17	0/17	0/17
Sızdırmazlık, sönümleme, maskeleme (işyerleri ve kurutucular) – US/WS							
Elektrik enerjisi	kWs/araç	30	30	30	30	30	30
Doğal gaz	kWs/araç	55	55	55	55	55	55
Su (sıcak/soğuk)	kWs/araç	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Astar (püskürtme kabini ve kurutucu)							
Elektrik enerjisi	kWs/araç	36	NA	21	36	NA	21
Doğal gaz	kWs/araç	65	NA	11	65	NA	11
Su (sıcak/soğuk)	kWs/araç	60/1	NA	60/1	1/11	NA	1/11
Baz kat (püskürtme kabini ve kurutucu) – BC							
Elektrik enerjisi	kWs/araç	30	30	24	30	30	24
Doğal gaz	kWs/araç	27	27	10	27	27	10
Su (sıcak/soğuk)	kWs/araç	60/1	60/1	60/1	1/12	1/12	1/12
Şeffaf kaplama (püskürtme kabini ve TC kurutucu)– CC							
Elektrik enerjisi	kWs/araç	35	35	35	35	35	35
Doğal gaz	kWs/araç	63	63	63	63	63	63
Su (sıcak/soğuk)	kWs/araç	75/1	75/1	75/1	1/9	1/9	1/9
Boşluk koruma (tesis + ön ısıtma/kurutucu) - CP							
Elektrik enerjisi	kWs/araç	8	8	8	8	8	8
Doğal gaz	kWs/araç	15	15	15	15	15	15
Su (sıcak/soğuk)	kWs/araç	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
İş yerleri (yeniden işleme dahil, mühürleme hariç tüm diğerleri)							
Elektrik enerjisi	kWs/araç	28	23	19	28	23	19
Doğal gaz	kWs/araç	41	35	30	41	35	30
Su (sıcak/soğuk)	kWs/araç	3/2	2/2	2/1	3/2	2/2	2/1
Toplam							
Elektrik enerjisi	**kWs/araç**	**235**	**194**	**205**	**235**	**194**	**205**
Doğal gaz	**kWs/araç**	**346**	**275**	**264**	**346**	**275**	**264**
Su (sıcak/soğuk)	**kWs/araç**	**250**	**188**	**248**	**87**	**74**	**85**
Toplam Enerji	**kWs/araç**	**831**	**657**	**717**	**668**	**543**	**554**

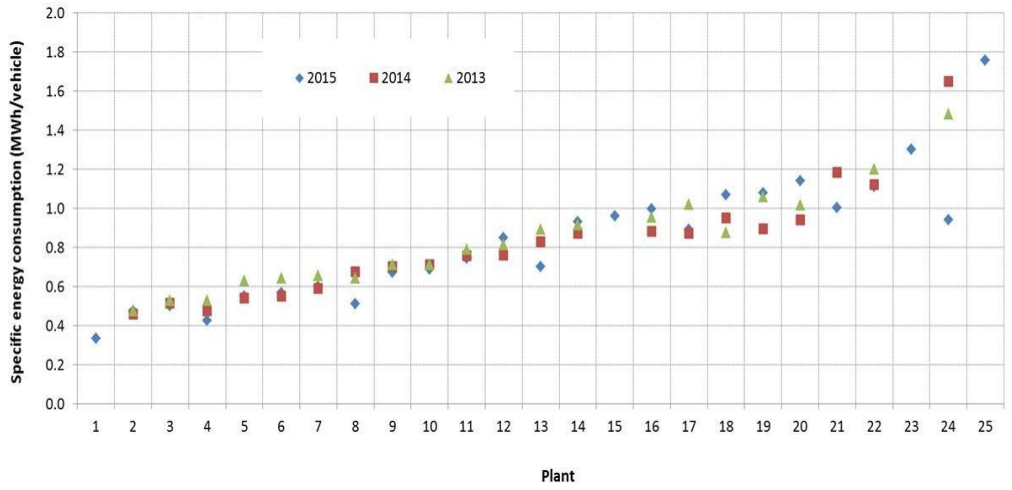
Kaynak: [169, VDI 2013]

İklim koşullarının boyahanenin toplam enerji tüketimi üzerindeki etkisini ölçmek zordur. Bu, esas olarak, boyahanenin belirli yönlerini ve tüm potansiyel girdi enerjisi biçimlerini (elektrik, gaz) kapsayan enerji ölçüm sistemlerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Ara sıra bildirilen veriler, yerel iklim koşullarıyla (örneğin, proses havasını ısıtma/soğutma veya nem alma için) ilgili olarak toplam enerji tüketiminin %1 ila %16'sı arasında bir aralığı gösterir.

Enerji tüketimi, bir ana veri toplama sistemine bağlı şebeke sayaçları kullanılarak ölçülebilir. Özel ölçüm mevcut olmadığında, boyahane ile ilgili enerji tüketimi, daha geniş enerji tüketimi verileri ve uygun düzeltme faktörleri kullanılarak hesaplanabilir (ayrıca bkz. [109, COM 2009]).

2.3.1.1.1 Binek araç kaplaması

Şekil 2.17, MWh/araç olarak ifade edilen, binek araç fabrikalarının (PC boyahaneleri) özgül enerji tüketimi için rapor edilen verileri göstermektedir.



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.17: Binek araç fabrikaları (PC boyahaneleri) için spesifik enerji tüketimi (MWs/araç)

Aşağıdaki tablo, binek otomobil kaplama tesisleri için spesifik enerji tüketimine ilişkin rapor edilen verileri özetlemektedir.

Tablo 2.14: Binek araç kaplama tesisleri için spesifik enerji tüketimi (PC boyahaneleri)

Ürün türü	Bildirilen veriler ([1]) 2013-2015				Endüstri raporu ([2]) 2012			
	Tesis sayra po	Ortalama (MWs /arala	%50 Orta aralık (MWs /ara a	Min./Maks. (MWs /ara/M	Tesis say. (	Ortalama (MWs /arala	%50 Orta aralık (MWs /ara a	Min./Maks. (MWs /ara/M
PC	25	0.85	0.61-1.01	0.33/1.76	68	0.87	0.64-1.04	0.32/3.53
Kaynak: ([1]) [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018], ([2]) [142, ACEA 2016]								

Binek otomobil boyahaneleri için rapor edilen spesifik enerji tüketim değerlerinin çoğu 1 MWs/araç'ın altında olup, ortalama değer 0,85 MWs/araçtır.

Kurulu boyahane kapasitesinin kullanımındaki artış ve daha verimli kullanım ile ilişkili olan üretim rakamında önemli bir artış (üç kattan fazla) rapor eden bir tesis dışında, spesifik enerji tüketiminde önemli yıllık sapmalar gözlemlenmemiştir- enerji tüketimi açısından - mevcut altyapının.

68 boyahaneden alınan verileri özetleyen bir sektör raporu, ortalama 0,87 MWs/araç spesifik enerji tüketimine işaret etmektedir [142, ACEA 2016]. Bir binek otomobil boyahanesinin enerji tüketimini belirleyen ana faktörler şunlardır:

Dahili (teknik):

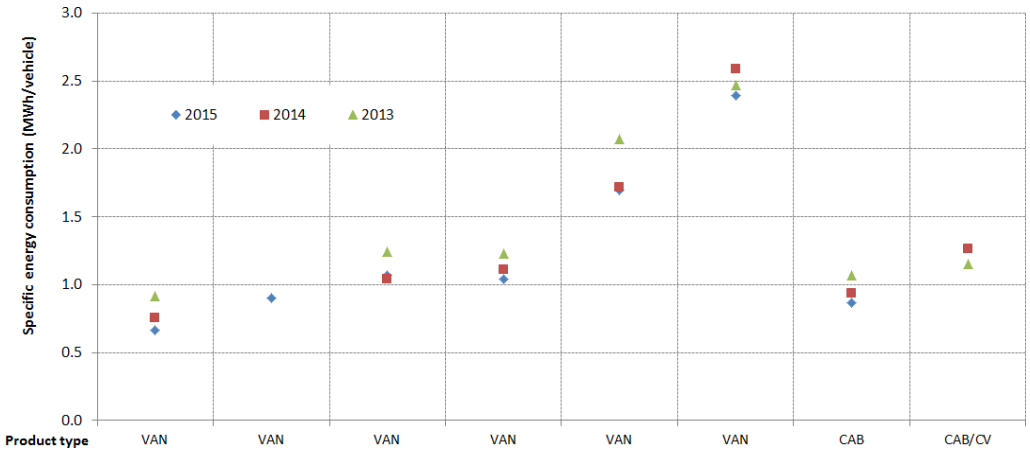
b) Boya malzemesi (WB, SB) ve konsept (klasik, üç ıslak, IP).
c) Kurutucular: PVC fırın (evet/hayır), astar fırın (var/yok).
d) Kurutucu fırını çıkış gazı arıtımı (var/yok); gaz çıkışı arıtımı uygulanıyorsa proses ısıtması için enerjinin yeniden kullanımı söz konusu mu?
e) Püskürtme kabini gaz çıkışı geri dönüşümü (dahili birikim) (var/yok - nerede?)
f) Püskürtme kabini çıkış gazı arıtımı (var/yok).

Harici (iklim koşulları dahil):

g) Isıtma derecesi gün sayısı16 (HDD).
h) Boya kabini soğutmalı gün sayısı.
i) Bağıl ortam hava nemi.
j) Yüzey suyu gibi ucuz soğutma enerjisinin mevcudiyeti.
k) Yakındaki büyük yakma tesislerinden gelen fazla ısının mevcudiyeti (soğutma kulesi kapasitelerinin yerini alır) [ACEA yorum #119 in [212, TWG 2018]].

2.3.1.1.2 Kamyonetlerin, kamyonların, kamyon kabinlerinin ve otobüslerin kaplanması

Şekil 2.18, MWs/araç olarak ifade edilen, kamyonet, kamyon ve kamyon kabini kaplama tesislerinde (Van, CV ve CAB boyahaneleri) spesifik enerji tüketimi için raporlanmış verileri göstermektedir.



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.18: Kamyonet, kamyon ve kamyon kabini kaplama tesisleri için spesifik enerji tüketimi (MWs/araç)

Aşağıdaki tablo, ürün tipine göre belirli enerji tüketimine ilişkin raporlanan verileri özetlemektedir.

16 Isıtma derecesi günleri (HDD'ler) ve soğutma derecesi günleri (CDD'ler), sırasıyla bir ev veya işyerini ısıtmak veya soğutmak için gereken enerji talebini temsil eder. Her iki değişken de dış hava sıcaklığının ölçümlerinden elde edilir. Daha detaylı bilgi için bkz.: www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/heating-degree-days-2

Tablo 2.15: Kamyonet, kamyon, kamyon kabini ve otobüs kaplama tesisleri için özgül enerji tüketimi

Ürün türü	Bildirilen veril ([1]) 2013-2015				Endüstri raporu ([2]) 2012			
	Tesis sayısı	Ortalama (MWs /araç)	%50 Orta aralık (MWs /araç)	Min./Maks. (MWs /araç)	Tesis sayısı	Ortalama (MWs /araç)	%50 Orta aralık (MWs /araç)	Min./Maks. (MWs /araç)
Kamyonet	6	1.37	0.95-1.65	0.78/2.48	9	1.70	1.12-3.00	0.85/3.49
Sürücü kabini/ CV/ CV	2	1.08	NA	0.96/1.21	Sürücü kabini: 8	1.33	0.88-1.88	0.56/6.23
					CV: 4	0.31	NA	0.27/0.44
Otobüs	2	NA	NA	4.6/14.1*	8	14.9	3.0-21.8	1.7/37.1

* 14.1 değeri, STS ve STS dışı faaliyetleri içerir.
NOT:
NA: Uygulaması yok /mevcut değil.
Kaynak: ([1]) [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018] [223, Spain 2018] ([2]) [142, ACEA 2016]

Bildirilen enerji tasarrufu teknikleri arasında en yaygın olarak uygulananlar şunlardır:

- soğutulmuş veya ısıtılmış sıvılar içeren tankların ve fıçıların ısı yalıtımı;
- gazdan arındırma işleminden ısı geri kazanımı;
- akışın ihtiyaca göre ayarlanması; boşta çalışma veya bakım sırasında azaltılmış havalandırma;
- Kurutucu fırınlardan enerji geri kazanımlı hava tahliyesi;
- Soğutma bölgesinden enerji geri kazanımlı hava tahliyesi;
- Değişken frekanslı sürücülerle merkezi gaz tahliyesi;
- basınçlı hava: verimlilik/basınç seviyesi;
- boya kabini hava devridaimi.

2.3.1.2 Su tüketimi

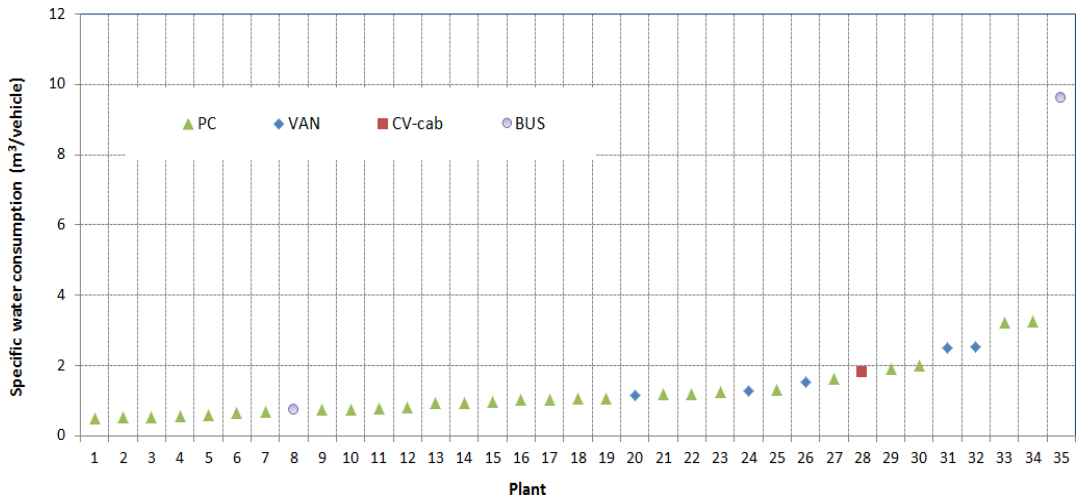
Araç boyahanelerinde su tüketimi esas olarak şunlarla ilgilidir:

- temizleme ve ön arıtma işlemlerinde durulama suyu temini;
- Yağdan arındırma ve ön arıtma tanklarının ve ıslak gaz yıkayıcı sistemlerinin yenilenmesi;
- Islak gaz yıkayıcı sistemlerinden ve hava nemlendirmesinden kaynaklanan buharlaşma kayıpları.

Su tüketimini azaltmak ve arıtma kimyasallarını geri kazanmak amacıyla banyo bakımı, boyahane yönetiminin önemli bir parçasıdır. Durulama tankları genellikle kademeli kazanlar olarak çalıştırılır. [142, ACEA 2016].

Şekil 2.19 ve Tablo 2.16, çeşitli tesisler tarafından rapor edilen spesifik su tüketimine (m^3/araç olarak ifade edilir) ilişkin verileri göstermektedir. Bildirilen spesifik su tüketim değerlerinin çoğu 1,3 m^3/araç seviyesinin altındadır.

Bir endüstri raporu, 0,9 m^3/araç ile 1,8 m^3/araç arasında belirli bir su tüketimini belirtir ve tüketim değerleri 0,4 m^3/araç'ın altında, özel gövde tasarımına sahip boyahanelerden (küçük araçlar) veya kuru partikül ayırmalı kurulumlardan bildirilmiştir. [142, ACEA 2016].



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018] [223, Spain 2018]

Şekil 2.19: Otomotiv boyahaneleri için spesifik su tüketimi (m^3/araç) (2015 verileri)

Aşağıdaki tablo, araç tipine göre otomotiv boyahaneleri için belirli su tüketimine ilişkin bildirilen verileri genel hatlarıyla özetlemektedir.

Tablo 2.16: Otomotiv boyahaneleri için spesifik su tüketimi

Ürün türü	Bildirilen veriler (1) 2015				Endüstri raporu (2) 2012			
	Tesis sayısı	Ortalama (m^3/araç)	%50 orta aralık (m^3/araç)	Min./Maks. (m^3/araç)	Tesis sayısı	Ortalama (m^3/araç)	%50 orta aralık (m^3/araç)	Min./Maks. (m^3/araç)
PC	27	1.15	0.71-1.22	0.49/3.26	47	1.18	0.90-1.82	0.22/3.47
Kamyonet	5	1.80	NA	1.15/2.54	3	2.05	NA	0.96/3.26
Sürücü kabini/ CV	1	1.81	NA	NA	Sürücü kabini: 7	2.63	0.66-2.78	0.15/7.61
					CV: 5	4.21	0.15-0.56	0.1/6.98
Otobüs	2	5.18	NA	0.73/9.63	5	14.6	4.1-29.9	10.6/54.6
NOT: NA: Uygulaması yok /mevcut değil. (1) Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018] [223, Spain 2018] (2) [142, ACEA 2016]								

Su tüketimini en aza indirmek için bildirilen başlıca teknikler şunlardır:

- suyun yeniden kullanımı ve/veya geri dönüşümü;
- su kullanımının kontrolü;
- ters kademeli durulama;
- banyo çamuru giderme;
- iyon değişimi;
- membran filtrasyonu;
- yağ sıyırıcı;
- partikül filtresi;

- mıknatıs ayırıcı;
- Boyahane aşırı püskürtmeli atık sular için dekantör santrifüjü;
- nötralizasyon.

2.3.2 Emisyonlar

2.3.2.1 VOC'lerin toplam emisyonları

Araç kaplamasında VOC'ler en önemli emisyon kaynağını temsil eder. Bu etkinlik, esas olarak püskürtme kabinlerinden, kurutma fırınlarından ve uygulama ekipmanının temizliğinden kaynaklanan VOC'lerin yayılmasına neden olur.

Genellikle, astar ve son kat/vernik uygulaması ve kuruması, otomobil üretiminin boyama sektöründen kaynaklanan VOC emisyonlarının yaklaşık %80'ine katkıda bulunur. Kalan %20'den son kat cilalama (düzeltme) ve temizleme prosedürlerinin yanı sıra ek kaynaklar (örn. küçük parçaların kaplanması, gövde altı korumasının uygulanması) sorumludur. Uygulama ve kurutma prosedürü sırasında oluşan toplam VOC emisyonlarının yaklaşık %70-90'ı boyama kabininden, kalan %10-30'u ise kurutucudan kaynaklanmaktadır. Belirtilen yüzde oranları genellikle kullanılan solvent tiplerine, boyama sistemlerine ve tekniğin uygulama verimlilik faktörüne bağlıdır. VOC'ler ile yüklenen kurutucudan çıkan gaz, genellikle bir termal çıkış gazı arıtma sistemine yönlendirilir.

Araç kaplama sektöründeki VOC emisyonları, kaplanmış yüzeyin g VOC/m^2 cinsinden spesifik emisyonları olarak ifade edilir. Kaplanmış yüzey alanı, IED Ek VII Bölüm 3.2'ye göre hesaplanır (ayrıca bkz. Ek 21.5.1.5.6.).

2.3.2.1.1 Binek otomobillerin kaplanması

Şekil 2.20, Avrupa'da binek otomobillerin (PC) ve hafif ticari araçların (LCV) kaplanmasına adanmış 28 boyahaneden bildirilen toplam emisyonları göstermektedir. Çeşitli kaplama katmanları için kullanılan kaplama tipine göre (astar, baz kaplama, vernik), boyahaneler SB (solvent bazlı: tüm katmanlar için solvent bazlı kaplama kullanımı), SB-MIX (kullanım seviyesi) olarak sınıflandırılır ve astar veya baz kat için su bazlı kat ve diğer katlar için solvent bazlı) ve WB (su bazlı: vernik hariç tüm katlar için su bazlı kaplama kullanımı) yöntemlerini kullanmaktadır. Diğer bir seçenek olan entegre sistem mevcuttur, ancak 28 boyahaneden gelen raporlarda tanımlanmamıştır. ACEA'ya göre, entegre sistemlerden kaynaklanan VOC emisyonları, diğer iyi performans gösteren sistemlerinkine benzerdir ve bu sistemler başka nedenlerle uygulanmaktadır (bkz. Bölüm 2.2 ve [142, ACEA 2016]).

74 binek otomobil boyahanesinden alınan verileri analiz eden bir sektör raporu, ortalama 25,1 g/m^2 değer ve 16 g/m^2 ile 33 g/m^2 arasında %50 orta aralığa işaret etmektedir [142, ACEA 2016].

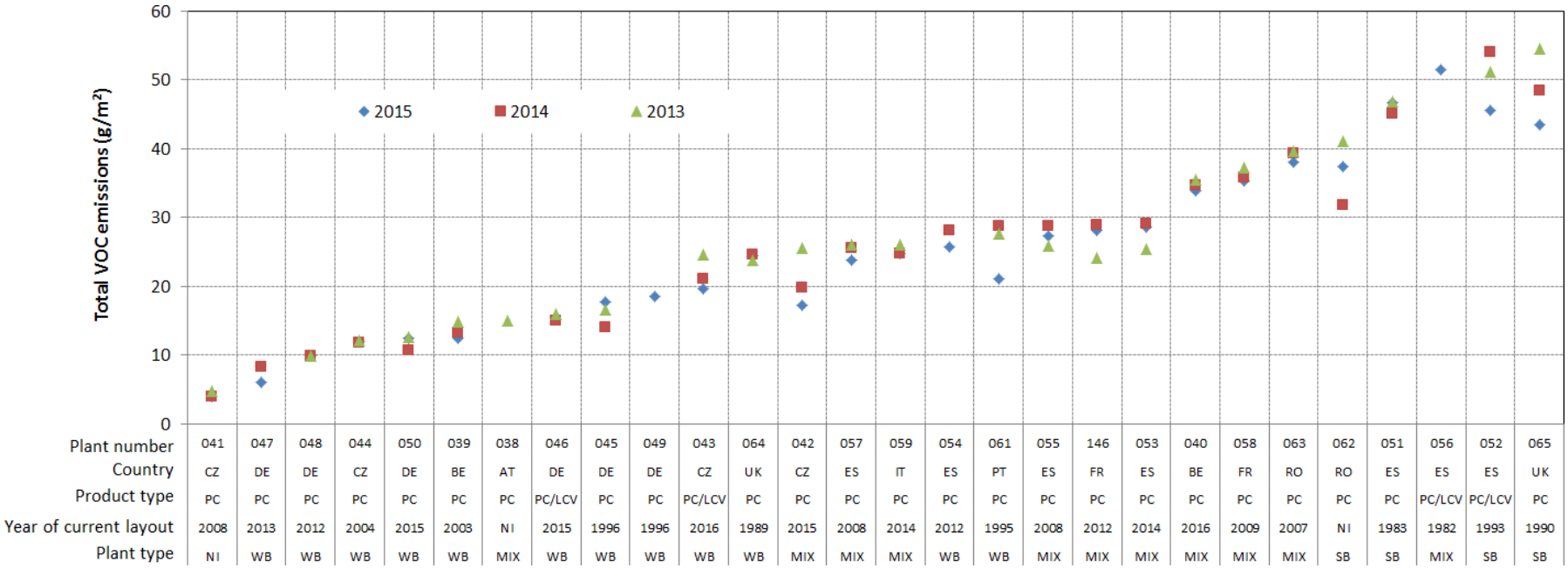
Avrupa'daki 60 referans boyahaneden alınan verileri analiz eden TFTEI17 raporu, boyahane türüne göre Tablo 2.17'de sunulan emisyon değerlerini sunmaktadır [147, TFTEI 2016].

Tablo 2.17: Çeşitli boyahane türleri için toplam VOC emisyonları

Boyahane türüne ait VOC Emisyonu (g/m^2)	SB	SB-MIX	WB	Entegre sistem
Ortalama	37.8	28.7	18.6	20.5
Min – Maks.	16.8-50.3	12.5-48.2	6.0-30.5	8.9-32.1
Kaynak: [147, TFTEI 2016]				

[17] TFTEI: Uzun Menzilli Sınır Ötesi Hava Kirliliği (LRTAP) ile ilgili UNECE Sözleşmesinin Teknik-Ekonomik Konularına ilişkin Görev Gücü.

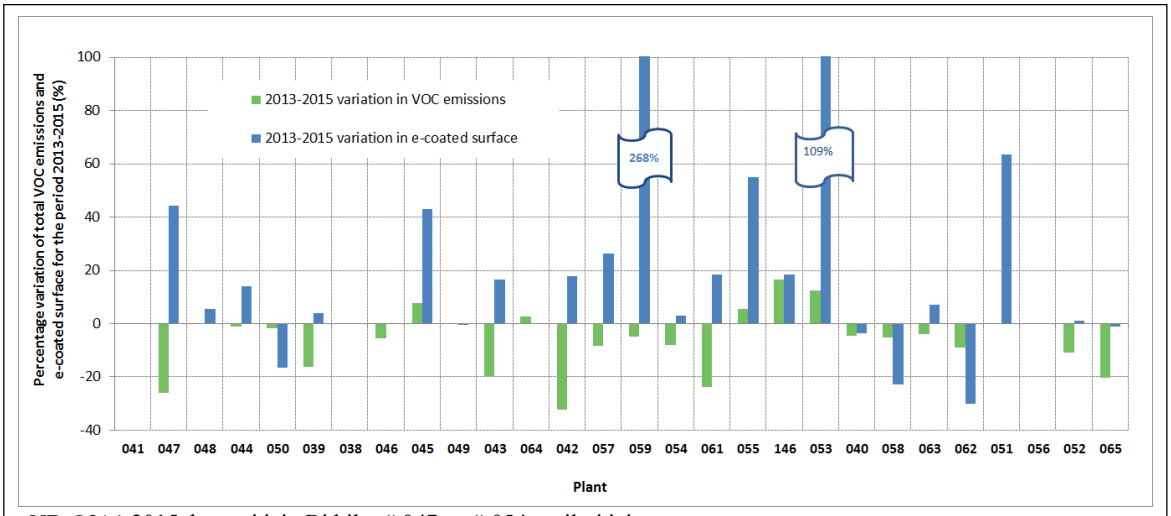
Endüstri araştırmasından elde edilen veriler, Avrupa boyahanelerinin genel performansının uzun bir süre (2002-2012) içinde geliştiğini göstermektedir (bkz. Şekil 2.6) [142, ACEA 2016].



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.20: 2013-2015 dönemi için binek otomobillerin kaplamasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları (g/m^2)

Referans döneminde (2013-2015), veri gönderen tesislerin çoğu için toplam VOC emisyon değerlerinde bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu, çoğu durumda, kurulu tesis (boya atölyesi) kapasitesinin kullanımındaki artışla birleştirilir (aşağıdaki Şekil 2.21'e bakınız).



NB: 2014-2015 dönemi için Bitkiler # 047 ve # 054 verileri için.
Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.21: 2013-2015 için toplam VOC (g/m2) ve toplam e-kaplamalı yüzey emisyonlarının yüzde değişimi

Örneğin, iki kurulumdan alınan veriler şunları göstermektedir:

l) 2013-2015 için toplam yayılan VOC yükündeki %10'luk azalma ve kaplanmış yüzeydeki %18'lik artışla ilişkilendirilebilecek toplam VOC emisyonlarında yaklaşık %24'lük bir azalma (*kaynak*: 061 numaralı tesis [155, TWG 2016]);

m) 2014 ve 2015 yılları arasında toplam yayılan VOC yükünde yaklaşık %6'lık bir artış ve kaplanmış yüzeyde %40'lık bir artışla birlikte toplam VOC emisyonlarında %26'lık bir azalma (*kaynak:* 047 numaralı tesis [155, TWG 2016])

Boyahane tasarımı ve teknolojisindeki, esas olarak tesisin yatırım döngüsüyle ilişkili olan büyük değişikliklerin yanı sıra, bir dizi başka teknik, önemli emisyon azaltımına katkıda bulunabilir. Örnek olarak, bir tesisten alınan bilgiler, aşağıdaki – esas olarak yönetimsel ve büyük yatırımlar değil – tekniklerinin uygulanmasının, sonuç olarak, dokuz yıllık bir süre boyunca (2007'de 53.76 g/m^2'den) belirli emisyonların % 34 oranında azalmasına neden olduğunu göstermektedir. 2016'da 35,41 g/m2'ye) (kaynak: [155, TWG 2016]'daki #058 numaralı tesis):

- Düşük basınçlı manuel boya püskürtücülerin uygulanması;
- boya renklerinin sayısında azalma;
- Üç tip kaplama için sadece bir kat;
- Aynı renkteki araba serilerindeki araba sayısında artış;
- Uygulama mesafesini (taban ve vernik) optimize ederek transfer verimliliği üzerinde çalışın;
- Bir kapakla korunan sprey boyama robotlarını temizlemek için düşük solventli ürünlerin kullanılması;
- Doğrudan iyi boyanmış arabaların yüzdesinin iyileştirilmesi ("ilk seferde doğru" oranı artırıldı) ve yerelleştirilmiş onarım tekniğinin uygulanması.

Özel boya yüzeylerinin VOC emisyonları üzerindeki olası etkisi.

Otomobil endüstrisinde kullanılan ve VOC emisyonları üzerinde doğrudan etkisi olan çeşitli özel boyalar mevcuttur. Bunlar aşağıdakileri içermekle birlikte bunlarla da sınırlı değildir:

Yüksek sedefli yüzeyler – bunlar, o rengi yaratma yeteneğine ve belirli bir teknolojideki yüksek renk kaymasına bağlı olarak dört katlı veya üç katlı bir işlem olabilir. Bu nedenle bu süreç şu şekilde işleyecektir:

- baz kat – efekt kat – vernik – kür; veya
- temel kat – vernik – kür – efekt kat – vernik – kür.

Her iki proses de standart boya kaplamalarına göre daha fazla boyama süresi gerektirir ve dört kat halinde aracın boyama işlemi boyunca iki kez çalıştırılması gerekir. Bu, daha az onarım kapsamına sahip olan artan genel film oluşumu nedeniyle emisyonları, üretim kapasitesini ve hurda oranlarını etkiler.

Şu an itibariyle, özel boya uygulama oranları oldukça düşük olma eğilimindedir (~ %5), ancak bu oranda bile VOC emisyonları üzerindeki etkinin ~ 1 g/m2 olduğu tahmin edilmektedir. Bu cilalara olan talep artarsa, VOC emisyonları üzerinde ciddi bir etki ortaya çıkacaktır.

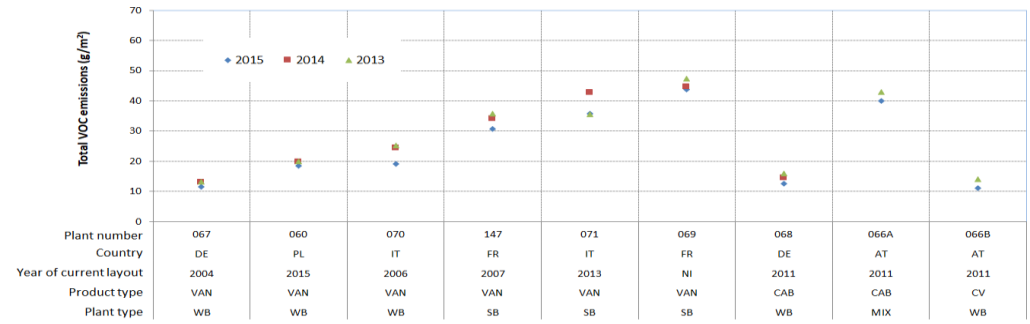
İki tonlu araçlar - bunlar süreç, ikinci renk sayısı ve ikinci rengin kapsamı bakımından farklılık gösterir. Sadece farklı renkte bir tavandan, bazen kaput, bagaj veya bagaj kapağı dahil olmak üzere tüm üst aracın ikinci bir renk olmasına kadar değişebilirler. Bu son müşteri trendi gibi görünmektedir ve uygulama oranları üretimin %30'u veya daha fazlasına karşılık gelebilecektir . Ortalama bir araç (~ 100 m2 elektro kaplama yüzey alanı) ve %30'luk bir alım oranına göre, VOC emisyonları üzerindeki etki, ikinci rengin kapsamına bağlı olarak 1 g/m^2 ila 5 g/m^2 aralığında olacaktır. Talep daha yüksek bir alım oranı ile daha da artacak olursa, sonuç olarak VOC emisyonları da artacaktır.

Renkli vernikler – Renkli vernik kullanılarak elde edilen belirli renkler vardır. Bazen bir tesiste iki veya üç ek şeffaf kat kullanılabilir. Tek bir vernikli geleneksel bir boyahane, otomasyonu çok sık temizlemeyecek veya temizlemeyecektir. Renkli bir şeffaf kaplamanın eklenmesi, otomasyonun yalnızca bir renk değişiminde temizlik yapılmasını değil, aynı zamanda daha sık temizleme yapılmasını da gerektirir.

Özel yüzeylerin diğer türleri de mevcuttur ve geçmişte kullanılmıştır, ör: mat vernik, mat siyah, sıvı gümüş. Bunların tümü VOC emisyonlarını etkilemekte olsa da şimdiye kadar yalnızca oldukça sınırlı sayıda araca uygulanmıştır [ACEA yorumu #223 [212, TWG 2018]].

2.3.2.1.2 Kamyonetlerin, kamyonların, kamyon kabinlerinin ve otobüslerin kaplanması

Kamyonet, kamyon ve kamyon kabini kaplamasına ayrılmış dokuz boyahaneden bildirilen veriler Şekil 2.22'de sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.22: 2013-2015 dönemi için kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları (g/m²)

Kamyon kabinlerinin kaplanmasıyla ilgili olarak sadece iki kurulum için bildirilen veriler bulunmaktadır ve her ikisi de 45 g/m²'nin altındadır (14,32 g/m² ve 2013-2015 dönemi için ortalama olarak 41,5 g/m²) [155, TWG 2016].

11 kamyon kabini boyahanesinden alınan verilerin analizini içeren bir sektör raporu, %50 orta aralık 14,1 g/m² ila 51,3 g/m² arasında değişen ortalama 21.2 g/m² değerini göstermektedir

[142, ACEA 2016].

Yeni kamyonet ve kamyonların kaplanması için yedi boyahaneden bildirilen veriler, 12,5 g/m² ila 45,3 g/m² arasında değişen değerlerle 26,3 g/m² ortalama bir değer göstermektedir (tüm değerler 2013-2015 döneminin ortalamalarıdır) [155, TWG 2016].

Bir endüstri raporu, kamyonet kaplaması için 10 boyahaneden ve kamyon kaplaması için 6 boyahaneden alınan verileri analiz etmiş ve iki ürün türü için sırasıyla 33 g/m² ve 50 g/m²'lik ortalama değerler elde etmiştir [142, ACEA 2016].

Raporlanan verilerden elde edilen temel istatistiksel rakamlar Tablo 2.18'de sunulmaktadır.

Tablo 2.18: Otomotiv boyahaneleri için toplam VOC emisyon verileri

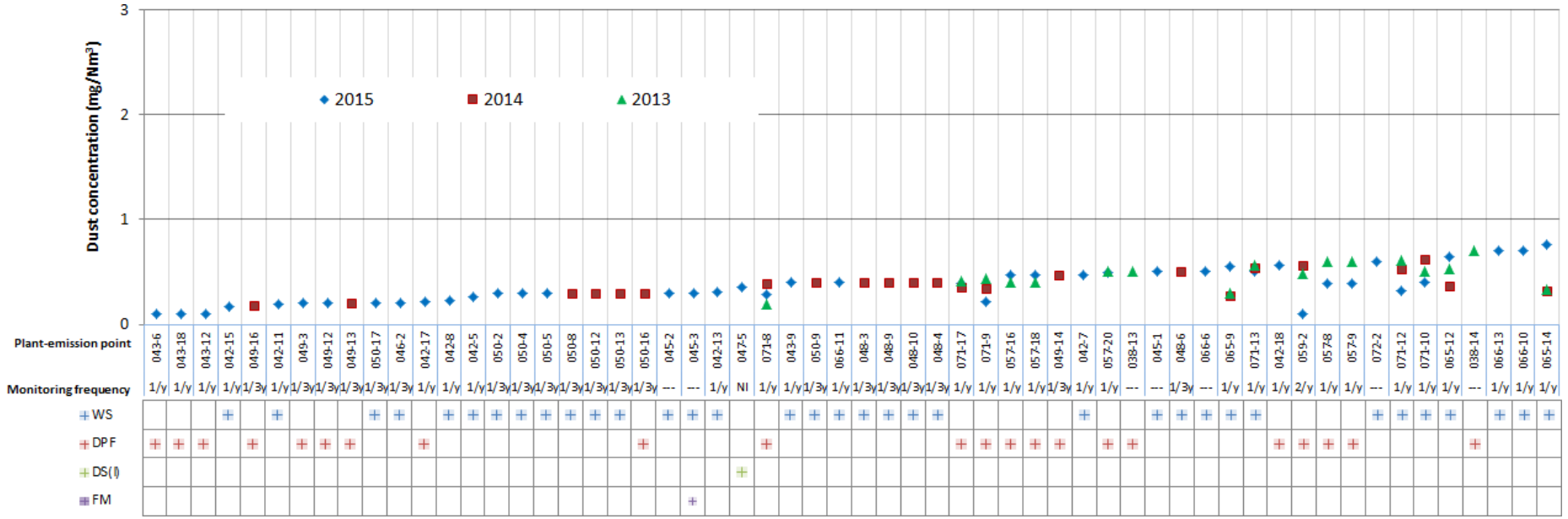
Ürün türü	Bildirilen veriler (1) 2013-2015				Endüstri raporu (2) 2012			
	Tesislerin sayısı	Ortalama (g/m²)	%50 Orta aralık (g/m²)	Min./ Maks. (g/m²)	Tesislerin sayısı	Ortalama (g/m²)	%50 Orta aralık (g/m²)	Min./ Maks. (g/m²)
PC	28	25.7	15.3-35.0	4.2/51.4	74	25.1	15.9-32.9	4.7/55.3
Kamyonet	6	28.6	20.3-36.9	12.6/45.3	10	33	24-47	16/61
CV	1	12.5	NA	NA	6	50.5	22.2-56.9	17/68.1
Sürücü kabini	2	27.9	NA	14.3/41.5	11	21.2	14.1-51.3	8.3/70.6
Ürün türü	2	138.7	NA	95.3/182	10	64.6	36.9-118	4.4/183

NOT:
NA: Uygulaması yok /mevcut değil.
(1) *Kaynak*: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018] [223, Spain 2018]
(2) *Kaynak*: [142, ACEA 2016]

2.3.2.2 Atık gazlardaki toz emisyonları

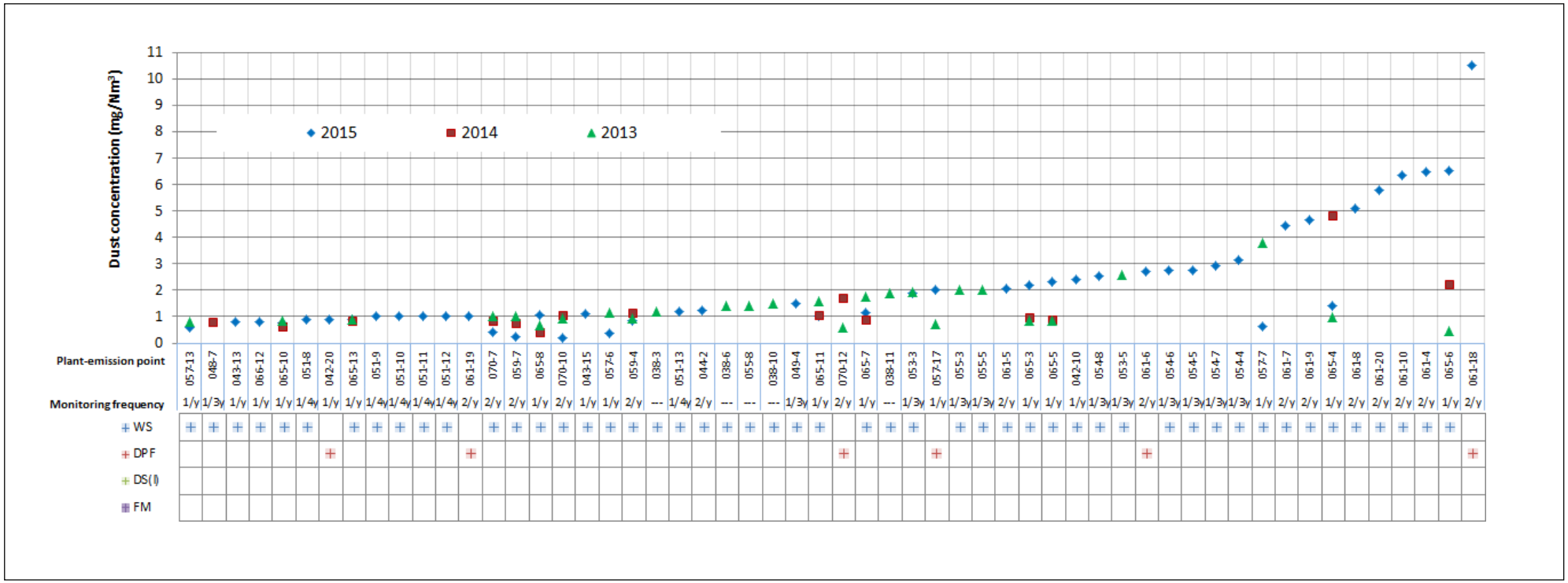
VOC emisyonlarının yanı sıra, aşırı boya püskürtmeden kaynaklanan toz emisyonları da sektör için önemli bir çevre sorunu olarak kabul ediliyor. Tüm boyahaneler, aşırı boya püskürtmeden kaynaklanan toz emisyonlarını azaltmak için venturi yıkayıcılar veya kuru yıkayıcılarla donatılmıştır.

Şekil 2.23 ve Şekil 2.24, ıslak veya kuru toz azaltma teknikleri uygulayan araç boyahanelerinden bildirilen toz emisyon değerlerini göstermektedir. Bildirilen konsantrasyon değerleri genellikle düşüktür.



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.23: Atık gazlardaki toz emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler (1/2)



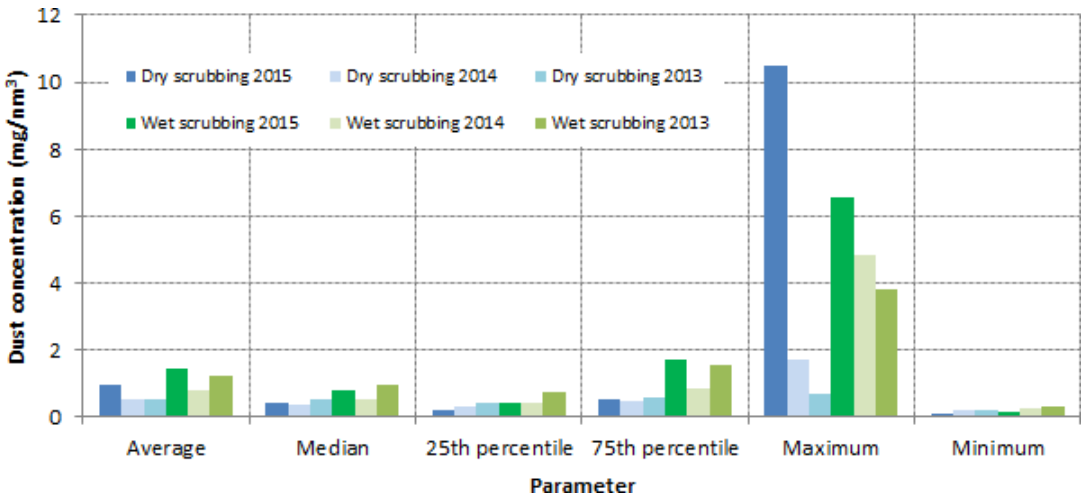
Şekil 2.24: Atık gazlardaki toz emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler (2/2)

Sunulan toz emisyonu verilerinin toplam ve uygulanan azaltma tekniği ile istatistiksel analizi Tablo 2.19 ve Şekil 2.25'te sunulmaktadır.

Tablo 2.19: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki toz emisyonlarına ilişkin istatistiksel veriler

Parametre		Tüm veriler			Kuru yıkama			Islak yıkama		
		2015	2014	2013	2015	2014	2013	2015	2014	2013
Ölçüm sayısı		90	38	44	23	9	13	67	29	31
Ortalama	mg/Nm^3	1.3	0.7	1.0	1.0	0.5	0.5	1.4	0.8	1.2
Medyan		0.6	0.5	0.8	0.4	0.4	0.5	0.8	0.5	1.0
Yüzde 25		0.3	0.4	0.5	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.7
Yüzde 75		1.2	0.8	1.3	0.5	0.5	0.6	1.7	0.9	1.5
Maksimum		10.5	4.8	3.8	10.5	1.7	0.7	6.5	4.8	3.8
Minimum		0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3

Kaynak: [155, TWG 2016]



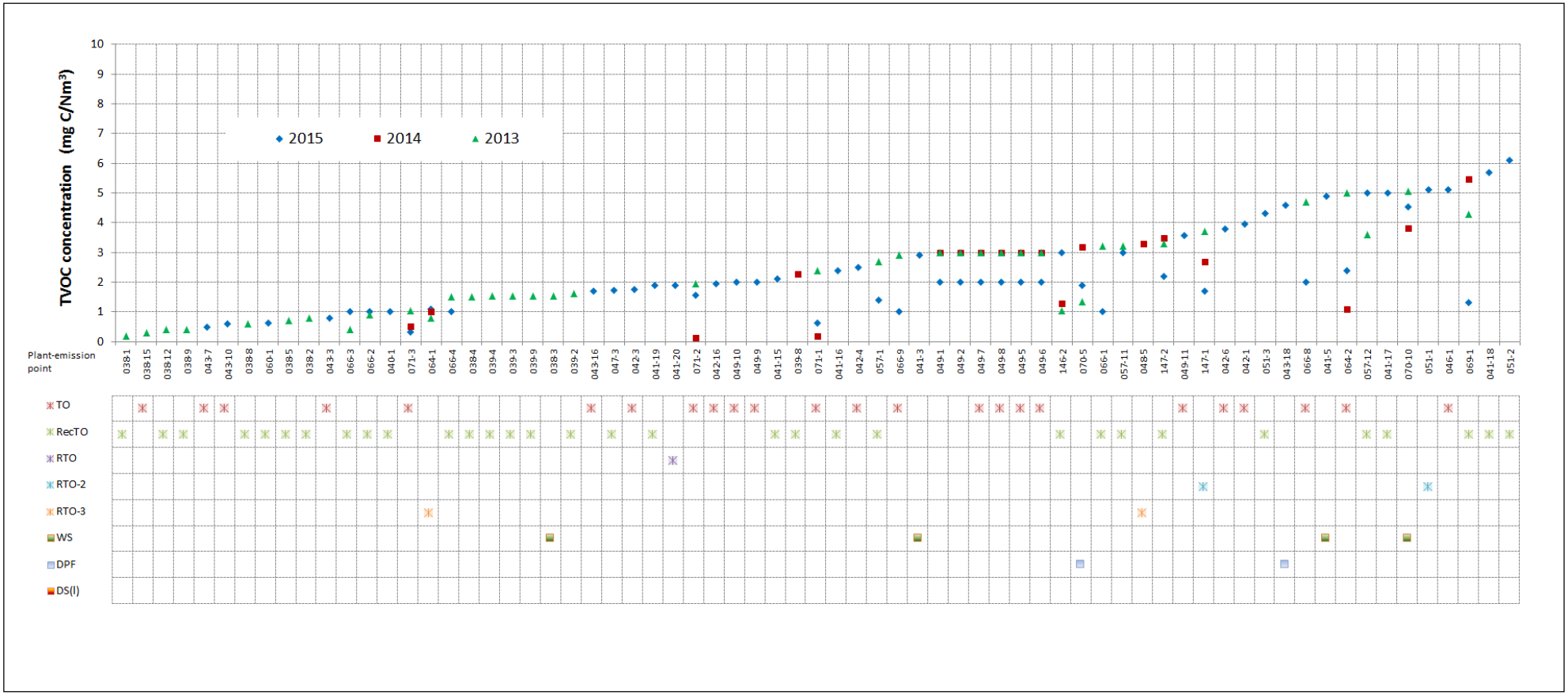
Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 2.25: Bildirilen toz emisyon verilerinin istatistiksel parametreleri (periyodik izleme)

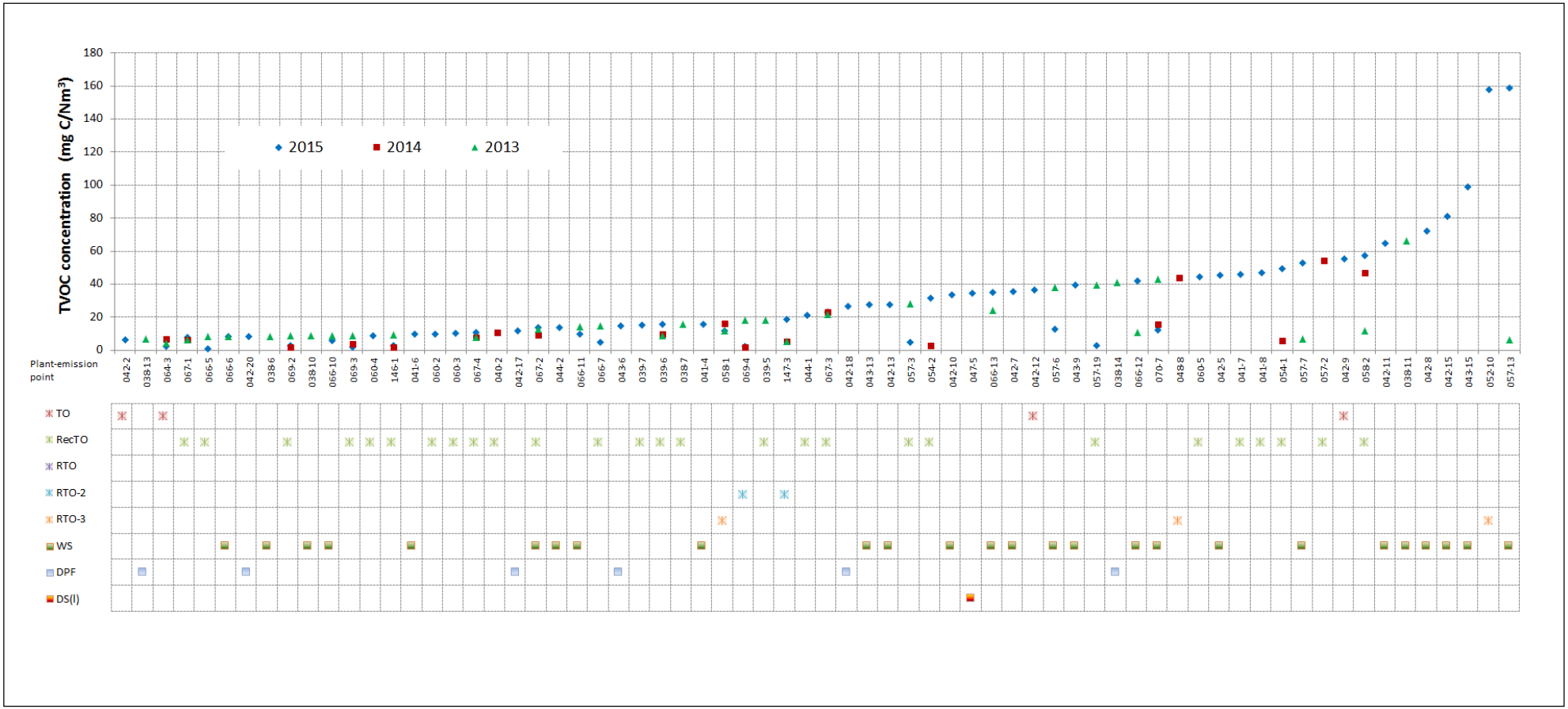
Atık gazlarda elde edilen toz konsantrasyonu değerleri, yalnızca birkaç yüksek değer ile genel olarak çok düşüktür. Uygulanan toz azaltma tekniğine göre bildirilen değerlerde önemli bir fark yoktur.

2.3.2.3 Atık gazlardaki TVOC emisyonları

Atık gazlardaki TVOC emisyonları, sprey kabinlerinin veya kurutucuların egzozuyla ilişkili önemli sayıda emisyon noktasında meydana gelir. Püskürtme kabinlerinin egzozunda, aşırı püskürtme yakalama teknikleri uygulanırken, kurutuculardan çıkan egzoz için genellikle ısıl işlem teknikleri kullanılır (ayrıca bkz. Bölüm 2.2.3.4, 2.2.3.5 ve 2.2.3.6). Şekil 2.26 ve Şekil 2.27'de atık gazlarda rapor edilen TVOC emisyon seviyeleri sunulmaktadır.



Şekil 2.26: Atık gazlarda TVOC emisyonları - 2013-2015 dönemi için ortalama değerler (1/2)



Şekil 2.27: Atık gazlarda TVOC emisyonları - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler (2/2)

Bildirilen değerlerin çoğu 40 mg C/Nm^3'ün altındadır (tüm değerlerin %85'inin yüzdesi), rapor edilen değerlerin %75'i ise 20 mg C/Nm^3'ün altındadır. Daha yüksek emisyon seviyeleri, esas olarak aşırı püskürtme yakalama tekniklerinin uygulandığı püskürtme kabinlerinden kaynaklanan emisyonlarla ilişkilidir.

2015 yılı için raporlanan verilerin temel istatistiksel parametreleri Tablo 2.20'de sunulmaktadır.

Tablo 2.20: Atık gazlarda TVOC emisyonları için rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri (2015 verileri)

Parametre		Tüm veriler	Uygulanan azaltma tekniği						
			TO	CO	RecTO	RTO-3	RTO-2	DPF	WS
Değer sayısı		111	27	2	42	4	4	7	25
Ortalama	mg C/Nm^3	16.3	5	2	10	43	7	15	37
Medyan		4.9	2	NA	4	7	NA	12	28
Yüzde 25		2	2	NA	2	2	NA	6	10
Yüzde 75		15.55	3	NA	11	48	NA	21	46
Maksimum		159	55	2	57	158	19	35	159
Minimum		0.32	0.32	2	1	1	2	2	3

NOT:

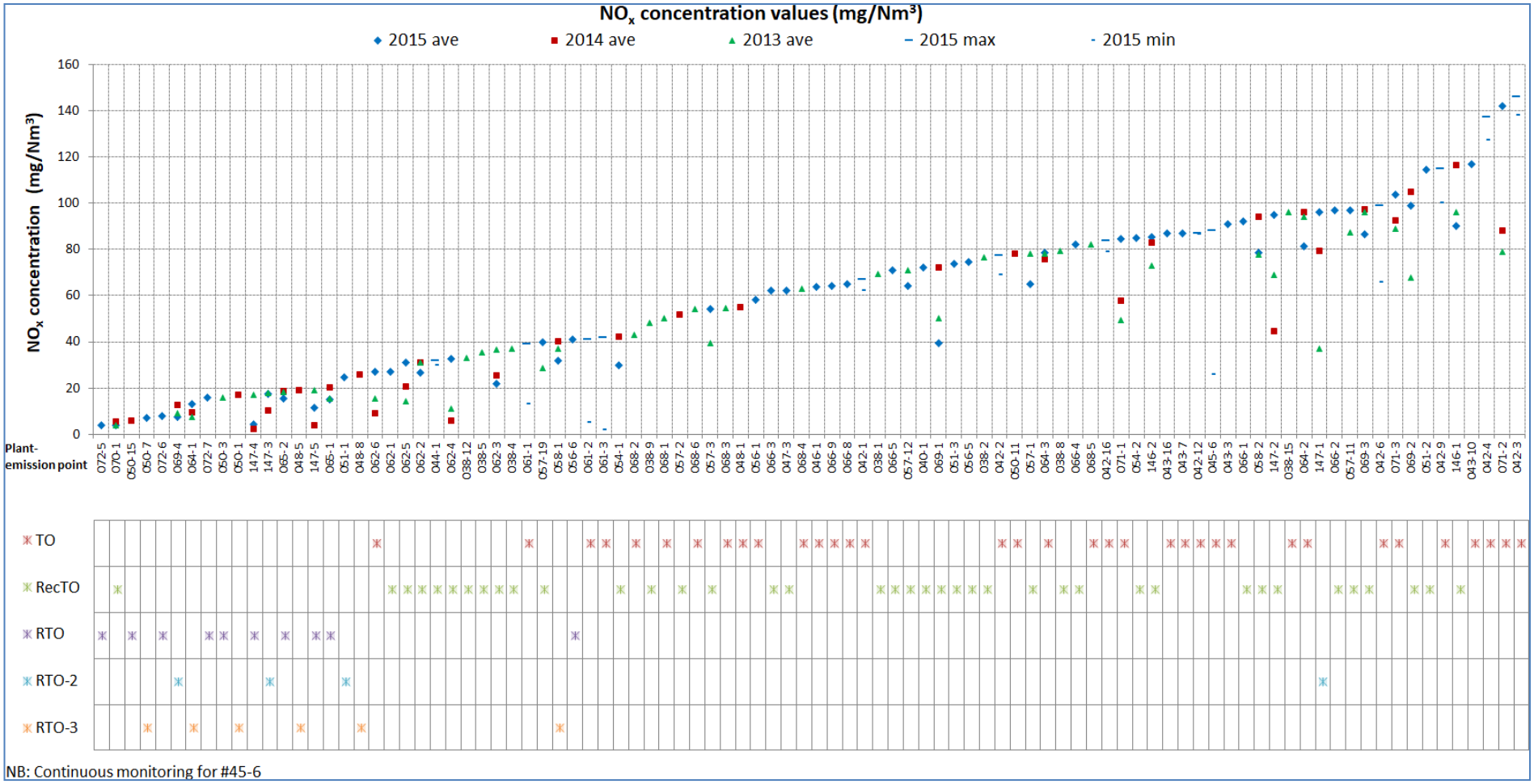
NA: Uygulaması yok / mevcut değil.

TO: Isıl oksitleyici, reküperatif (RecTO) veya rejeneratif (RTO-2/-3) olabilir.

Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

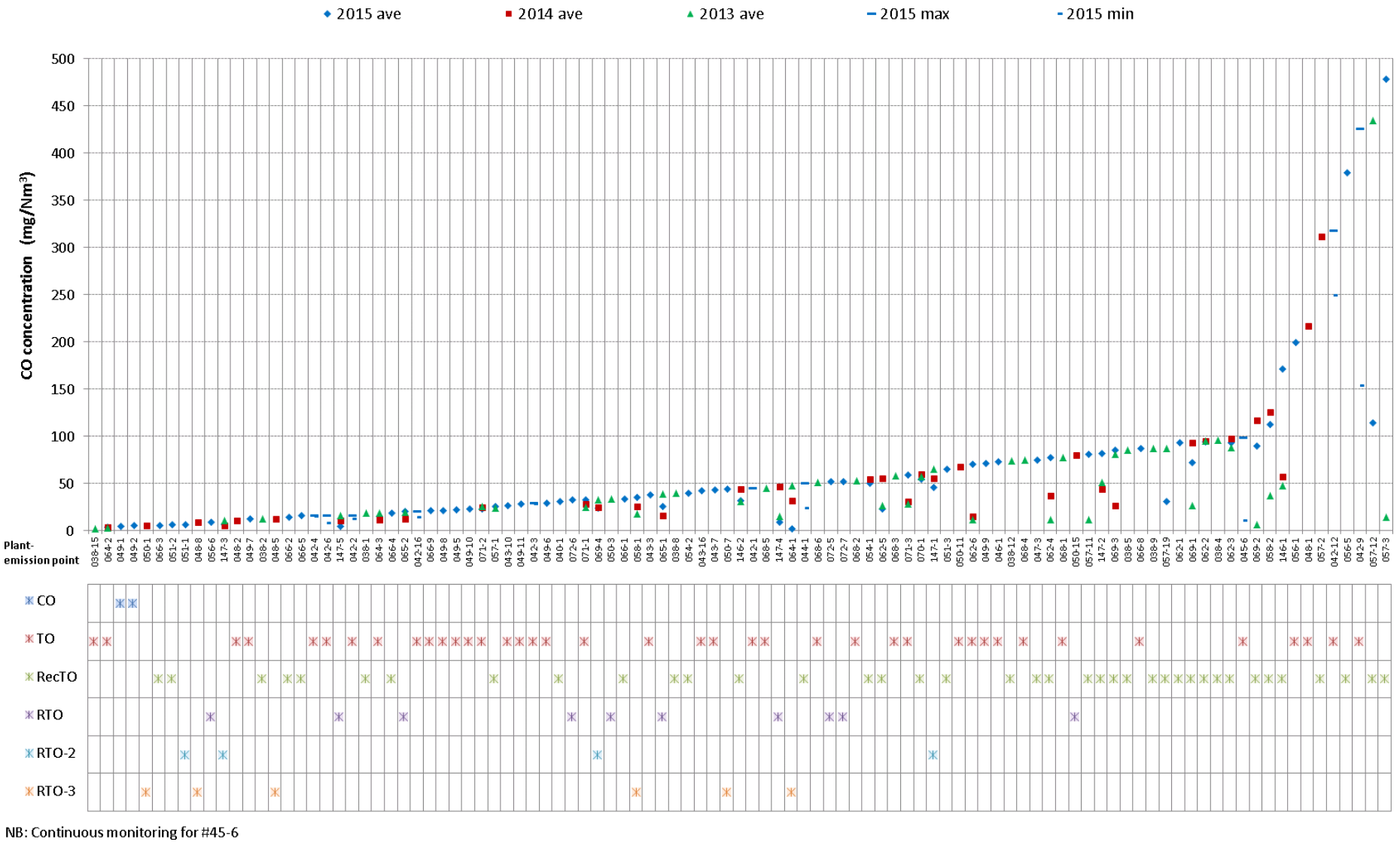
2.3.2.4 Atık gazlardaki NO_X ve CO emisyonları

Azot oksit (NOX) ve karbon monoksit (CO) emisyonları, çıkış gazlarının termal oksidasyonundan kaynaklanır. Bildirilen değerler Şekil 2.28 ve Şekil 2.29'da sunulmuştur.



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.28 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

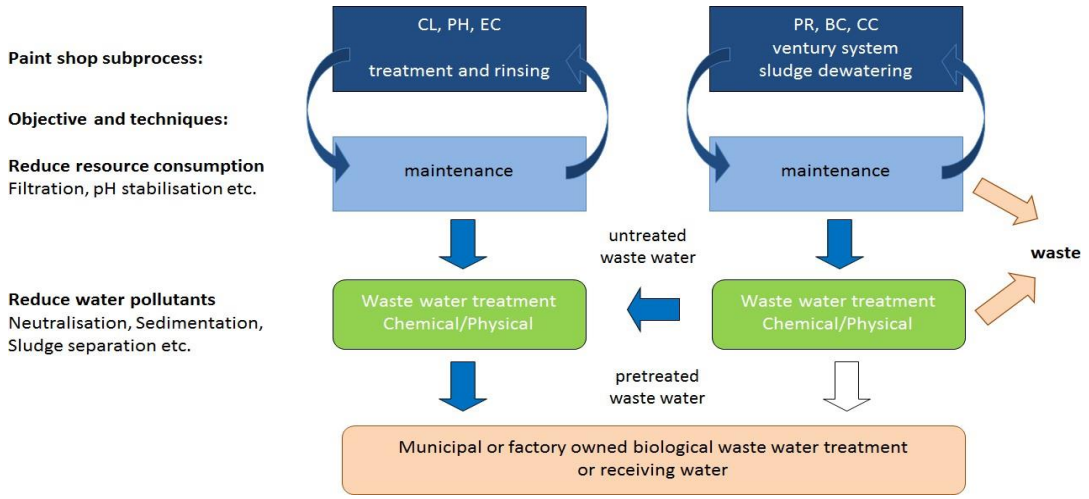
Şekil 2.29 2013-2015 döneminde atık gazlardaki CO emisyonları

2.3.2.5 Suya salınan emisyonlar

Bir boyahanede iki tür atık su oluşur:

- Fosfatlamadan kaynaklanan inorganik yük (tuz, ağır metal) içeren atık sular,
- Temizleme, e-kat ve ıslak temizleme sistemlerinden kaynaklanan, ağırlıklı olarak organik yüklü (yağ, deterjan, boya) atık su.

Araçlar için büyük boya atölyelerinde tipik bir atık su arıtma konfigürasyonu Şekil 2.30'da sunulmaktadır.



Kaynak: [142, ACEA 2016]

Şekil 2.30: Büyük boyahanelerde atık su arıtmanın tipik teknik konfigürasyonu

Ön arıtma ve daldırma astar kaplamasından kaynaklanan atık su

Atık suların büyük bölümü gövdelerin yağdan arındırma, fosfatlama, pasivasyon gibi ön arıtma işlemlerinden ve ardından gelen elektro kaplama astar işleminden kaynaklanmaktadır. Atık sular, ağırlıklı olarak, arıtmalar arasında gövdelerin durulanmasından kaynaklanmaktadır, bu nedenle önceki süreçten malzemeleri uzaklaştırmaktadır. Ön arıtma (yağ giderme), dönüşüm kaplamaları ve pasivasyonun yanı sıra herkese uygulanabilen su yönetimi ve su tasarrufu teknikleri, STM BREF [23, COM 2006]'da ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Bunlar, çok aşamalı durulama ve su kullanımını en aza indirmeye ve su ve ham maddeleri geri kazanmaya yönelik teknikleri içerir ve elektrokaplamaya eşit derecede uygulanabilir.

Elektro kaplama, boya katılarının ayrılması ve geri kazanılması ve sıvının (ultrafiltrat) durulama için geri döndürülmesi ile birden fazla (kademeli) durulama ile çalıştırılabilir. Boya katıları için durulamalar genellikle kapalı bir döngüde yapılsa da, bir miktar durulama suyu kaybolabilir (boya izleri, su bazlı solventler vb. içerir) ve periyodik temizlemeye ihtiyaç vardır. Elektro daldırma boya kurşun içermez. Yağ alma ve ön arıtma atık sularında bulunan diğer maddeler deterjanlar, pres yağları, demir, manganez, nikel ve çinko fosfatlar, florürler ve boratlardır. Araçlarda Cr(VI)'yı katı bir şekilde sınırlayan ELV Direktifi nedeniyle Cr(VI) artık pasivasyon malzemesi olarak kullanılmamaktadır (ağır ticari araçlar için muafiyetler vardır). Kadmiyum, tüm çinko bileşiklerinde kirletici olarak 10 mg/kg oranında mevcuttur[18].

[18] Örneğin, ABD ve İngiltere Farmakopyaları: Farmasötik çinko oksitte izin verilen maksimum değer 10 ppm. Çinko elektrokaplama için ayrıca STM BREF'e bakın.

Kaplama işlemlerinden kaynaklanan atık su

Diğer atık sular, fazla püskürtülmüş boyanın ıslak yıkanmasından kaynaklanmakta olup aşağıdaki biçimlerde oluşabilmektedir:

- boya, su ve pıhtılaştırıcı madde kalıntıları karışımı;
- nebulizatör ünitelerinin ve boya besleme kanallarının temizlenmesiyle oluşan boya, su ve solvent karışımı;
- Boya kabinlerinin temizlenmesiyle oluşan boya ve su karışımı.

Püskürtme kabinlerinde boya püskürtme sırasında, fazla püskürtülen boyanın ıslak ovulmasıyla başka atık sular oluşabilir. Bu, toz (partikül madde) olarak boya emisyonlarını en aza indirmek için gereklidir. Bu yıkayıcılar için su kapalı bir döngüde devridaim edilir ve boya çamuru ayrılır ve bakım sırasında periyodik olarak ve banyonun hizmet ömrünü uzatmak için bir baypas akışının çamurundan arındırılarak sürekli olarak çıkarılması gerekir. Hem solvent bazlı hem de su bazlı boyaların ayrıştırılmasında aynı yöntemler kullanılmaktadır.

Solvent bazlı boyalarda bulunan organik solventler çoğunlukla çok uçucudur ve suda çözünürlüğü düşüktür. Su bazlı boyalar, önemli ölçüde daha küçük bir çözücü oranına sahiptir, ancak bu, suda neredeyse tamamen çözünürdür. Bu çözücülerin buhar basıncı çok düşükse suda birikebilirler. Su bazlı boyalar için çözücüler, boya kabininde dolaşan suda sadece denge durumuna kadar birikir (genel konsantrasyonlar yaklaşık %0,5'tir). Püskürtme kabininin durulama suyu kapalı bir döngüde tutulur ve periyodik olarak, yani yılda iki kez veya daha az sıklıkta yenilenir. Ayrıca, püskürtme kabini egzoz havasının ısı eşanjörlerinin ve ısı rotorlarının temizlenmesi ve ayrıca püskürtme kabinine verilen giriş havasının nemlendirilmesi ile çok küçük miktarlarda olmasına rağmen atık su üretilir. [38, TWG 2004] [212, TWG 2018].

Yağ giderme ve ön arıtma işlemlerinden kaynaklanan atık su, genellikle STM BREF'te ayrıntılı olarak açıklanan bir atık su arıtma tesisinde (genellikle ancak her zaman aynı sahada değil) arıtılır.

[23, COM 2006]. AAT ayrıca sahadaki diğer faaliyetlerden kaynaklanan atık suları da arıtabilir. Arıtılan atık su daha sonra doğrudan yüzey sularına, bir belediye atık su arıtma tesisine deşarj edilebilir veya başka bir endüstriyel atık su arıtma tesisine (yerinde veya dışında) aktarılabilir.

Tahliye noktaları ve yapılan işlemler tesisata bağlıdır.

Yürütülen bir COM çalışması[19], atık sulara deşarj edilebilecek (yukarıda belirtilenler dahil) ve dolayısıyla veri toplama için dikkate alınması gereken ana parametreleri ve diğer ilgili maddeleri tanımlamıştır. Bunlar Tablo 2.21'de verilmiştir.

Tablo 2.21: Binek araç, kamyonet, kamyon ve kamyon kabin ve otobüslerinin kaplanmasından kaynaklanan atık sulara ait KEI'ler

Tanımlanan ana parametreler	Önemli parametreler
AKM, TOC/KOİ, Ni, Zn, Cd, fenol, AOX, florür, fosfat Ayrıca kamyonlar, kamyon kabinleri ve otobüsler için: Pb, Cr(VI) (REACH kapsamında izin verilen kısıtlı kullanım)	DEHP, NP/NPE, NMP

Araçların kaplanmasından kaynaklanan atık su emisyonlarına ilişkin veriler 25 tesisten alınmıştır. Uygulanan ana teknikler STM BREF'te açıklandığı gibidir:

- **Proses-içi:**
  - İkame;
  - ters kademeli durulama.

19 COM çalışma belgesi EIPPCB 09/06/2016: IED Ek I 6.7 faaliyetlerini yürüten tesisler için Temel Çevresel Konular olarak değerlendirilmeleri için metaller ve suya salınan diğer emisyonlar hakkında sunulan Teknik Çalışma Grubu (TWG) verilerinin değerlendirilmesi.

n) **Atık su arıtma teknikleri:**

- pıhtılaşma ve flokülasyon;
- nötralizasyon;
- sedimantasyon (yerleşim);
- filtrasyon (kum filtreleri kullanarak);
- çöktürme;
- yüzdürme
- vakum damıtma;
- VOC sıyırma;
- fiziksel ayrılma;
- biyolojik arıtma;
- kimyasal indirgeme;
- iyon değişimi.

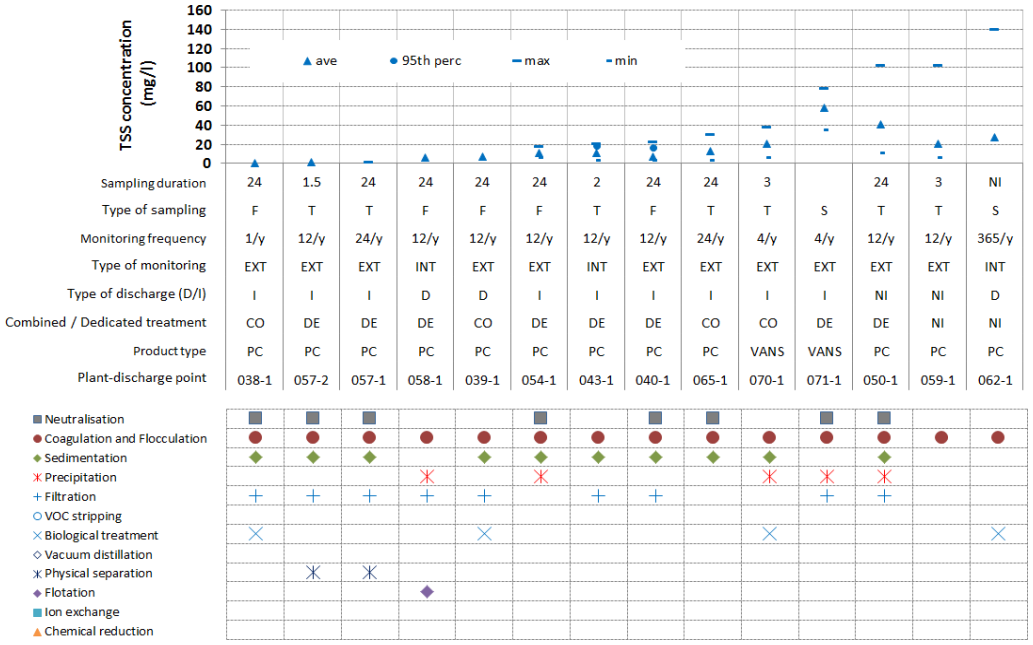
Her bir kirletici için bildirilen konsantrasyon değerleri aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır. Suya emisyon verileri için kullanılan kısaltmaların açıklaması Tablo 2.22'de verilmiştir.

Tablo 2.22: Suya verilen emisyonlar için kullanılan kısaltmaların açıklaması

Deşarj türü		**İzleme türü**	
D	Doğrudan	INT	Dahili
I	Dolaylı	EXT	Harici
R	yeniden kullanın	SM	Otomatik izleme
Numune alma türü		**Kombine veya özel arıtma**	
T	Zamanla orantılı	CO	Kombine atık su arıtma tesisi (WWTF)
F	Akış-orantılı	DE	Yalnızca STS ile ilgili atık su için özel atık su arıtma tesisi (WWTF)
S	Leke		

2.3.2.5.1 Toplam askıda katı madde (AKM)

Toplam askıda katı madde konsantrasyonu değerlerine ilişkin veriler 13 tesis ve 14 deşarj noktası için rapor edilmiştir. Raporlanan konsantrasyon değerlerinin dağılımı Şekil 2.31'de gösterilmektedir.



NI: Bilgi sunulmamıştır

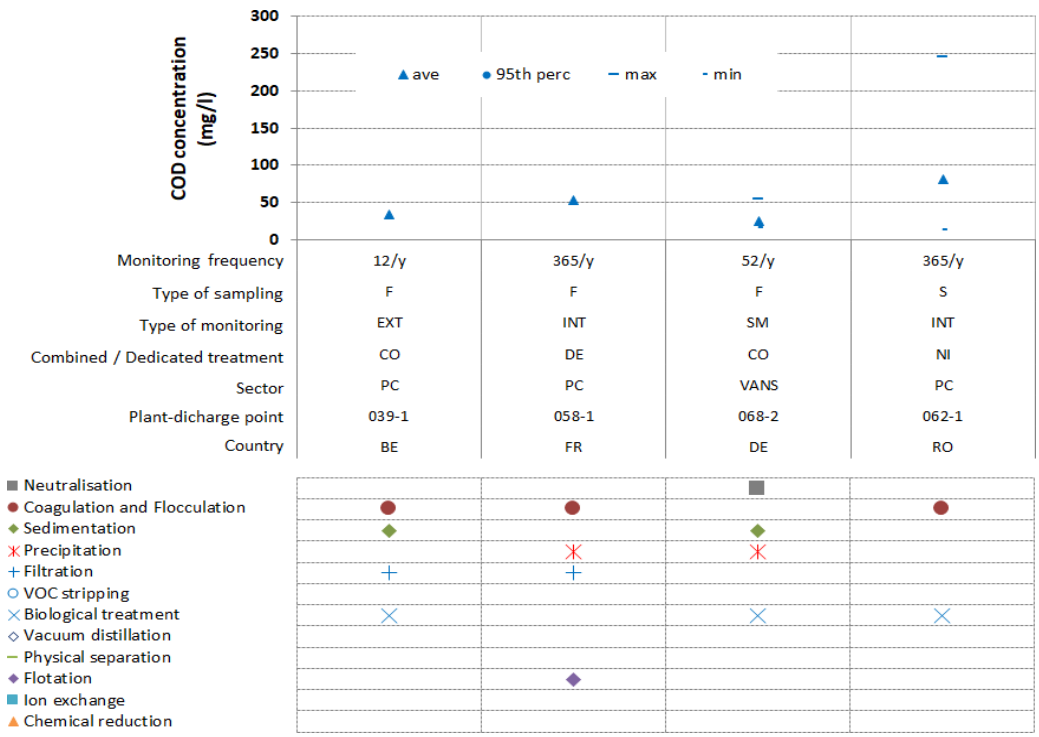
Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.31: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için AKM konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

Sadece üç değer, ikisi 6 mg/l'den düşük olan bir alıcı su kütlesine doğrudan deşarjlarla ilgilidir.

2.3.2.5.2 Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve toplam organik karbon (TOC)

Doğrudan deşarjlar için bildirilen KOİ konsantrasyon değerleri Şekil 2.32'de sunulmaktadır. Toplamda, KOİ konsantrasyon değerleri için hem doğrudan hem de dolaylı deşarjlara karşılık gelen 24 deşarj noktasından veriler bildirilmiştir ve TOC değerleri için 3 tesisten (4 deşarj noktası) veri sunumu gerçekleştirilmiştir. Bildirilen TOC değerlerinin az sayıda olması, TOC ve KOİ değerleri arasında olası bir korelasyonun incelenmesine olanak vermemiştir.



NI: Bilgi sunulmamıştır

Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.32: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan deşarjı için KOİ konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

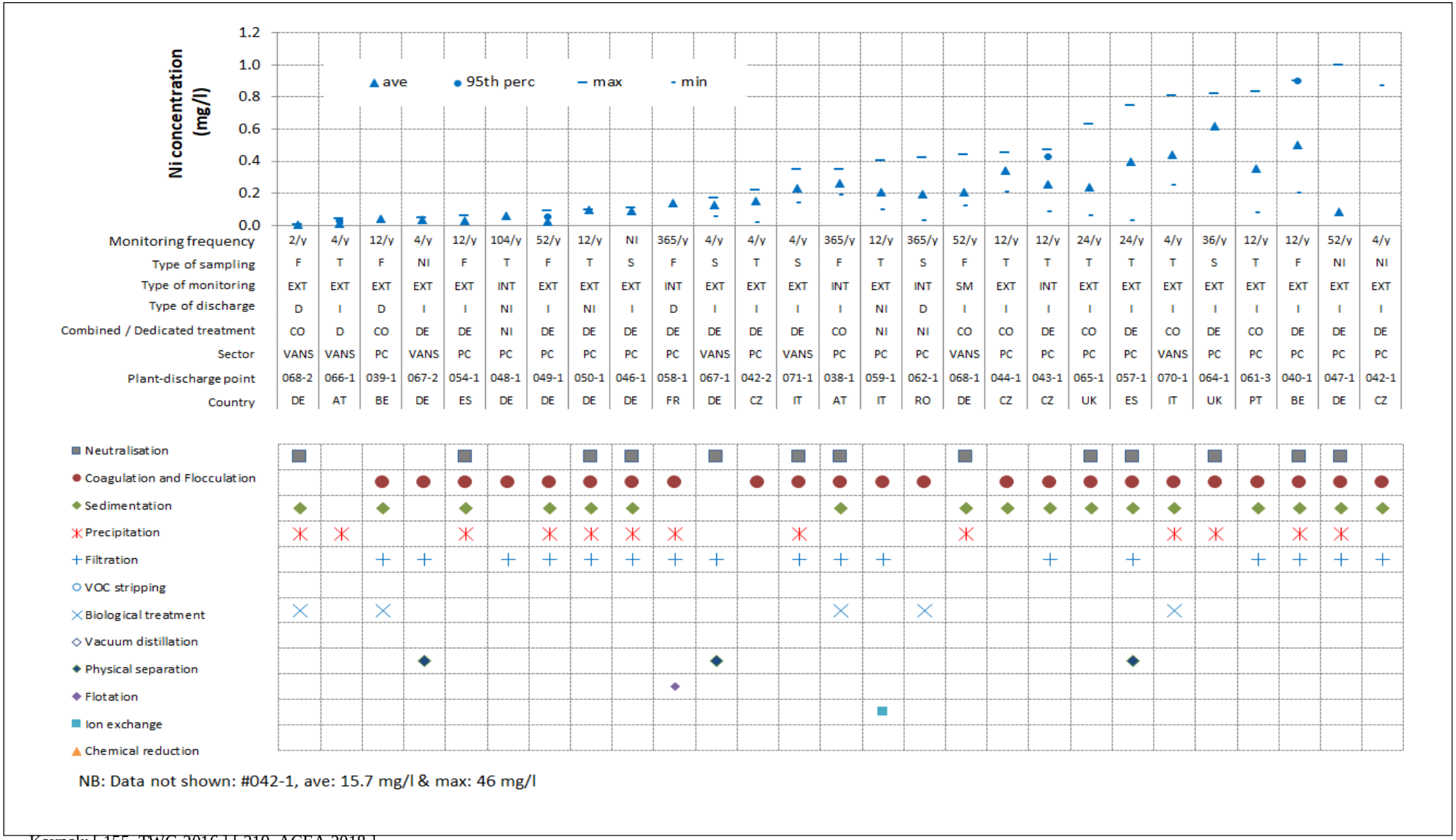
2.3.2.5.3 Nikel (Ni)

Toplam 27 deşarj noktası için nikel emisyonlarına ilişkin veriler bildirilmiştir. Raporlanan konsantrasyon değerlerinin dağılımı Şekil 2.33'te gösterilmektedir.

Toplanan verilerde kullanılan metal sacın türü hakkında bilgi mevcut değildir. Daha yüksek nikel içeriğine sahip metal levhaların kullanılması durumunda, atık suya emisyonlar daha yüksek olabilir ve atık su arıtma maliyeti daha yüksek olabilecektir [CZ yorumu #14 [212, TWG 2018]]. Bildirilen 27 maksimum değerden 15'i 0,4 mg/l'den düşüktür.

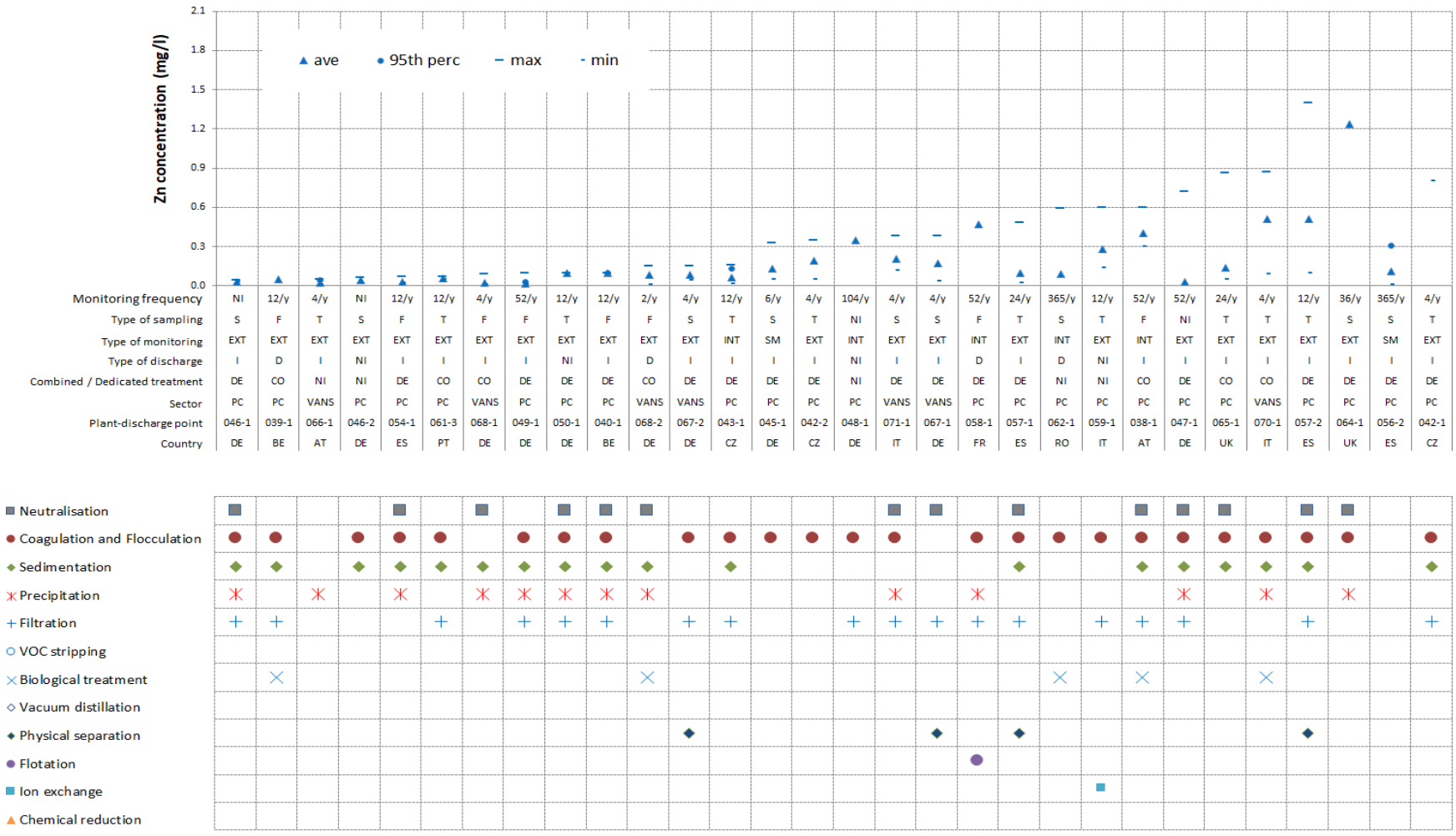
2.3.2.5.4 Çinko (Zn)

25 tesis için (toplam 30 deşarj noktası) atık sudaki çinko konsantrasyonu değerlerine ilişkin veriler alınmıştır. Raporlanan konsantrasyon değerlerinin dağılımı Şekil 2.34'te gösterilmektedir. Toplanan verilerde kullanılan metal sacın türü hakkında bilgi mevcut değildir. Daha yüksek çinko içeriğine sahip metal levhaların kullanılması durumunda, atık suya emisyonlar daha yüksek olabilir ve atık su arıtma maliyeti daha yüksek olabilir [CZ yorumu #15 [212, TWG 2018]]. Rapor edilen emisyon noktalarının çoğu (30 üzerinden 23) için ulaşılabilir konsantrasyon seviyeleri 0,6 mg/l'nin altındadır (bkz. Şekil 2.34).



Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.33: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için Ni konsantrasyon değerleri (2015 verileri)



NB: Data not shown: #064-1, max value: 3.66 mg/l, #056-2, max value: 3.7 mg/l, #042-1, average value: 36.7 mg/l, max value: 85 mg/l

Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.34: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için Zn konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

2.3.2.5.5. Altı değerlikli krom (Cr(VI)) ve toplam krom (Cr_{toplam})

Bazı siteler Cr(VI) (bkz. Tablo 2.23) ve Cr_{toplam} (bkz. Tablo 2.24) için düşük değerler bildirmiştir. Sektörden gelen bilgiler aşağıdakileri doğrulamıştır:

a) Araçlardaki altı değerlikli krom, Ömrünü Tamamlamış Araçlar Direktifinin gerekliliklerine göre, 2003 yılına kadar genel olarak aşamalı olarak kaldırılmıştır[20];

b) ölçümlerin yapıldığı yerlerde, bu, eski izin gerekliliklerine dayanmıştır;

c) Bazı değerler, 'küçüktür' (<) sembollerini atlayarak, transkripsiyon hatalarının ürünüdür;

d) Değerlerin büyük bölümü, rapor edilen LoD'den daha düşüktür (bu, izin limit değeriyle çakışabilir).

İzlemeyle ilgili bazı değerler, aşağıdakilerden bir veya daha fazlasına atfedilebilir:

e) Evsel kanalizasyon ve diğer bilinmeyen kaynaklar dahil olmak üzere diğer faaliyetlerle birlikte atık su akışlarından alınan numuneler.

f) Eser miktarda Cr, paslanmaz çelik yüzeylerin (örn. borular, arıtma tankları, araba gövdeleri, e-kaplama tanklarındaki paslanmaz çelik elektrotların aşınması) aşındırılmasından kaynaklanabilir. Ancak bunlar ayrıntılı olarak incelenmemiştir.

[20] Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 18 Eylül 2000 tarihli Ömrünü Tamamlamış Araçlara ilişkin 2000/53/EC sayılı Direktifi.

Tablo 2.23: Araç kaplama tesislerinden çıkan atık suların doğrudan ve dolaylı deşarjları için Cr(VI) konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

Ülke	Tesis – deşarj noktası	Tesis türü	Arıtma kombine (CO)/ özel (DE)	Deşarj türü	İzleme türü	Sıklık	Numune türü	Numune alma süresi	Numune sayısı	Ortalama (mg/l)	Maksimum (mg/l)	Minimum (mg/l)	İzin ELV (mg/l)
DE	050-1	PC	DE	NI	EXT	12/yıl	T	24	12	0.01	0.01	0.01	0.1
DE	047-1	PC	DE	I	EXT	52/yıl	NI	NI	46	0.0101	0.01	NI	0.1
AT	066-2	VANS	DE	I	EXT	1/yıl	T	24	5	0.02	0.02	0.02	0.05
DE	067-1	VANS	DE	I	EXT	4/yıl	S	0.16	4	0.02	0.02	0.02	0.1
PT	061-3	PC	CO	I	EXT	12/yıl	T	24	12	0.018	0.062	0.01	0.2
IT	071-1	VANS	DE	I	EXT	4/yıl	S	NI	4	0.1	0.1	0.1	NO
IT	059-1	PC	NI	NI	EXT	12/yıl	T	3	12	0.1	0.1	0.1	0.2
IT	070-1	VANS	CO	I	EXT	4/yıl	T	3	3	0.1	0.1	0.1	0.2

NOT:
NI: Bilgi sunulmamıştır.
Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

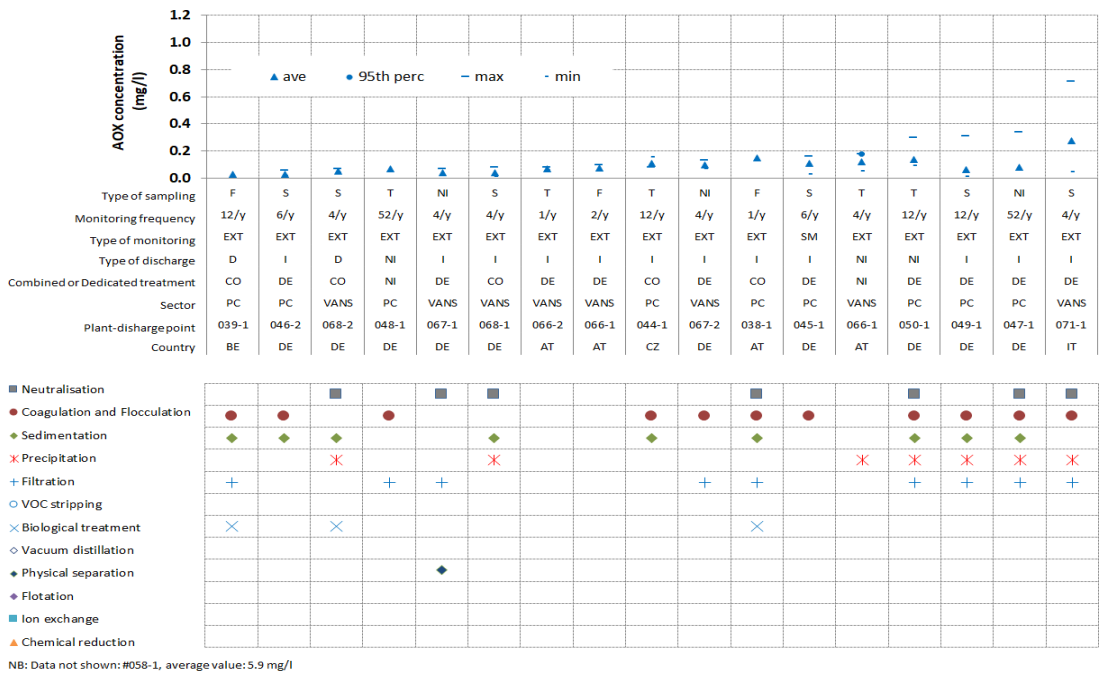
Tablo 2.24: Araç kaplama tesislerinden doğrudan ve dolaylı atık su deşarjları için toplam Cr konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

Ülke	Tesis – deşarj noktası	Tesis türü	Arıtma kombine (CO)/ özel (DE)	Deşarj türü	İzleme türü	Sıklık	Numune türü	Numune alma süresi	Numune sayısı	Ortalama (mg/l)	Maksimum (mg/l)	Minimum (mg/l)	İzin ELV (mg/l)
DE	068-2	VANS	CO	D	EXT	2/yıl	F	2	2	0.005	0.005	0.005	0.05
DE	067-2	VANS	DE	I	EXT	4/yıl	NI	0.16	4	0.004	0.006	0.003	0.5
DE	067-1	VANS	DE	I	EXT	4/yıl	S	0.16	4	0.005	0.006	0.003	0.5
ES	057-1	PC	DE	I	EXT	24/yıl	T	24	24	0.005	0.02	0.005	NO
DE	068-1	VANS	CO	I	EXT	4/yıl	F	2	5	0.01	0.02	0.005	0.5
PT	061-3	PC	CO	I	EXT	12/yıl	T	24	12	0.04	0.05	0.005	2
DE	048-1	PC	NI	NI	INT	104/yıl	T	2	104	0.05	NI	NI	0.5
AT	066-2	VANS	DE	I	EXT	1/yıl	T	24	5	0.05	0.05	0.05	0.5
UK	064-1	PC	DE	I	EXT	36/yıl	S	24	36	0.023	0.055	NI	10
DE	050-1	PC	DE	NI	EXT	12/yıl	T	24	12	0.1	0.1	0.1	0.5
IT	071-1	VANS	DE	I	EXT	4/yıl	S	NI	4	0.2	0.2	0.2	NO
IT	059-1	PC	NI	NI	EXT	12/yıl	T	3	12	0.2	0.2	0.2	4
IT	070-1	VANS	CO	I	EXT	4/yıl	T	3	3	0.2	0.2	0.2	4
DE	047-1	PC	DE	I	EXT	52/yıl	NI	NI	46	0.0148	0.24	NI	0.5
RO	062-1	PC	NI	D	INT	365/yıl	S	1.15	232	0.043	0.28	0.0054	NI
ES	057-2	PC	DE	I	EXT	12/yıl	T	1.5	12	< 17.44	< 50	< 0.1	NI

NOT:
NI: Bilgi sunulmamıştır.
Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

2.3.2.5.6 Adsorplanabilen organik halojenler (AOX)

16 tesis için (toplam 18 deşarj noktası) atık sudaki AOX konsantrasyon değerlerine ilişkin veriler alınmıştır. Raporlanan konsantrasyon değerlerinin dağılımı Şekil 2.35'te gösterilmektedir.

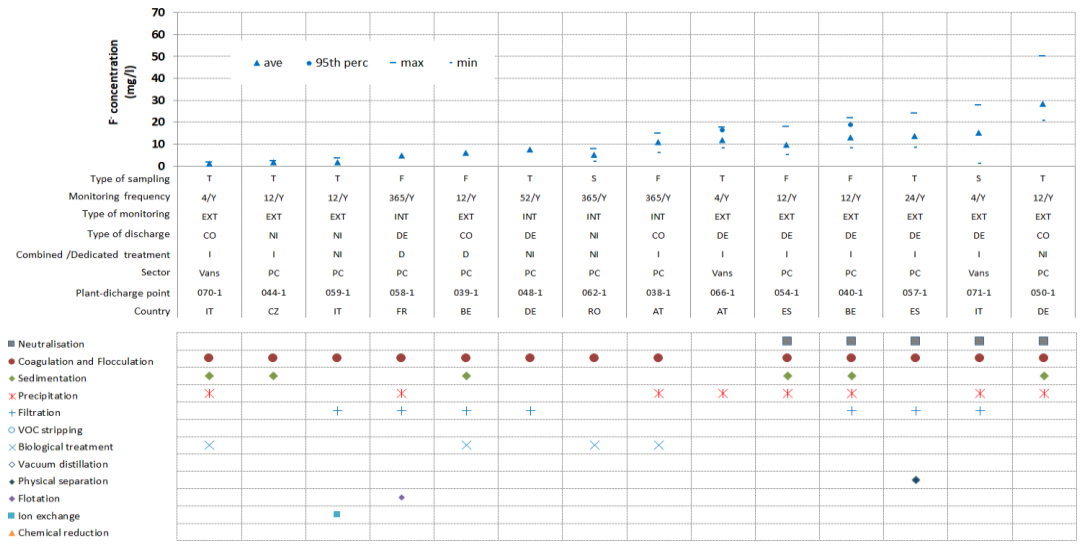


NI: Bilgi sunulmamıştır.
Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.35: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için AOX konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

2.3.2.5.7 Florür (F^-)

14 tesis için atık sudaki florür konsantrasyonu değerlerine ilişkin veriler alınmıştır. Raporlanan konsantrasyon değerlerinin dağılımı Şekil 2.36'da gösterilmektedir. Bildirilen değerlerin biri hariç tümü 16 mg/l'den düşüktür. Florürün uzaklaştırılması için belirli bir boru çıkışı tekniği tanımlanmamıştır.

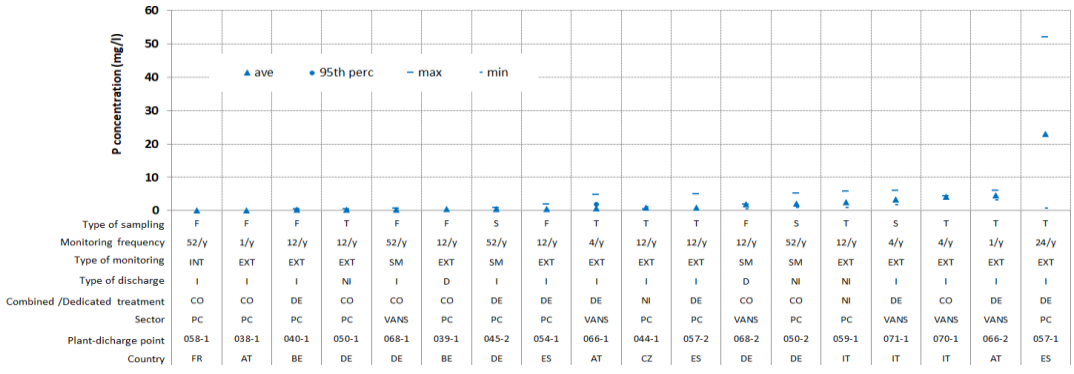


Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.36: Araç kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için florür konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

2.3.2.5.8 Toplam fosfor (TP)

14 tesis için (toplam 18 deşarj noktası) atık sudaki toplam fosfor konsantrasyonu değerlerine ilişkin veriler alınmıştır. Bildirilen konsantrasyon değerlerinin dağılımı Şekil 2.37'de gösterilmektedir. Deşarj noktalarından biri hariç tümü için bildirilen maksimum değerler 6 mg/l'nin altındadır.

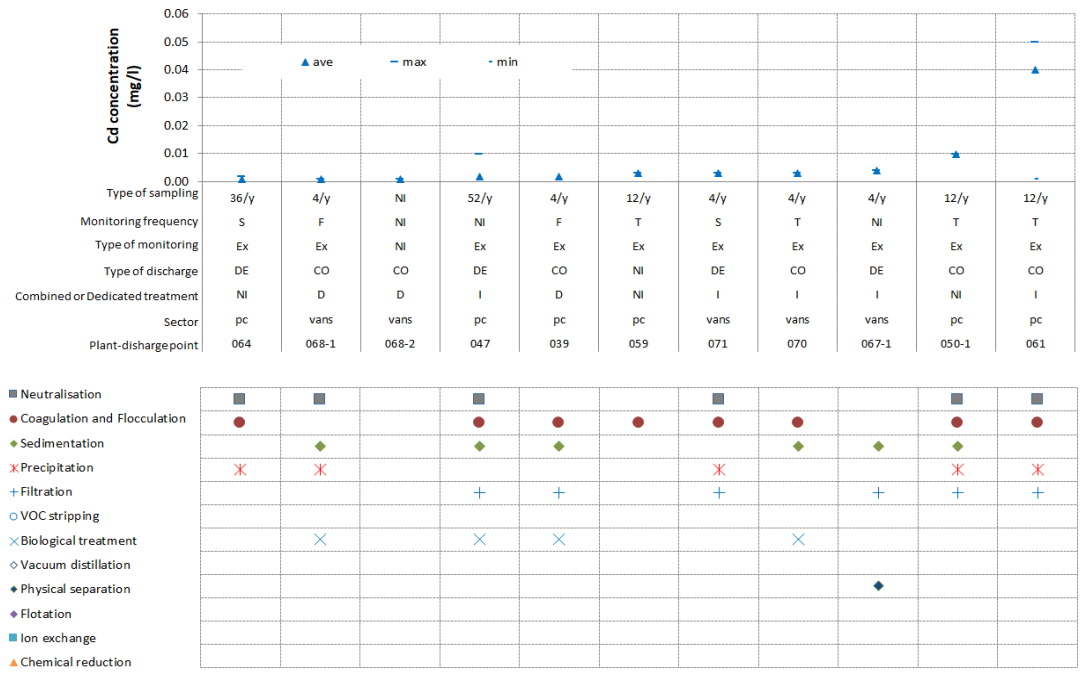


Kaynak: [155, TWG 2016] [219, ACEA 2018]

Şekil 2.37: Araç kaplama tesislerinden çıkan atık suların doğrudan ve dolaylı deşarjları için toplam fosfor (TP) konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

2.3.2.5.9 Kadmiyum (Cd)

11 deşarj noktası için atık sudaki kadmiyum konsantrasyonu değerlerine ilişkin veriler alınmıştır. Raporlanan konsantrasyon değerlerinin dağılımı Şekil 2.38'de gösterilmektedir.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 2.38: Araç kaplama tesislerinden çıkan atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjları için Kadmiyum (Cd) konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

Bildirilen değerlerin neredeyse tamamı 0,004 mg/l'nin altındadır; sadece iki tesisten biri 0,01 mg/l kadmiyum konsantrasyonu değeri ve diğeri de 0,05 mg/l ile daha yüksek değerler bildirmiştir.

Araçlardaki kadmiyum, 2000/53/EC sayılı Direktifinin gerekliliklerine göre 2003 yılına kadar aşamalı olarak kaldırılmıştır. Kadmiyum, çinko bileşiklerinin düşük seviyeli bir kirleticisidir.

2.3.2.5.10 Fenol indisi

Sadece sekiz tesis fenol indeksi için emisyon konsantrasyon değerleri bildirmiş olup bunlardan ikisi 0,05 mg/l'den düşüktür (biri 0,25 mg/l ve diğeri 3,4 mg/l düzeyinde).

2.3.2.6 Atık üretimi

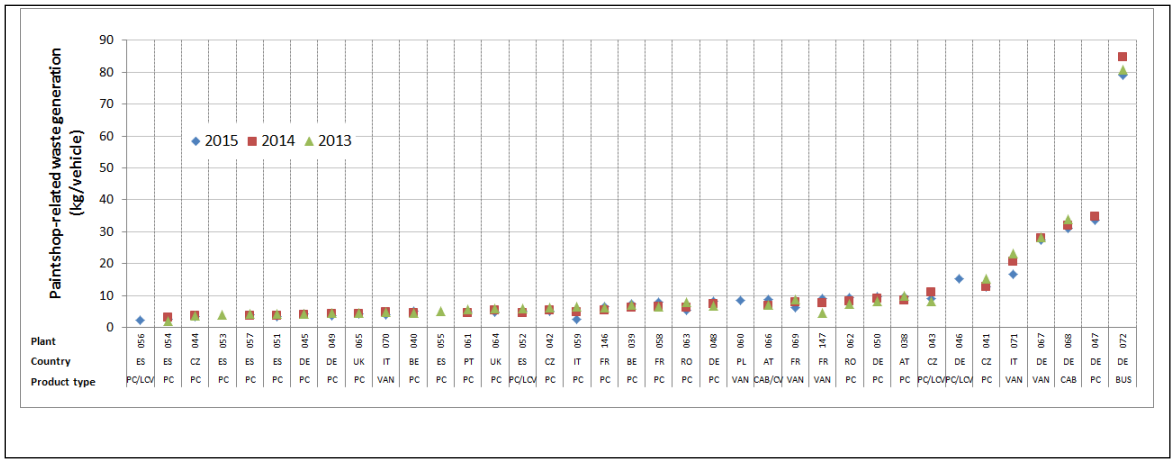
[155, TWG 2016] [142, ACEA 2016] [144, ACEA 2017] [219, ACEA 2018]

Araç boyahanelerinde tehlikeli ve tehlikesiz atıkların bir karışımı üretilir. Bildirilen boyahaneye özgü ana atık türlerinin gösterge niteliğindeki listesi aşağıdaki gibidir:

- Atık boya;
- plastisoller, sızdırmazlık macunları, yapıştırıcılar;
- kullanılmış solventler;
- boya çamuru;
- kireç taşı (boya fazlasıyla birlikte);
- filtreler (boya fazlasıyla birlikte);
- diğer (VOCler);
- fosfat çamuru;
- Boyahane AAT'sinden gelen VOC harici çamur.

Atık türleri ve solvent içerikleri hakkında daha detaylı açıklama aşağıdaki bölümde verilmiştir.

Şekil 2.39, çeşitli tipteki otomotiv boyahaneleri için boyahaneye özgü atık üretimi (kg/araç olarak ifade edilmiştir) hakkında bildirilen verileri göstermektedir.



Şekil 2.39: 2013-2015 dönemi otomotiv boyahanelerinden kaynaklanan toplam atık üretim değerleri (kg/araç)

Aşağıdaki tablo, araç tipine göre otomotiv boyahanelerinde üretilen atık miktarlarına ilişkin rapor edilen verileri özetlemektedir.

Tablo 2.25: Otomotiv boyahaneleri için toplam atık üretimi verileri

Ürün türü	Bildirilen veriler ([1]) 2015			Endüstri raporu ([2]) 2012		
	Tesis sayısı	Ortalama (kg/araç)	50 % orta aralık (kg/araç)	Tesis sayısı	Ortalama (kg/araç)	%50 orta aralık (kg/araç)
PC	26	7.3	4.0-8.9	59	4.59	3.16-5.91
KAMYONET	6	12.1	6.9-14.9	8	13.4	7.9-14.0
CV/ CV-sürücü kabini	2	19.9	NA	Cabs: 5	7.4	1.6-11.1
				CV: 4	7.47	NA
OTO BÜS	1	79.0	NA	6	179	70-155

NOT:
NA: Uygulaması yok /mevcut değil.
(1) Kaynak: [155, TWG 2016] [144, ACEA 2017] [219, ACEA 2018]
(2) Kaynak: [142, ACEA 2016]

Bertaraf edilmek üzere gönderilen atık miktarlarının azaltılması için önerilen başlıca teknikler şunlara atıfta bulunur: kullanılmış solventlerin geri kazanılması (bir tesis, yıllık 37.000 kg solvent geri kazanımı bildirdi); atık su içeriğinin azaltılması (ör: atık su çamurunun arıtılması için bir filtre presi kullanarak); ve renk değişimlerinden kaynaklanan temizleme döngülerinin sayısını azaltarak oluşan çamur ve atıkların azaltılması.

2.3.2.6.1 Atığın solvent içeriği

[144, ACEA 2017]

Çeşitli atıkların solvent içerikleri hakkında sunulan veriler, ilgili atık türleri için temel parametrelerin türetilmesi için analiz edilmiştir.

Ana bulgular Tablo 2.26'da sunulmuştur.

Tablo 2.26: Otomotiv boyahanelerinden çıkan ana atık türlerinin solvent içeriği

Tip	Numune sayısı		Ortalama	Std. sapma	Min.	Maks.	Medyan	> %25	< %75
	Tümü	% olarak solvent içeriği ile	%	ortalama %.	%	%	%	%	%
Atık boya	28	18	**34.4**	66	0.4	70.0	**27.5**	12.0	50.0
Plastisoller, sızdırmazlık macunları, yapıştırıcılar	16	8	**3.0**	88	0.0	9.0	**2.2**	1.2	4.1
Kullanılmış solventler	59	49	**61.7**	47	0.9	100.0	**65.9**	47.3	91.7
Kullanılmış H solventleri	NA	28	**93.7**	8	75.0	100.0	**91.9**	88.3	99.8
Kullanılmış M solventleri	NA	5	**52.8**	7	48.3	57.7	**52.6**	50.4	54.9
Kullanılmış L solventleri	NA	16	**9.6**	78	0.0	24.0	**9.9**	3.3	16.8
Boya çamuru	43	26	**4.7**	172	0.0	40.0	**2.0**	0.6	3.8
Kireç taşı	2	1	**0.2**		0.2	0.2	**0.2**	0.2	0.2
Diğer (VOCler)	26	9	**10.2**	128	0.0	30.0	**1.5**	0.5	24.8
Fosfat çamuru	23	2	**0.1**	NA	0.0	1.5	**0.0**	0.0	0.0
Diğer (VOC	59	1	**0.0**	NA	0.0	0.1	**0.0**	0.0	0.0

Tip	Numune sayısı		Ortalama	Std. sapma	Min.	Maks.	Medyan	> %25	< %75
	Tümü	% olarak solvent içeriği ile	%	ortalama %.	%	%	%	%	%
haricindeki maddeler)									
Boyahaneye spesifik olmayan	21	2	**0.2**	NA	0.0	0.2	**0.1**	0.1	0.2
NOT: NA: Uygulaması yok / mevcut değil									

Atık boyadan, süresi dolmuş boya malzemesi veya başka nedenlerle atılması gereken boya olarak anlaşılır. Bileşimi, yeni malzemenin bileşimine benzer; bununla birlikte, viskozite ayarlaması için küçük miktarlarda çözücüler yerinde eklenebilir. Bazı tesislerde, son kullanma tarihi geçmiş boyalar atık bertaraf tesisine gönderilmek yerine tedarikçiye iade edilebilir.

Plastisoller, dikiş kapama malzemeleri, yapıştırıcılar veya alt kaplamalar gibi genellikle elektro kaplamadan sonra ve sprey boyama işlemlerinden önce uygulanır. Kimyasal olarak, farklı miktarlarda plastikleştirici içeren, bazen VOC benzeri bir uçuculuğa sahip makromoleküler malzemelerdir (PVC, PU, kauçuk veya epoksi reçineler, vb.).

Plastisol atıkları ya kaplarda son kullanma tarihi geçmiş malzeme, pislikli plastik folyolar ya da yapışkan dolgu macunları ya da alt kaplamaları olan tıpalardır.

Kullanılmış solventler genellikle farklı miktarlarda boya ile karıştırılmış incelticiler veya organik temizlik maddeleridir. Boya değişimi veya çan temizleme işlemlerinde üretilir ve toplanır.

Mevcut veriler, farklı solvent içeriklerine sahip kullanılmış solventlerin üç alt tipinin ayırt edilebileceğini göstermektedir:

- **'H'** yüksek solvent konsantrasyonu: medyan %92, %50 orta aralık: %88 ila > %99;
- ‘**M**' ortam çözücü konsantrasyonu: medyan %53, %50 orta aralık: %50 ila %55;
- **'L'** düşük solvent konsantrasyonu: medyan %10, %50 orta aralık: %3 ila %17.

'H' tipi solventler, vernik uygulamalarından veya solvent bazlı boyaların kullanılması durumunda elde edilir. 'L' tipi solventler genellikle su bazlı astar veya baz kaplama ile bütilglikol su karışımlarıdır. Her iki tip solvent de aynı tankta toplanırsa, 'M' tipi solventler üretilir.

Püskürtmeli boyama işlemlerinden kaynaklanan **aşırı boya püskürtme (boya çamuru),** egzoz havasındaki (boya) partikül konsantrasyonunun azaltılması için çıkış gazı arıtma sistemlerine dahil edilir. Yakın zamana kadar tüm büyük araç boyahanelerinde venturi yıkayıcılar veya muadili ıslak yıkayıcı sistemleri kullanılıyordu. Yeni boyahanelerde kuru partikül filtreleri kurulur ve boya partikülleri ya toz haline getirilmiş kireçtaşında ya da karton filtre kutularında tutulur.

Çöken boya partikülleri, yaş yıkama sistemlerinin su deposundan pıhtılaşma ve çökeltme ile uzaklaştırılır. Birincil boya çamuru, macunsu (> %80 su) veya katı (< %40 su) atık veren farklı teknikler kullanılarak susuzlaştırılır.

Solvent içeriğinin %1 ile %4 arasında olduğu rapor edilmiştir, ancak bazı durumlarda daha yüksek konsantrasyonlar ölçülür veya hesaplanır. Bir tesisat tarafından (Tesis #066), %40 solvent konsantrasyonuna sahip boya çamuru rapor edilmiş olup bu büyük olasılıkla ya atık boya ya da boya değiştirme işlemlerinden kaynaklanan bir solvent boya karışımıdır.

Solvent içeren diğer atıklar

Diğer tüm solvent içeren atıklar bu gruba girer. Bu atıkların bazıları için solvent içeriği verileri mevcuttur ve çoğu solvent içeriği %5'ten düşüktür, ancak solvent bazlı kavite korumasından kaynaklanan mum kalıntılarının solvent içeriği %20 ile %30 arasındadır.

2.3.2.6.2 Atıktaki solvent kütlesi akışları (Solvent Kütle Dengesinin O6 parametresi)

[144, ACEA 2017]

Sunulan verilerden, hem atık miktarı hem de solvent içeriği rapor edildiğinde ve tüm boyalı araçların toplam gövde yüzeyi bilindiğinde, g/m^2 cinsinden atığa özgü kütle akışı hesaplanmıştır. Bu hesaplamanın sonuçları Tablo 2.27'de gösterilmektedir.

Tablo 2.27: Çözücü içeren atıkların çözücü kütle akışına katkısı (çözücü kütle dengesinin O6 parametresi)

Atık türü	Tesis sayısı	Ortalama	Min.	Maks.	Medyan	> 25 %	< 75 %
		g/m²					
Diğer (VOC'ler)	6	0.18	0.00	0.68	0.0	0.0	0.3
Boya çamuru	23	0.91	0.00	8.68	0.3	0.1	0.6
Plastisoller, sızdırmazlık macunları, yapıştırıcılar	8	0.13	0.00	0.33	0.1	0.0	0.3
Atık boya	11	0.70	0.00	4.31	0.3	0.2	0.6
Kullanılmış solventler	24	8.87	0.10	26.74	5.7	2.8	11.6

Yukarıdaki veriler, çoğu durumda 3 g/m^2 ile 15 g/m^2 arasında kütle akışlarıyla, kullanılan solventlerin O6 parametresine (atıktaki solventler) büyük katkısını gösterir. Rapor edilen tesislerin çoğu için, kullanılmış çözücüler, atıktaki tüm çözücü içeriğinin %80'inden fazlasını taşır.

2.4 Arabaların kaplanmasında kullanılan MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

Bölüm 17'de, otomotiv endüstrisine de uygulanabilecek genel teknikler (yani yaygın olarak kullanılanlar) tartışılmaktadır. Tablo 2.28'de, Bölüm 17'de açıklanan araç kaplaması ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmamaktadır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Binek otomobillerin kaplanmasıyla ilgili TFTEI özet sayfası [147, TFTEI 2016] VOC emisyonlarının azaltılması için Avrupa düzeyinde birincil ve ikincil tekniklerin maliyetleri ve faydaları hakkında önemli veriler sağlar. Ancak, TFTEI yaklaşımı zorunlu olarak karmaşıklığını sınırlamak zorundadır ve uyumluluk ve çapraz medya etkileri gibi diğer MET faktörleri veya bireysel kurulumların ve ürünlerin teknik özellikleri dikkate alınmadan yalnızca temel teknikler verilir [84, EGTEI 2005] [147, TFTEI 2016]. Örnek olarak, kahverengi boya atölyelerinin ıslak temizlemeden kuru temizlemeye geçişi - teknik olarak mümkünse - yaklaşık 10-20 milyon AVRO/satır [ACEA yorumu #194 in [212, TWG 2018]].

Tablo 2.28: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
temizleme teknikleri	17.9
Off-gaz çıkarma ve arıtma	17.10
Atık su arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde verilen rakamlar (ör: g VOC/m^2, maliyet, emisyon, enerji tüketimi) binek araçlar içindir.

Binek otomobillerin kaplamasında VOC azaltımına yönelik farklı yaklaşımların maliyetlerini ve faydalarını belirlemeye yönelik bir çalışmada, mevcut 74 yüksek hacimli otomobil boyahanesinden 70'ini kapsayan dört boyahane ailesi ele alındı: SB, SB-MIX, WB ve entegre (SB-MIX boyahanelerinde iki seçenek vardır, bkz. Bölüm 2.4.2.1) [147, TFTEI 2016].

Solvent emisyonları, proses içi (birincil) ve boru çıkışı (ikincil) önlemler uygulanarak azaltılabilir.

Olası birincil önlemler aşağıdaki gibidir [147, TFTEI 2016]:

- geliştirilmiş solvent yönetimi (örneğin solventin toplanması);
- temizleme döngülerinin optimizasyonu;
- transfer verimliliği ve uygulama teknolojisinin iyileştirilmesi.

Kaplama işleminin birkaç veya tüm adımlarında çeşitli tek teknikler kullanılabilir ve genellikle tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır.

Olası birincil önlemlerin emisyon azaltımına ilişkin bir değerlendirme Tablo 2.29'da sunulmuştur (aralık köşeli parantez içinde verilmiştir).

Tablo 2.29: VOC emisyon azaltımı - birincil önlemler (vaka çalışmaları)

Birincil önlemler	VOC emisyonlarının azaltılması (g/m^2)	Veri toplama çalışmasına konu saha sayısı
çözücülerin toplanması	2.4 [0.5-4.5]	5
Temizleme döngülerinin optimizasyonu	0.6 [0.05-1.8]	6
%100 Astar, baz kat, vernik otomasyonu	1.2 [1.1-1.2]	2
Renk değiştirme teknolojisinin optimizasyonu (baz kaplama)	0.5 [0.07-1.1]	4
Yenilikçi uygulama teknolojisi (ör: bell-bell)	0.8 [0.6-1]	2
Döner çan atomizasyonu ve düşük kayıplı renk değiştiriciler (baz kat, vernik) ile %100 iç kaplama otomasyonu	2.6 [0.8-6]	2
Pnömatik tabanca uygulamasının değiştirilmesi elektrostatik çanlarla donatılmış robotlar (baz kaplama)	0.23	1
Kaynak: [147, TFTEI 2016]		

İki nedenden dolayı tüm olası farklı birincil önlemleri toplayarak elde edilebilecek maksimum VOC emisyon azaltımının elde edilmesinin mümkün olmayabileceğine dikkat çekilmiştir:

g) Her bir önlemin spesifik emisyon azaltma etkisi, kullanılan her proses adımı ve boya sistemi için farklıdır.
h) Tüm birincil önlemler birleştirilemez; bazı önlemler birbirini dışlar.

Araç boyahaneleri için [147, TFTEI 2016]'da dikkate alınan ikincil önlemler şunlardır:

i) VOC'lerin ön konsantrasyonu olmadan fırınlardan ve/veya püskürtme kabinlerinden çıkan gazlardaki VOC'lerin ısıl oksidasyonu;
j) Bir adsorpsiyon tekniği ile VOC'lerin ön konsantrasyonu, ardından VOC'lerin termal oksidasyonu.

Tahmini potansiyel emisyon azaltımı ve ikincil önlemlerin uygulanmasından kaynaklanan hesaplanan toplam VOC emisyonları (aralık köşeli parantez içinde) Tablo 2.30'da sunulmaktadır.

Tablo 2.30: İkincil önlemlerin uygulanması için tahmini VOC emisyon azaltımı ve hesaplanan toplam emisyonlar (g/m²) (vaka çalışmaları)

Referans tesisatlar	1 *SB*	2 *SB-MIX*	3 *WB*	4 *Birleşik proses*
Hava arıtması olmaksızın VOC emisyonu (g/m²) (I1-O6-O8)	59.3 [42.9-95.2]	38.7 [35.0-44.0]	32.5 [25.0-42.3]	23.5 [17.9-31.9]
Fırınlarda/kurutucularda hava işleme uygulaması ile potansiyel VOC emisyonu azalması (g/m²) Kurutucularda/fırınlarda O5 hava işleme	11.2 [9.0-16.6]	5.8 [1.5-8.0]	9.7 [6.1-15.3]	7.1 [4.1-12.5]
Hava işleme ile VOC emisyonu (fırınlar/kurutucular) (g/m²) (I1-O5-O6-O8)	55.3 [38.0-78.6]	32.9 [27.0-36.0]	22.8 [18.9-28.5]	16.4 [13.0-25.3]
Fırınlarda/kurutucularda ve püskürtme kabinlerinde (g/m2) hava arıtımı uygulanmasıyla potansiyel VOC emisyon azaltımı (g/m²) Kurutucularda/fırınlarda ve püskürtme kabinlerinde O5 hava arıtımı	14.6 [10.0-19.2]	14.0	11.6	1.5
Hava işleme ile VOC emisyonu (fırınlar/kurutucular + püskürtme kabinleri) (g/m2) (I1-O5-O6-O8)	30.3 [23.7-37.0]	17.0 [12.5-23.5]	8.8 [6.0-11.8]	19.3 [12.4-26.1]
Kaynak: [147, TFTEI 2016]				

2.4.1 Motorlu taşıt boyahanelerinin solvent kütle dengesi

[143, ACEA 2017]

Tanım

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.3.1.

Solvent kütle dengeleri (KOBİ'ler), endüstriyel tesislerden kaynaklanan toplam organik solvent emisyonlarını hesaplamak için bir araçtır. Sonuçlar - genel olarak - tüm tesisten x kg organik çözücülerin toplam emisyonları (E) ve - yeni motorlu taşıtların kaplanması durumunda - m² yüzey alanı başına g cinsinden nispi toplam emisyonlar (Er) olarak ifade edilir. Bu kurulumda boyanmış ürünler. Raporlama ve ortalama alma süresi, emisyon sınır değerlerine (ELV) uygunluğun gösterilmesi için 12 aydır. KOBİ'ler daha kısa aralıklarla hesaplanabilir, ör: ELV'nin ihlaline yol açabilecek süreç sapmalarını belirlemek için dahili bir yönetim aracı olarak.

Ayrıntılı bir açıklama Ek 21.5.1'de sunulmuştur.

2.4.2 Kaplama sistemi seçimi (boyahane tipi, 'boyahane ailesi')

[143, ACEA 2017] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Boyahane ailelerinin temelleri Bölüm 2.2.3.8 ve 2.2.3.9'da açıklanmıştır.

SB ve WB boya atölyeleri arasındaki teknik farklılıklar, SB'den WB'ye geçişin basit bir ikameden çok daha karmaşık ve maliyetli olduğuna işaret eden Bölüm 2.2.3.8'de belirtilmiştir.

Klasik bir yüksek solvent içerikli SB boyahane sistemi 'geleneksel' durum olarak kabul edilebilir, çünkü inşa edilen yeni bir boyahanenin veya mevcut bir boyahanenin yeniden inşa edilmesinin yüksek solvent içerikli bir SB sistemi olması pek olası değildir. SB boya atölyeleri, yalnızca yüksek katı maddeli SB boya/kaplama sistemleriyle birlikte düşünülmelidir (bkz. Bölüm 2.4.3.3). Binek araçların kaplanması için SB boyahanelerinden alınan rapor edilen veriler ve bilgiler, toplam emisyon aralığı 36,8 g VOC/m² ila

50,2 g VOC/m^2 olmak üzere ortalama 45,5 g VOC/m^2 değerini göstermektedir; tüm değerler üç yıllık referans döneminin (2013-2015) ortalamalarıdır [155, TWG 2016].

2.4.2.1. Solvent-su karışımı (SB-MIX) kaplama sistemi

Tanım

Bir kaplama katmanının (astar veya baz kaplama) su bazlı olduğu kaplama sistemi.

Teknik tanımlama

Bu değişikliklerin uygulandığı yerlerde, çoğunlukla yalnızca bir alt işlemle (astar veya baz kat) sınırlandırılırlar. Bu tip boyahane daha sonra SB-MIX boyahane olarak adlandırılır.

Elde edilen çevresel faydalar

VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Binek araçların kaplanması için SB-MIX boyahanelerinden ortalama 29,9 g VOC/m^2 değeri bildirilmektedir. Bildirilen aralık 15-39 g VOC/m^2'dir; tüm değerler üç yıllık referans döneminin (2013-2015) ortalamalarıdır[155, TWG 2016].

Solvent emisyonları, proses içi (birincil) ve boru çıkışı (ikincil) önlemler uygulanarak azaltılabilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis yükseltmeleri için geçerlidir. Mevcut boyahane hatlarında solvent bazlı teknolojiden su bazlı teknolojiye geçiş, yeni bir boyahane inşa edilmedikçe veya bir kaplama tabakası için bir boyahane hattı yükseltilmedikçe mümkün değildir. Mevcut bir tesis olması durumunda, mevcut olanı kesintiye uğratmadan paralel olarak ikinci bir boyahane (veya boyahane hattı) inşa etmek için yeterli alan olması gerekecektir.

Örnek tesisler

AB'deki tüm boyahanelerin %25'inden fazlası Dünya Bankası boyahaneleridir (bkz. Tablo 2.7, Bölüm 2.2.3.8).

Referans literatür

[147, TFTEI 2016] [155, TWG 2016] [201, ACEA 2016]

2.4.2.2 Su bazlı (WB) kaplama sistemi

Tanım

Astar ve baz kat katmanlarının su bazlı olduğu kaplama sistemi.

Elde edilen çevresel faydalar

Solvent kullanımında ve süreçten kaynaklanan emisyonlarda azalma.

Çevresel performans ve işletimsel veriler

Binek araçlarının kaplanması için 12 WB boyahanesi için ortalama 16,9 g VOC/m^2 değeri bildirilmiştir. Bildirilen aralık 7,1-25,8 g VOC/m^2'dir; tüm değerler üç yıllık referans döneminin (2013-2015) ortalamalarıdır, ancak en düşük rakamın temeli net değildir [155, TWG 2016].

Solvent emisyonları, proses içi (birincil) ve boru çıkışı (ikincil) önlemler uygulanarak daha da azaltılabilir.

Çapraz ortam etkileri

Bazı teknik argümanlar (boya uygulama penceresi, daha uzun kurutucu fırınlar, bkz. Bölüm 2.2), su bazlı kaplamaların kullanımının daha yüksek enerji tüketimi ile sonuçlanacağını öne sürmektedir. Yüksek nem ve soğutma derecesi gün (CDD) değerlerinin yüksek olduğu yerlerde, WB boyaları için daha katı boya kabini koşulları, SB boyahanelere kıyasla daha yüksek enerji talebine neden olabilir. Ancak, AB'de işletilen boyahanelerden elde edilen mevcut veriler, SB ve WB boyahaneleri arasında önemli farklılıklara işaret etmemektedir.

Daha uzun püskürtme kabinleri için artan alan gereksinimleri vardır, bu da şartlandırılması gereken daha büyük hava hacimleriyle sonuçlanır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis yükseltmeleri için geçerlidir. Yeni bir boyahane yapılmadıkça, mevcut şantiyelerde solvent bazlı teknolojiden su bazlı teknolojiye geçiş mümkün değildir. Mevcut olanı kesintiye uğratmadan paralel olarak ikinci bir boyahane (veya boyahane hattı) inşa etmek için yeterli alan olması gerekir.

Ekonomik boyut

Astar ve baz kaplamanın solvent bazlı (SB) kaplamadan su bazlı (WB) kaplamaya (bir fabrikadan alınan veriler) geçişi aşağıdaki maliyetleri gerektirir:

- Yatırım maliyeti: 128 milyon AVRO;
- Yıllık maliyet: 11.5 milyon/yıl;
- Ünite başına düşen maliyet: 0.593 AVRO /yıl/m^2;
  57.9 AVRO/yıl/otomobil gövdesi,

Bu maliyetlerde 97 m^2/ otomobil gövdesi ve 200 000 otomobil/yıl oranları varsayılmıştır [210, TFTEI 2017].

Örnek tesisler

AB'deki tüm boyahanelerin %50'sinden fazlası Dünya Bankası boyahaneleridir (bkz. Tablo 2.7, Bölüm 2.2.3.8).

Referans literatür

[147, TFTEI 2016] [155, TWG 2016] [201, ACEA 2016] [210, TFTEI 2017]

[212, TWG 2018]

2.4.2.3 Entegre boyahane (IP) kaplama sistemi

Tanımı

Astar ve baz kaplamanın fonksiyonlarını birleştiren ve sprey kaplama ile iki adımda uygulayan bir kaplama sistemi.

Teknik tanımlama

Astar kurutucuya gerek olmadığı için bazı durumlarda bu kaplama konseptlerine 'kompakt proses' adı verilir.

Bazı tesisatlarda, işlevsel bir temel kat birinci katman kullanılır. Fonksiyonel bir baz kaplama tabakası, bir astar tabakasının fonksiyonel özelliklerini birleştirir, ancak üzerine uygulanacak olan baz kaplama tabakasının görünüm özelliklerine sahiptir.

Elde edilen çevresel faydalar

Yer ve enerji tüketiminde önemli tasarruf.

Çevresel performans ve işletim verileri

Ek VOC emisyon azaltma önlemleri olmadan, VOC değeri 20,5 g/m^2'dir. Verilen aralık 8.9-32.1 g VOCs/m^2'dir (ayrıca bkz. Tablo 2.17), ancak en düşük rakamın temeli net değildir [147, TFTEI 2016].

Çapraz ortam etkileri

Yok

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis yükseltmeleri için geçerlidir. Çoklu teknik kısıtlamalar nedeniyle, bu entegre süreçlerin mevcut kurulumlara kurulması zordur.

Ekonomik boyut

Baz katın solvent bazlıdan su bazlıya geçişi ve astarın çıkarılması dahil olmak üzere yeni bir boyahaneyi (SB) entegre prosese dönüştürme maliyetleri (iki fabrikadan gelen verilere göre) aşağıdaki gibidir:

k) Yatırım maliyeti: 52,7 milyon AVRO;
l) Yıllık maliyet: 4,7 milyon AVRO/yıl;
m) Ünite başına düşen maliyet: 0,244 AVRO/yıl/m^2;
23,7 AVRO/yıl/otomobil gövdesi,

Bu maliyetlerde 97 m^2/ otomobil gövdesi ve 200 000 otomobil/yıl oranları varsayılmıştır [210, TFTEI 2017].

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji ve boş alan tasarrufu.

Örnek tesisler

AB'de yaklaşık 17 boyahane (2014).

Solvent bazlı yüksek katı maddeler: CNHI (ticari araçlar ve kamyonetler); Daimler: Abrantes/Tramagal (kamyon kabinleri); PSA Hordain (binek arabalar/LCV).

Su bazlı: BMW: Dingolfing, Cowley/Oxford; Daimler: Rastatt, Kecskemet, Hambach; FCA: Atessa; PSA: Trnava, Sochaux; VW: Bratislava(H2a), Pamplona.

Referans literatür

[147, TFTEI 2016] [210, TFTEI 2017] [265, TWG 2019]

2.4.2.4 Islak boya üstüne (üç kez) ıslak boya kaplama tekniği

Tanımı

Islak boya üstüne (üç kez) ıslak boya kaplama tekniği, Konvansiyonel üç kat (astar, baz kat, vernik) iki fırınlı (astar, son kat) işlemi malzemelerin sonunda nihai bir katman üstüne ıslak üstüne ıslak olarak uygulanarak fırınlandığı bir prosesle değiştirmektedir.

Teknik tanımlama

Geleneksel iki katlı son kaplamada, bir astar kat uygulanır ve daha sonra bir renklendirici baz kat uygulanmadan önce bir fırında pişirilir, ardından da vernikle kaplanır ve tekrar fırınlanır.

Üç ıslak kat uygulamasını içeren prosesler solvent bazlı veya su bazlı kaplamalarla uygulanabilir. Bazı tesisatlarda, geleneksel bir astar tipi birinci katman kullanılmaktadır.

Elde edilen çevresel faydalar

- 14. Primer fırınlı işlemlere kıyasla daha az enerji tüketimi.
- 15. Daha küçük fabrika ayak izi (daha küçük boyahane).

Çevresel faydalar, herhangi bir dönüştürmeden önce kullanılan işleme ve malzemelere bağlı olarak değişir.

Artık astar tabakasını pişirmek için astar fırınına gerek yoktur. Bununla birlikte, ıslak üzerine yaş proseste, herhangi bir gövde sızdırmazlık maddesi, ıslak uygulanan NVH (gürültü, titreşim, sertlik) malzemesi veya taş talaşı önleyici malzeme, yaş üstü ıslak uygulamaya girmeden önce tamamen kürlenmelidir. Bu nedenle, sadece bir kapatıcı jel fırının kullanıldığı bazı ıslak-üzer-yaş uygulamaya dönüşümler sırasında, ıslak-üzerinde uygulamadan önce bu malzemeleri tamamen kürlemek için bir kapatıcı fırına ihtiyaç duyulur.

Çevresel performans ve işletim verileri

Solvent bazlı üç yaş prosesler, su bazlı proseslerden daha az yer gerektirir, çünkü zorlamalı flash-off gerekli değildir. Geleneksel su bazlı boyahane ile karşılaştırıldığında, solvent bazlı üç yaş bir tesiste toplam kabin uzunluğu %30-40 oranında azaltılabilir.

İşletimin daha küçük ayak izi içermesi nedeniyle, daha küçük bir hava hacminin hareket ettirilmesi ve iklimlendirilmesi gerekir ve bu da daha az enerji tüketimi sağlar. İklimlendirme için daha fazla enerji tasarrufu, hiçbir zorlamalı su sıçrama bölgesine ihtiyaç duyulmayan ve daha geniş bir iklim koşulları aralığına izin verilen solvent bazlı üç ıslak operasyonlarda elde edilebilir. Solvent bazlı üç yaş prosesler için daha az katı sıcaklık ve nem gereksinimleri, özellikle aşırı düşük veya yüksek ortam sıcaklıklarına sahip ülkelerde önemlidir.

Solvent bazlı sistemlerin fırın egzoz havası ve kabin egzoz havasındaki VOC konsantrasyonunun daha yüksek olması, azaltma sisteminin enerji tüketimi üzerinde faydalı bir etkiye sahiptir. Daha yüksek VOC konsantrasyonu oksitleyicideki yanmayı destekler ve konsantrasyona bağlı olarak yanmayı sürdürebilir ("dumandan yakıta"). Isı genellikle geri kazanılır ve kurutucuları ısıtmak için kullanılır.

Artan hat hızı, araç başına %20'lik bir üretim süresinin azalmasına neden olur.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis yükseltmeleri için geçerlidir.
Mevcut otomotiv sitelerinde çok sayıda alan kısıtlaması vardır. Üç ıslak solvent bazlı teknolojinin küçük bir ayak izi vardır ve bu nedenle mevcut sahalarda diğer modifikasyonlardan veya malzeme tipi değişikliği gibi büyük değişikliklerden daha kolay bir şekilde kurulabilir. Çalışan bir tesiste değişiklikler sadece yaz veya kış aylarında 2 ila 3 haftalık kısa kapatma süreleri sırasında yapılabilir. Bu durum, olası değişikliklerin kapsamını sınırlandırmaktadır.

Ekonomik boyut
Solvent bazlı üç yaş proses, bazı tesisler için azaltılmış tesis ayak izinin faydaları dönüştürme maliyetinden daha ağır olmasa da, mevcut kurulumlara sonradan donatılma potansiyeline sahiptir. Örnek bir tesis için, üç yaş prosesli yeni bir boyahane hattı için toplam yatırımın tahmini olarak 85 milyon Euro'dan fazla olduğu değerlendirilmiştir. [256, COM 2018].

Uygulamanın ardındaki itici güç
Bkz. yukarıdaki “Elde edilen çevresel faydalar”.

Örnek tesisler
Solvent bazlı yüksek katılar: Ford, Craiova.
Su bazlı: Nissan, Sunderland (yeni hat); Renault, Valladolid.

Referans literatür
[183, ACEA 2017] [256, COM 2018] [265, TWG 2019]

2.4.3 Malzeme-bazlı teknikler

2.4.3.1 Su-bazlı boya sistemleri

Tanımı

Su bazlı boyalar düşük VOC içeriğine sahiptir. Bunlar elektro kaplama, astar ve baz kat olarak kullanılırlar.

Teknik tanımlama
Otomobil hacimli boya atölyeleri için elektro kaplama yönteminde, astar ve taban kaplaması olarak su bazlı boyalar kullanılmaktadır.

Elektro kaplamada, suda seyreltilebilir veya suda dağılabilir boyaların uygulanmasında solvent içeriği %2-4 olan malzemeler kullanılır. Elektro kaplama malzemeleri kapalı bir sistem içinde teslim edilir ve daldırma teknikleri kullanılarak uygulanır.

Konvansiyonel su bazlı sistemler aşağıdaki solvent içeriklerini içerir: Astarda %5-12 ve baz katta %12-17. Astar ve baz kaplama malzemeleri kapalı bir sistem içerisinde teslim edilir ve püskürtme teknikleri ile uygulanır.

Su bazlı boyalar, ana çözücü olarak su artı organik yardımcı çözücüler içerir. Kullanılan bağlayıcı sistemler poliüretanlar, polyesterler, akrilatlar ve melamin reçineleridir. Organik yardımcı çözücüler, optimum yayılma özellikleri, çözünme kapasitesi ve farklı substratların yapışması gibi niteliklerin yanı sıra yeterli bir uygulama penceresi elde etmek için gereklidir.

Elde edilen çevresel faydalar
Su bazlı boyaların ana avantajı VOC emisyonlarının azaltılmasıdır.

Boyahanenin su bazlı aşamaları için tipik VOC emisyon faktörleri, elektro kaplama için 0,6-1 g/m^2, astar için 0,5-2 g/m^2 ve emisyon kontrolü olmayan baz kat için 3-7 g/m^2'dir.

Püskürtme cihazlarının ve diğer aletlerin temizliği, solvent oranı yaklaşık %5-20 olan su/çözücü karışımları ile yapılabilir. Bazı durumlarda temizlik malzemesi solventsiz olabilir.

Diğer bir avantaj ise, bu boya ile ilişkili parlama noktası tehlikesi olmaması, yanma ve patlama risklerini en aza indirmesidir[21].

Çevresel performans ve işletim verileri
Veri toplama çalışmasına katılan su bazlı boyahanelerde ortalama enerji tüketimi 0,96 MWs/araçtır (2013-2015 dönemi için dokuz boyahaneden ortalama %50 orta aralık: 0,7-1 MWs/araç). Belirli işlemlerle ilgili veriler için bkz. Bölüm 2.3.1.1. İşlemler üzerinde oluşan etkiler, üretim hacmini, yerel iklim koşullarını, kullanılan azaltma tekniklerini, hava hacmi gerekliliklerini, kabinlerin uzunluğunu ve sıcaklık ve boya uygulama teknikleri gibi kabin işletim kriterlerini içerir.

Çapraz ortam etkileri

Organik çözücülerle karşılaştırıldığında, suyun buharlaşma enerjisi daha yüksektir. Bu nedenle, solvent bazlı boyalarla aynı kuruma hızına ulaşılması gerekiyorsa, su bazlı boyaların kurutulması için enerji talebinin daha yüksek olması beklenebilir. Ancak, atomizasyon ile karşılaştırıldığında,

[21] Pidioll, U.; Organik Çözücüler, Çözücü/Su Karışımları ve Su Bazlı Boyaların Sprey Bulutlarının Elektrik Kıvılcımları, Arklar ve Açık Alevlerle Tutuşabilirliği; Endüstri Uygulamalarına İlişkin IEEE İşlemleri (Cilt: 44, Sayı: 1, 2008, syf. 15-19) DOI: 10.1109/TIA.2007.912764.

püskürtme kabinlerinin iklimlendirilmesi, alt tabakaların ısınması, fırın kayıpları, vb., birçok endüstriyel prosesi n kapsadığı uçucu bileşiklerin buharlaşması için gerekli enerji talebi sadece % 1-2 aralığındadır. Organik çözücüler yerine suyun toplam proses enerjisi üzerinde küçük bir etkisi vardır. Ek enerji gereksinimi yalnızca ortam koşullarında kurutma için önemlidir.

Destekli flash-off ve artan alan ve ele alınması gereken ilgili hava hacmi nedeniyle kabinde daha yüksek enerji tüketimi vardır. Ayrıca, nem ve sıcaklık kontrolü açısından daha katı kabin koşulları, yerel iklim durumuna bağlı olarak ek enerji talebine neden olabilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Su bazlı malzemeler elektro kaplama, astar ve baz kat olarak ve bazı onarım işlemlerinde kullanılabilir. Metaller ve plastik malzemeler üzerinde kullanılabilirler ve yaygın olarak kullanılırlar. Bu malzemelerin sürekli gelişmesi nedeniyle, uygulama alanları giderek artmaktadır.

Su bazlı vernikler, kötü görünüm ve kalitelerinden dolayı otomobillerde kullanılmamaktadır.

Boyahane tasarımındaki önemli farklılıklar nedeniyle, boyahanede köklü değişiklikler yapılmadan solvent bazlı boyalardan su bazlı sprey boyalara geçiş yapılamaz. Mevcut tesislerde solvent bazlı sistemden su bazlı sisteme geçiş, ancak mevcutta üretimi kesintiye uğratmadan paralel olarak ikinci bir boyahane (veya boyahane hattı) inşa etmek için yer varsa ve mevcutta üretimin kesintiye uğramadığı durumlarda yapılabilir. yeni boya atölyesi kaporta atölyesine ve montaj atölyesine bağlanabilir. Bu kısıtlamalar nedeniyle, böyle bir dönüşüm çok pahalıdır ve nadiren yapılır.

Maliyet ve fiziksel kısıtlamalar nedeniyle su bazlı sistemlerin geleneksel solvent bazlı boyahanelere uyarlanmasında zorluklar vardır, ör: destekli flaş bölgeleri veya paslanmaz çelik borular (bkz. aşağıdaki Ekonomi bölümü). Su bazlı kabinler daha sıkı sıcaklık ve nem kontrolleri altında çalışmak zorundadır. Yüzey sıcaklığı 100°C'ye ulaşmadan önce suyun tamamen buharlaşması gerektiğinden, su bazlı boyalar için ısıtma eğrisi solvent bazlı boyalara kıyasla daha düzdür. Bu nedenle kurutma fırını daha uzun olmalı veya hat hızı düşürülmelidir.

Ekonomik boyut
Mevcut otomatik boyama hatlarını değiştirme maliyetleri bazı durumlarda çok yüksek olabilir. Ek kürleme gereksinimlerini karşılamak için ara kat flash-off bölgelerine sahip genişletilmiş fırınlara duyulan ihtiyaç, solvent bazlı sistemler için tasarlanan ve kurulan boyahanelerin su bazlı bir sistemi barındıracak alana sahip olamayabileceği anlamına gelir. Diğer gereklilikler, boya besleme borularının ve sistemlerinin paslanmaz çelikten yapılmış olmasıdır. Güçlendirme, genellikle mevcut kurulumun teknik ömrünün sonunda yapılır. İşletimle ilgili gereksinimler, malzemeler ve ekipman kurulumu ile ilgili ek maliyetler, su bazlı sistemlerin genellikle yeni boyahanelerle veya halihazırda gerekli sistemlerle donatılmış olanlarla sınırlı olduğu anlamına gelir.

Artan hacimler nedeniyle su bazlı boyalar solvent bazlı boyalardan daha ucuz hale geldi.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Gaz çıkışı arıtımında olası azalma.

Örnek tesisler
AB'deki tüm boyahanelerin %50'sinden fazlası Dünya Bankası boyahaneleridir (bkz. Tablo 2.7, Bölüm 2.2.3.8).

Referans literatür
[5, DFIU et al. 2002] [78, TWG 2005] [183, ACEA 2017] [201, ACEA 2016]

2.4.3.2 Toz kaplama – geleneksel olarak kürlenmiş

Tanımı

Partikül boyutu 25-60 µm aralığında olan tozdan oluşan solventsiz kaplamalar. Toz boyalar, geleneksel (konveksiyon) yüksek sıcaklık fırınlarında kürlenir.

Teknik tanımlama

Toz boyalar, elektrostatik uygulama prosedürleri gerektiren ve bu nedenle öncelikle metal gövdeler için uygun olan solventsiz sistemlerdir. Toz kaplamalar tipik olarak asit veya anhidrit içeren akrilik reçinelere dayanır. Astar veya vernik uygulamalarında kullanılabilirler. Toz uygulaması, aşağı yönlü ve egzoz havalandırmalı amaca yönelik olarak yapılmış bir püskürtme kabininde gerçekleştirilir ve otomatik elektrostatik destekli püskürtme veya manuel püskürtme uygulamalarıyla yapılabilir. Ayrıca bkz. Bölüm 17.7.2.6.

Elde edilen çevresel faydalar

- 14. Solvent emisyonu neredeyse yoktur.
- 15. Düşük atık üretimi.
- Elektrostatik destekli püskürtme uygulaması, aşırı püskürtülmüş boya parçacıklarının su tarafından yeniden yakalanmasını azaltır.
- Aletlerin ve kabinlerin temizliğinin basitleştirilmesi (vakumlu temizleme, basınçlı hava).
- Yüksek uygulama verimliliği.

Çevresel performans ve işletim verileri

Toz boya teknolojisi sıfır VOC emisyonuna sahiptir ve tozun azaltılması için su kullanımı gerektirmez. Geri kazanılmış tozun kullanımı, malzemenin %97'ye kadar yeniden kullanılmasını sağlar.

Çapraz ortam etkileri

n) Solvent oksidasyonu nedeniyle enerji üretimi kaybı. Yüksek kürleme sıcaklıkları gereklidir

o) Bazı mutajenik maddelerin kullanımından dolayı olası sağlık riskleri mevcuttur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

2007 yılında Avrupa'da sadece bir tesis faaliyette bulunmaktaydı. Genel olarak, bu teknikle elde edilen renk ve bitiş, çoğu Avrupalı üreticinin kalite standartlarını karşılamamaktadır.

Toz boya tekniği, geleneksel kurulumlara kıyasla püskürtme kabini havasının daha az yeniden işlenmesini sağlar. Nihai üründe vernik uygulamasının sarımsı bir renk almasıyla ilgili sorunlar olmuştur. Ana sorun, film kalınlığının kontrolünün zor olmasıdır: gerekenden daha büyük bir katman kalınlığı (yaklaşık 65 µm) oluşturulacaktır, bu da daha yüksek boya tüketimine neden olur; bununla birlikte, günümüzde giderek daha ince katmanlar (yaklaşık 55 µm) de elde edilebilmektedir.

PSA Mulhouse tesisinden edinilen deneyimler, uzun yıllar süren testlerden sonra kalite seviyelerinin Avrupalı müşterilerin beklediği kalite standartlarına ulaşmadığını gösteriyor. Tozların fiyatı, dağıtım eksikliğinden dolayı asla düşmez (Avrupa'da sadece birkaç üretim hattı). Tesisatların uygulanabilirliği, diğer boyama üretim hatlarının geleneksel seviyelerinin altında kalmaktadır.

Ayrıca, astar kat aşaması olmayan (entegre proses) hatların, ekonomiklik ve/veya kalite seviyesi açısından toz üretim hattından daha iyi sonuçlar verdiği bulunmuştur. İki teknolojinin genel VOC emisyonları benzer bir aralıktadır.

Ekonomik boyut

Toz teknolojisi tamamen farklı bir teknoloji olduğundan ve tesislerin, ekipmanların ve malzemelerin tamamen yenilenmesini gerektirdiğinden, mevcut solvent teknolojisinden yenilenen toz teknolojisine geçiş yapılırken yüksek sermaye maliyetleri söz konusudur. Ancak, işletme maliyetlerinde bir azalma gözlemlenebilir; Mevcut tahminler, azaltma maliyetleri olan su bazlı veya solvent bazlı sistemlere göre enerji maliyetlerinde en az %12'lik bir azalmayı tarif etmektedir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Azalan VOC ve atık su arıtımı nedeniyle maliyetlerde azalma.
- Azaltılmış atık arıtma maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, şu an itibariyle Avrupa'daki fabrikalarda binek otomobillerin veya kamyonetlerin kaplanması için uygulanmamaktadır. Bazı tesisatlarda tır ve tır kabinlerinin kaplanmasında kullanılmaktadır. Geçmişte Dingolfing, Almanya'daki BMW AG'de ve PSA Mulhouse fabrikasında kullanılmış olsa da artık kullanımda değildir (ayrıca bkz. Bölüm 17.7.2.6) [ACEA yorumu #215, [212, TWG 2018]].

Referans literatür

[5, DFIU et al. 2002] [27, VITO 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

[212, TWG 2018]

2.4.3.3 Yüksek katı madde içerikli solvent bazlı boyalar

Tanımı

Genel bir açıklama Bölüm 17.7.2.1'de sunulmuştur. Bu teknik, baz kat ve son kat olarak uygulanan yüksek katı maddeli solvent bazlı boyayı ifade eder.

Teknik tanımlama

Modern solvent bazlı çok yüksek katı maddeli boyalarla, su bazlı boyalarla aynı VOC/katı oranı elde edilebilir. Yüksek katılı solvent bazlı boyalar tipik olarak orta katılı (MS) solvent bazlı veya standart su bazlı (WB) boyaların katı içeriğinin iki katıdır (HS baz kat: %35-45 katı, MS SB veya standart WB: 18 -22 % katı) [219, ACEA 2018]. Boyadaki katı maddeler son boya tabakasını oluşturur, dolayısıyla bir litre yüksek katı maddeli boya iki litre standart boyanın yerini alabilir. Yüksek katı maddeli solvent bazlı boyalar tipik olarak geleneksel solvent bazlı boyalara göre %20-35 daha az VOC içerir (HS %55-65 VOC ve MS %78-82 VOC), bu da orta katı bir boya ile karşılaştırıldığında kullanılan her bir litre boya için daha az VOC salındığı anlamına gelir.

Çeşitli yüksek katı maddeli kaplama türleri hakkında daha fazla bilgi için, ör: orta katılar (MS), yüksek katılar (HS) ultra yüksek katılar (UHS) ve bunların araç kaplamasında kullanımı, bkz. Bölüm 2.2.3.8 ve Tablo 2.5.

Elde edilen çevresel faydalar

- Yüksek katı maddeli boyaların kullanılması, geleneksel, solvent bazlı boyalara kıyasla solvent kullanımını azaltırken, gerekli miktarda kaplamanın uygulanmasını sağlar.
- Solvent tüketimi ve emisyonlarının azaltılması.
- Su bazlı boyalara göre daha az enerji tüketimi.

Çevresel performans ve işletim verileri

Yüksek katı madde içerikli solvent bazlı boyaların kullanılmasıyla, geleneksel solvent bazlı boyalarla aynı kaplama etkisi, ancak daha az boya hacmi ve dolayısıyla daha az VOC salınımı ile elde edilebilir. Su bazlı boyalar da genellikle daha düşük katı konsantrasyonuna sahiptir, bu nedenle aynı kaplamayı elde etmek için daha fazla WB boya uygulanması gerektiğinden VOC yük emisyonlarındaki fark iki boya türü arasındaki VOC konsantrasyonundaki farktan daha azdır.

Boya tedarik ekipmanında ve uygulamasında paslanmaz çelik ekipman, WB boyalarda olduğu gibi gerekli değildir.

Solvent bazlı sistemler, su bazlı boya sistemlerine kıyasla daha geniş bir iklimsel çalışma koşullarında yüksek kaliteli çıktılar elde eder. Bu nedenle kabin havasını ısıtmak veya soğutmak ve nemi ayarlamak için daha az enerji gerekir. Bu, özellikle aşırı yüksek veya düşük sıcaklıklara sahip ülkelerde önemlidir.

Solvent bazlı malzemeler, fırından önce zorunlu bir flash-off gerektirmez. Bu, yerden ve dolayısıyla koşullandırılacak hava hacminden ve ayrıca zorunlu flash-off için gereken enerjiden tasarruf sağlar. Solvent bazlı bir boyahanede, baz kat ile vernik arasındaki flash-off sadece 90 saniye sürer. Su bazlı bir boyahanede, flash-off 10 dakika sürer ve aracın ortam sıcaklığından yaklaşık 60-80 °C'ye getirilmesi ve ardından tekrar ortam sıcaklığına soğutulması gerekir. Emaye bölgede, bir WB boya atölyesinde %36 daha fazla havanın taşınması gerekir. Sonuç olarak, solvent bazlı sistemler için her araç gövdesi için doğrudan enerji gereksinimleri daha düşüktür.

Solvent bazlı sistemlerin fırın egzoz havası ve kabin egzoz havasındaki daha yüksek VOC konsantrasyonu, azaltma sisteminin enerji tüketimi üzerinde faydalı bir etkiye sahiptir. VOC'ler oksitleyicideki yanmayı destekler ve konsantrasyona bağlı olarak yanmayı sürdürebilir ("dumandan yakıta"). Isı genellikle geri kazanılır ve kurutucuları ısıtmak için kullanılır.

Çapraz ortam etkileri
Solvent bazlı boyaların, su bazlı boyalara kıyasla gazdan arındırma sistemi gerektirme olasılığı daha yüksektir. Bununla birlikte, su bazlı boyalar hala VOC solventleri içerir ve vernik genellikle solvent bazlıdır, bu nedenle su bazlı sistemler de enerji yoğun azaltma gerektirir.
VOC azaltma genellikle ikincil karbon monoksit ve nitrojen oksit emisyonları üreten oksitleyicilerle yapılır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Solvent bazlı boyalar boyama işleminin tüm aşamalarında (astar, astar, vernik ve onarım) kullanılabilir, metal ve plastiklerde kullanılabilir. Alanın sınırlı olduğu ve boya malzemelerinde değişiklik yapılmasının teknik olarak mümkün olmadığı yeni ve mevcut boyahanelerde uygulanabilirler.
Ekonomik boyut
Genellikle aynı tesis ayak izine sığabileceğinden, yüksek katı maddeli solvent bazlı boyalara dönüşüm, mevcut tesislerde üretim kaybı olmadan gerçekleştirilebilir. Solvent bazlı bir tesisin yatırım maliyetleri, su bazlı sistemlere kıyasla önemli ölçüde daha düşüktür. Tesisin kapladığı alan daha küçüktür, klima daha geniş bir iklim koşulu aralığına izin verecek şekilde boyutlandırılabilir, yumuşak çelik kullanılabilir ve araç verimi yüksektir.
Yüksek katı maddeli solvent bazlı boyalar, katı madde bazında su bazlı boyalardan daha ucuzdur; ancak bu, büyük ölçüde piyasa koşullarına bağlıdır.

Solvent bazlı teknoloji, uluslararası şirketler için önemli bir faktör olan güvenilirliği nedeniyle küresel olarak da uygulanabilmektedir. Süreçlerin ve malzemelerin ortak olması, ölçek ekonomileri ve azaltılmış ürün geliştirme testleri elde etmek için önemli bir faktördür.

Uygulamanın ardındaki itici güç
AB'deki otomotiv üreticileri, bazen 100 yıl öncesine kadar kurulmuş olan tesislerde faaliyet göstermektedir. Boyahanenin içinde ve dışında çok sayıda alan kısıtlaması vardır. AB'deki tüm binek otomobil boyahanelerinin yaklaşık %35'i ve ticari araç boyahanelerinin (kamyonetler, kamyonlar, kamyon kabinleri ve otobüsler) %65'i şu an itibariyle solvent bazlı astar ve/veya baz kat kullanmaktadır. Yüksek katı maddeli solvent bazlı boyalar, modifikasyonların yalnızca yaz veya kış aylarında 2 ila 3 haftalık kısa kapatma süresinde yapılabildiği faal bir tesise sonradan takılabilir.

Örnek tesisler
Ford, Avrupa, bkz. Bölüm 2.2.

Referans literatür
[142, ACEA 2016] [212, TWG 2018] [219, ACEA 2018]

2.4.3.4 Sel mumuyla kavitenin korunması

Tanımı
Boşlukların iç yüzeylerinin ek korozyon koruması, bir taşma işleminde ince sıcak mum veya soğuk mum filmleri ile sağlanır.

Teknik tanımlama

Sıcak balmumu
Bu işlem, 120 °C'ye ısıtılarak sıvılaştırılan katı parafin mumu içerir. Tipik kimyasal bileşim %80 parafin mumu, %0 katkı maddeleri, %13 mineral yağdır (yüksek kaynama noktalı). Katı haldeki mum ısıtılır ve 120 °C'de bir depolama tankında tutulur.
Araba gövdesi, her boşluk için bir tane olmak üzere bir dizi bağlantı borusuyla donatılmış bir taşma çerçevesi üzerine yerleştirilmiştir. Tüpler vücudun boşluk deliklerine sıkıca bastırılır ve tamamen doluncaya kadar boşluklara ölçülü bir miktarda sıcak mum pompalanır. Doldurma tamamlandığında, fazla balmumunun bir toplama tepsisine geri akmasına olanak sağlanır ve işleme yeniden dahil edilir. Gövde, gereksiz yere kalın mum katmanlarına yol açacak şekilde mumun hızlı soğumasını ve katılaşmasını önlemek için önceden 50-80 °C'ye ısıtılır.

Soğuk balmumu
Kompozisyon: Bilgi verilmemiştir.
Uygulama oda sıcaklığında yapılır ve sıvı filmin katılaşması ortam havası ile oksitlenerek sağlanır.

Elde edilen çevresel faydalar

- VOC emisyonlarının önlenmesi.
- Enerji tasarrufu (soğuk mum).

Çevresel performans ve işletim verileri

- Malzeme tüketimi (kg/birim): Bilgi verilmemiştir.
- Isıtma için enerji tüketimi (balmumu ve araba gövdesi) (kg/birim): Herhangi bir bilgi verilmemiştir.
- Balmumu aerosollerinden kaynaklanan olumsuz etkiler (kapalı kabinler, havalandırma gerekli).

Çapraz ortam etkileri
Mumun sıvılaştırılması ve gövde ön ısıtması için enerji talebi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

- Sel çerçevelerinin yapımı çok pahalı olduğu için sadece yüksek üretim hacmine sahip araba fabrikaları için uygulanır.
- Gövdeler, püskürtmeli su basması için tasarlanmalıdır.
- Kamyon, tır kabinleri ve otobüslerin kaplanmasında uygulanmaz.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Manuel sprey uygulamasına kıyasla kalitede iyileştirme.

Tesis tesisler

Manuel sprey uygulaması, kalite açısından iyileştirmedir.

Referans literatür

[[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 388 sayılı ACEA görüşü]

2.4.3.5 Su bazlı mum emülsiyonuyla kavite koruması

Tanımı
Kavitelerin iç yüzeylerinin ek korozyon koruması, sıcak mum dışındaki solventsiz mum formülasyonları kullanılarak sağlanır.

Teknik tanımlama
Malzeme

- 19. Düşük teknolojili su bazlı mum.
- 20. Yüksek teknolojili su bazlı mum.

Uygulama metodu
Her boşluk için en az bir uygulama deliği mevcuttur (bir gövdede bu tür 40-50 delik). Malzeme, sprey gölgeleri olmadan eksiksiz bir sprey filmi elde etmek için her bir boşluğa uyarlanmış püskürtme memeleri ile uygulanır. Uygulama manuel veya otomatik olarak yapılabilir (bkz. Bölüm 2.4.4.3).

Suyu uzaklaştırmak veya mum bileşenlerinin çapraz bağlanması için gövdeler fırınlara aktarılır.

Elde edilen çevresel faydalar
VOC tüketiminin ve emisyonunun azaltılması.

Çevresel performans ve işletim veriler

- 19. Malzeme tüketimi (kg/birim): Bilgi verilmemiştir.
- 20. Isıtma (ve/veya havalandırma gibi diğer işlemler) için MWh/birim cinsinden enerji tüketimi: Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Solvent bazlı kavite mumuna kıyasla daha yüksek enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

- 19. Esnek; çok modelli hatlarda ve düşük hacimli boyahanelerde dahi uygulanabilir.
- 20. Kamyon, kamyon kabini ve otobüslerin kaplanmasında uygulanmaz.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Kalitenin artırılması.

Referans literatür

[[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 388 sayılı ACEA görüşü]

2.4.4 Boya ve diğer kaplama malzemelerinin uygulanması için teknikler ve ekipman

Aşağıdaki boya uygulama teknikleri ve ekipmanları ticari olarak uygulanmaktadır:

- elektro kaplama, bkz. Bölüm 17.7.3.6 ve Bölüm 2.2.3.2.1;
- yüksek hacimli düşük basınçlı (HVLP) püskürtme, bkz. Bölüm 17.7.3.10;
- elektrostatik destekli yüksek devirli diskler ve çanlar, bkz. Bölüm 17.7.3.11;
- elektrostatik destekli basınçlı hava, havasız ve hava destekli püskürtme, bkz. Bölüm 17.7.3.12;
- kavite mumunun otomatik sprey uygulaması, bkz. Bölüm 2.4.4.3.

2.4.4.1. Boyama makinelerini kullanarak otomatik kaplama sprey uygulaması

Tanımı

Yanal olarak (sol ve sağ) ve/veya zeminin üzerine monte edilen bir kiriş yapısına birkaç püskürtme başlığı (atomizer) monte edilmiştir. Püskürtme kafaları, sınırlı bir ölçüde kirişler boyunca hareket ettirilebilir.

Teknik Tanımlama

Boyama makinaları yan ve çatı makinalarıdır (gantry makinaları şeklinde çatı makinaları). Taşıma yönüne enlemesine hareket ettirilebilen ve gövdenin dış hatlarını takip edebilen uygulama cihazlarına sahip bir veya daha fazla serbestçe programlanabilen kollara sahiptir.

Atomizer olarak genellikle pnömatik atomizörler veya elektrostatik yüklü yüksek devirli çanlar kullanılır.

Boyama için gövde bu kiriş konstrüksiyonundan yavaş yavaş geçer ve önden arkaya arka arkaya boyanır. Alternatif olarak, üç kiriş de sabit gövde boyunca hareket ettirilebilir.



Kaynak: [169, VDI 2013]

Şekil 2.40: Boyama makineleri kullanılarak otomatik boya uygulaması

Elde edilen çevresel faydalar

Manuel sprey uygulamasına kıyasla başlıca avantajları şunlardır:

- tekrarlanabilir boyama işlemi;
- VOC'lerin maksimum işyeri konsantrasyonları ile ilgili herhangi bir kısıtlama yoktur.

Çevresel performans ve işletim verileri

Manuel uygulama ve robot uygulamasına göre dezavantajları şunlardır:

- sadece gövdenin dış konturu boyanabilir;
- Boya ve durulama tineri tüketimini artıran boya uygulaması için 9-12 kişilik bir grup atomizer gereklidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Binek araç, kamyonet ve kamyon kabinlerinin kaplanması için mevcut tesislere uygulanabilir. Boya makinaları iç cephe kaplaması için kullanılamaz.

Uygulamanın ardındaki itici güç

İşçilik maliyetlerinin azaltılması ve kalitenin artırılması.

Örnek tesisler

Özellikle Avrupa'daki eski mevcut tesislerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[169, VDI 2013] [212, TWG 2018]

Robotlar kullanılarak otomatik kaplama uygulaması

Tanımı

Sprey uygulaması için, çok eksenli bir robota tek bir atomizer takılır. Sızdırmazlık malzemelerinin uygulanması için robotlar da kullanılmaktadır.

Teknik Tanımlama

Atomizer olarak genellikle pnömatik atomizörler veya elektrostatik şarjlı yüksek devirli çanlar kullanılır. Her çalışma sırası için aynı anda çalışan üç veya dört robot kullanılır.

Modern robotlarda, renk değiştirme veya durulama cihazı robot eksenlerinden birine entegre edilmiştir. Alternatif olarak robotun yanındaki kartuş dolum istasyonlarında da isteğe göre ilgili boya hazırlanabilir. Renkleri değiştirmek için robot bu istasyona yaklaşır ve boş kartuşu dolu kartuşla değiştirir.

Elde edilen çevresel faydalar

Robotların otomatik çalışması, herhangi bir yeniden işleme gerektirmeyen, optimum kaplama kalınlığına ve azaltılmış aşırı püskürtmeye sahip bir boya katmanı uygulaması sağlar.

Makine püskürtme uygulamasıyla karşılaştırıldığında (bkz. Bölüm 2.4.4.1), başlıca avantajları şunlardır:

- iç mekan boyama da mümkündür;
- atomizörler üstyapı boyunca çok hassas bir şekilde yönlendirilebilir, böylece yüksek derecede uygulama verimliliği elde edilir;
- Boyama için daha az atomizör gereklidir (renk değiştirirken veya temizlik yaparken boya ve durulama tineri miktarlarının azaltılması).

Sızdırmazlık ve sönümleme malzemelerinin uygulanmasında robotlar kullanıldığında, gerekli kaplama kalınlığının toleransı azaltılabilir, bu da manuel uygulamaya kıyasla yaklaşık %5-10 oranında malzeme tasarrufu sağlar. Ek olarak, süreç güvenilirliği tipik olarak daha yüksektir ve bu da yeniden çalışmayı önemli ölçüde azaltır [169, VDI 2013].

Çevresel performans ve işletim verileri

Elektrostatik şarjlı dönen çanlar gibi transfer verimliliği yüksek atomizerlerin kullanımı için robotların kullanılması gereklidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Binek araç, kamyonet ve kamyon kabinlerinin kaplanması için yeni ve mevcut tesislere uygulanabilir.

Ekonomik boyut

- Kaplama makinelerine göre daha yüksek yatırım maliyetleri.
- Düşük miktarlar veya çok büyük değişkenlik gösteren geometrilerle uygulandığında karlı değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

İşçilik maliyetlerinin azaltılması ve kalitenin artırılması.

Örnek tesisler

Robot püskürtme sistemleri, binek araçları, kamyonetler ve kamyon kabinlerinin boyanmasına yönelik sistemlerde standart olarak kabul edilir. Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasında da uygulanırlar.



a) *Kaynak*: [169, VDI 2013]



b) *Source*: Renault Douai, FR [169, VDI 2013] [181, COM 2017]

Şekil 2.41: a) Robotlar kullanılarak otomatik boya uygulaması ve b) robotlar kullanılarak otomatik mastik uygulaması

Referans literatür
[169, VDI 2013] [212, TWG 2018]

2.4.4.3 Boşluk doldurma macunuyla otomatik sprey uygulaması

Tanımı
Korozyona karşı koruma macunu, macun tüketiminin kontrolü ile otomatik püskürtme işlemleri ile araba gövde boşluklarının iç yüzeylerine uygulanır.

Teknik Tanımlama

Sıvı malzeme (100-130 barda havasız veya daha düşük bir basınçla hava karışımı) vücut boşluğunun deliklerine püskürtülür. Her boşluk için, memeleri yerleştirmek için en az bir uygulama deliği vardır (tipik olarak bir gövdede bu tür 40-50 delik). Püskürtme gölgeleri olmadan eksiksiz ve eşit bir püskürtme filmi elde etmek için meme tutucular ve meme başındaki farklı memelerin düzeni her bir oyuğa uyarlanmıştır. Tekrarlanabilir dozlama, uygulanan hacmin önceden programlanmasıyla elde edilir ('zaman spreyi').

İki tip otomatik uygulama sistemi kullanılabilir [169, VDI 2013]:

- Çoklu nozul taşıyıcısına monte edilmiş nozullar. Taşıyıcı deliklere taşınır ve aynı anda püskürtme yapılır. Bu yöntemle, tüm deliklere bir veya birkaç meme taşıyıcı ile aynı anda ulaşılabilmesi koşuluyla, yüksek bir üretim hızı elde edilebilir.
- Bir meme değiştirme kafasında birkaç pnömatik katlanır meme düzenlenmiştir. Bir robot gerekli nozul kafasını alır, bunu ilgili boşluğa uygular ve belirli boşluk başka bir nozul tipi gerektiriyorsa değiştirir. Her tarafta en az bir robot gereklidir.

Püskürtme oda sıcaklığındadır. Uygulanan malzeme tipine bağlı olarak, gövdeler konveksiyon veya IR kurutuculardа ısıtılarak film oluşturma ve kurutma arttırılır.

Yeni bir proseste, malzeme, kavite hacmini türbülanslı ve dağınık yayılma ile dolduran orta hızda çok ince partiküller (< 15 µm) halinde nebulize edilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Manuel uygulamaya kıyasla daha düşük malzeme tüketimi ve atık üretimi.

Çevresel performans ve işletim verileri
Birkaç malzeme türüyle kullanılabilir.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Teknik, binek otomobil boyahanelerine uygulanabilir. Gövde tipine bağlı olarak, robotlarla uygulama, çok modelli işleme açısından daha yüksek esneklik sunarken, meme taşıyıcıları, yüksek üretim oranları talep edildiğinde avantajlara sahiptir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Ürün kalitesi.

Referans literatür

[169, VDI 2013] [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 390 sayılı ACEA görüşü]

2.4.5 Hammadde tüketiminin en aza indirilmesi

Aşağıdaki teknikler yaygın olarak uygulanmaktadır:

- Toplu boyama/renk gruplaması, bkz. Bölüm 17.6.2.1;
- Domuz Temizleme Sistemleri, bkz. Bölüm 17.2.4.2;
- Düşük kayıplı boya değiştiriciler, bkz. Bölüm 2.4.5.1;
- Kaplamaların ve sızdırmazlık maddelerinin robot uygulaması, bkz. Bölüm 2.2, 2.4.4.2 ve 17.2.5 ve diğer çözücü yönetimi ve indirgeme yöntemleri.

2.4.5.1 Düşük kayıplı boya değişimi ve temizleme sistemleri

Tanımı

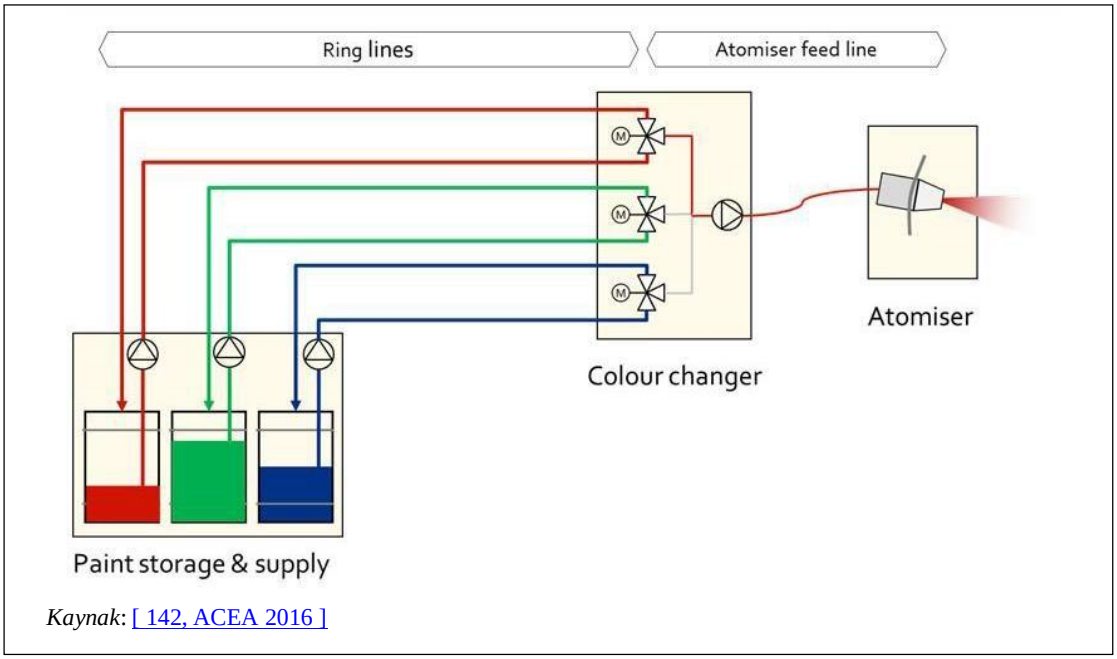
Boya, boya tedarik merkezinden sprey kabinlerine pompalanır ve her bir çizginin bir boya tipine ayrıldığı çelik halka hatları vasıtasıyla pompalanır.

Teknik Tanımlama

Renkli katlar (esas olarak taban katlar) renk değişiklikleri gerektirir. Renk blokları genellikle ortalama iki arabadan daha azdır. İyileşme için en iyi teknikler mevcut olsa bile, çan ve silahların temizlenmesi/durulanması, çözücü bazlı boyalar kullanıldığında emisyonlara önemli ölçüde katkıda bulunur. Su bazlı katlar için, temizleme sıvıları genellikle % 90 su içerir [38, Twg 2004].

Boya kartuşu sistemlerinin kullanımı, tasfiye gereksinimlerini önemli ölçüde azaltır ve bu nedenle emisyonları ve israf oranlarını düşürebilir.

Kütle hacimli araç boya dükkanlarında, boya genellikle bir boya tedarik merkezinde saklanır ve sprey kabinlerine çelik halka çizgileri ile pompalanır ve burada her hat bir boya türüne göre ayrılır (bkz. Şekil 2.42). Düşük kullanımlı renkler genellikle standa yakın küçük boya dağıtım sistemlerinden sağlanır. Taban kat ve astar için (boya dükkanında birden fazla primer rengi kullanılıyorsa), bu halka hatları her bir uygulama ünitesi için renk değiştirme cihazlarına bağlanır (bir veya birden fazla atomizörlü boya makinesiyle donatılmış robot). Renk değiştirici, bağlantılı boya boruları ile seçilen renk arasında püskürtme tabancasına veya çana akar. Alternatif olarak, ayrı boya kartuşları bir yerleştirme istasyonunda boya (0.5-1.01) ile doldurulur ve talep üzerine uygulama robotuna otomatik olarak yerleştirilir. Bu yöntem elle uygulama durumunda da kullanılabilir. Ayrıca diğer bazı sistemler de kullanılmaktadır.



Kaynak: [142, ACEA 2016]

Şekil 2.42: Bir boya besleme sisteminin farklı kısımlarının halka hatlarıyla birlikte şematik diyagramı

Elde edilen çevresel faydalar
Çözücü tüketiminde, temizleme gereksinimlerinde ve VOC emisyonlarında azalma.

Çevresel Performans ve İşletim Verileri
Dahili şarjlı elektrostatik sprey uygulaması kullanılırsa, su bazlı boyalarla boya tedarik sistemleri özel elektrik potansiyel ayrıştırma düzenlemelerine ihtiyaç duyar.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Hammadde tüketiminde tasarruf ve atık üretiminin azaltılması.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[142, ACEA 2016] [[212, TWG 2018] belgesindeki 507 sayılı ACEA görüşü]

2.4.5.2 Kullanılmış solventlerin geri kazanılması

Tanımı
Bkz. Bölüm 17.12.3. Saf solventlerin geri kazanımında dahil modern boya tedarik ekipmanı yaygın olarak uygulanır. Geri kazanım, temizlik maddelerinin uygulandığı ekipmanından depolama tanklarına borulama yapılarak uygulanır.

Elde edilen çevresel faydalar
Tipik olarak temizleme ve temizleme çözücülerinin % 80-90'ı, yeniden kullanım için veya saha dışında veya dışında geri kazanılabilir.

Çevresel Performans ve İşletim Verileri
Temizleme işleminde, temizleme maddesinde, boyanın kendisinin sertleşmesi nedeniyle boruların ve kapların tıkanmasına neden olabilecek boya kalıntısı da vardır. Bu nedenle sürekli yıkama gerekebilir, bu da temizlik maddelerinin kullanımında bir artışa neden olabilir.

Ekonomik boyut
Tipik bir çözücü kurtarma sisteminin kurulumu, sprey kabini (2006 verileri) başına 0,4 milyon AVRO'luk bir maliyet içermekle birlikte maliyetler de sisteme dahil edilen unsurlara bağlıdır.

Solventlerin azalması ve azaltılmış miktarda tehlikeli atık nedeniyle potansiyel bir tasarruf sağlanacaktır. Büyük tesislerde, tasarruflar yatırımdan yaklaşık olarak daha ağır basacaktır.

Örnek tesisler
Ford, Europe.

Reference literatür
[1, INTERGRAF and EGF 1999] [5, DFIU ve arkadaşları 2002] [26, CITEPA 2003] [38, TWG 2004] [142, ACEA 2016] [212, TWG 2018]

2.4.6 Kurutma teknikleri

Aşağıdaki teknikler yaygın olarak uygulanmaktadır:

- Nemi giderilmiş havayla ya da nemi giderilmiş hava olmaksızın devridaim havası yoluyla kurutma;
- Kızılötesi Radyasyon Kürü, bkz. Bölüm 17.8.5.1.

2.4.7 Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması

Aşağıdaki teknikler yaygın olarak uygulanmaktadır:

- Islak ayırma sprey kabini (kızarmış darbe paneli), bkz. Bölüm 17.10.4.1;
- Uygun bir sıvı (ıslak yıkama) kullanarak emilim, bkz. Bölüm 17.10.4.2 ve 17.10.6.3;
- Önceden kaplanmış malzeme ile kuru aşırı püskürtme ayrımı, bkz. Bölüm 17.10.4.3;
- Filtreler kullanarak kuru püskürtme ayırma, bkz. Bölüm 17.10.4.4;
- Elektrostatik filtre, bkz. Bölüm 17.10.4.5;
- Arıtmadan önce VOC konsantrasyonunu koruma teknikleri, bkz. Bölüm 17.10.3;
- Adsorpsiyon: Sabit yataklı adsorpsiyon, akışkan yatak adsorpsiyonu ve rotor adsorpsiyonu, bkz. Bölüm 17.10.6.2;
- Oksidasyon: Yinelemeli, katalitik ve rejeneratif oksidasyon, bkz. Bölüm 17.10.5.

2.4.7.1 Aşırı püskürtme ayırma ile birleştirilmiş kabin hava devridaimi

Yolcu otomobillerin, kamyonetlerin ve kamyon kabinlerinin kaplanması için boya dükkanlarında, kabin havası, yoğun aşırı püskürtme ayrılmasından sonra, yeni veya tamamen yenilenmiş boya dükkanları için kuru aşırı püskürtme yöntemiyle veya mevcut tesisler için ıslak yıkama yoluyla daha az sıklıkta yeniden devrilir. Ayrıca bkz. Bölüm 17.10.3.2.

2.4.7.2 Kapalı uygulama alanları

Tanımı

Kaplamalar solventlerle birlikte özel havalandırma ve atık hava toplama sistemlerine sahip kapalı uygulama bölgelerine uygulanır.

Teknik Tanımlama

Bir tünel boya kabini aşağıdaki bölümlerden oluşur:

- Plenum Odası;
- Izgara seviyesine kadar uzanan sprey kabini;
- Klima sistemi.

Aşırı boya püskürtme ayırma sistemi kabin ızgarasının altında bulunur.

Yürünebilir plenum odasında, HVAC sistemlerinden koşullandırılmış hava tüm bölge üzerine eşit olarak dağıtılır. Sistem aşağıdaki gibi yapılandırılmıştır:

- Hava dağıtım kanalı;
- Plenum filtre.

Hava dağıtım kanalından, besleme havası delikli plakalardan filtre bölgesinden filtre kapağı ile ayrılan filtre plenumuna geçer. Filtre kapağında bulunan tavan filtreleri öncelikle bu bölgedeki tek tip hava dağılımı için kullanılır. Ek olarak, hava yoluna toz ve fiber partiküllerin penetrasyonunu önlemek için, kabine girmeden önce hava bir kez daha filtre paspaslarından 'ince filtrelenir'.

Sprey kabini

Sprey kabini, tatlandırma ile kendi kendini destekleyen çerçeve elemanlarından oluşur. İç yan duvarlar kontrol alanlarına pencerelerle donatılmıştır ve hatta inişlerde ve ölü bölgelerde boya biriktirilmesini önlemek içindir. Uzun tarafta düzenlenen kontrol alanlarından erişim, güvenlik kilitlemeleri olan kapılarla mümkündür. Kontrol alanları sadece hava kilidi yoluyla girilebilir.

Otomobil gövdeleri taşıma kızaklarına monte edilir ve otomatik olarak çeşitli resim istasyonlarına taşınır. Resim bölgelerine girmeden önce farklı teknikler kullanılarak özetlenirler. Bir resim kabininde, 10 ila 20 araç aynı anda işlenir.

Kaplama işleminin tamamlanmasından sonra, araç gövdeleri bir kurutucuya aktarılır.

Havalandırma sistemi

Havanın gerekli parametrelere koşullandırılması, ısıtıcılar (doğrudan veya dolaylı ısıtma), soğutucular, nemlendiriciler, filtreler ve fanlı ventilatörler kullanılarak elde edilir. Hava kabine tüm kabin alanı üzerinden bir plenum odası aracılığıyla sağlanır. Egzoz havası fanlar aracılığıyla kabinden çekilir. Kabinler, çözücülerin sızmasını önlemek için düşük bir vakumla çalıştırılır. Boya aşırı püskürtme birikimi farklı sistemlerle gerçekleştirilebilir. Islak yıkama sırasında nem %90'ın üzerine çıkar. Bu nedenle, dolaşımdaki hava kullanımı sadece nemlendirme için yüksek enerjili harcamalarla mümkündür.

Lake dispersiyonunun kuru birikmesi durumunda, deviren hava operasyonu yararlıdır, çünkü hava parametreleri, özellikle nem, önemli ölçüde değişmez.

Isı geri kazanımı, ısı tekerlekleri boyunca ıslak yıkamada mümkün ve verimlidir. Devridaim hava rehberliği ile kuru biriktirme durumunda, solventler konsantre edilir. Bunlar genellikle ısı geri kazanımı ile termal gaz dışı arıtma sisteminde arıtılır.

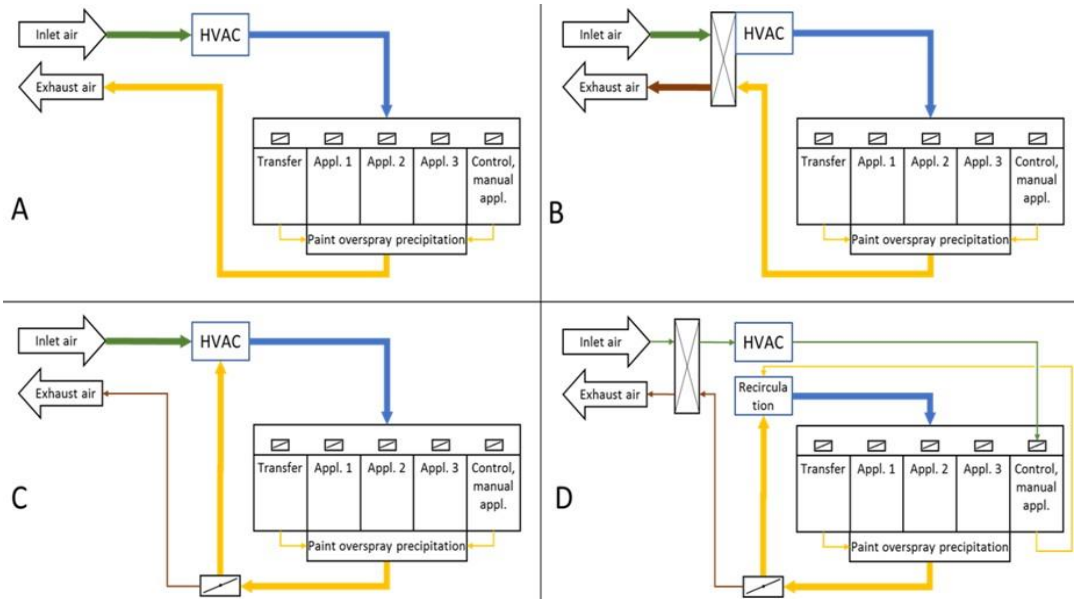
Hava yönlendirme ve enerji geri kazanımının çeşitli varyantları Şekil 2.43 ve Şekil 2.44'te gösterilmektedir.



1. Giriş/Çıkış Havası Isı Eşanjörü.
2. Giriş Klima.
3. Plenum Odası ve Giriş Hava Dağıtım.
4. Robotlar ve vücut taşıma sistemi ile donatılmış uygulama bölgesi.
5. Kontrol Odası.
6. Aşırı boya püskürtme ayrımı (örnek: çapraz venturi yıkayıcı).
7. Yatakçı su dolaşım sistemi için rezervuar.
8. Egzoz Hava Ventilatörü.

Kaynak: [183, ACEA 2017]

Şekil 2.43: Bir sprey kabininin yapısı ve hava iletimi



A: Kabin hava devridaim yok, enerji geri kazanımı yok.
B: Kabin hava devridaim, enerji geri kazanımı yok.
C: Kabin hava devridaim, egzoz havasından enerji geri kazanımı yok.
D: Kabin hava devridaim, egzoz havasından enerji geri kazanımı.
Kaynak: [183, ACEA 2017]

Şekil 2.44: Hava Yönlendirme ve Enerji Geri Kazanımının Farklı Çeşitleri

Boya kutuları

Farklı boyama istasyonlarında birçok gövdenin eşzamanlı kaplamasına sahip büyük geçiş kabinlerinin aksine, bir boya kutusunda tek bir gövde kaplanır. Bu tür şunlar için kullanılır:

- Küçük ölçekli binek otomobil üretimi;
- Kamyon şasi resmi;
- Otobüs boyama;
- Boya onarım işlemleri.

Bir aracı kaplamak için gerekli tüm çalışma adımları aynı iş istasyonunda art arda gerçekleştirilir. Boya aşırı püskürtme toz filtrelerde toplanır. Kurutma için IR radyatörleri kullanılır, boyama kabinine sıcak dolaşım hava sokulur veya vücut bitişik tek gövdeli kurutucu fırına aktarılır[22].

Daldırma tankları

Ön –arıtma ve elektrokoasyon bölgeleri de muhafazalarla donatılmıştır. Bunlar, yakındaki işyerlerine kaçak emisyonlardan kaçınmak için düşük negatif basınç (1 mbar) altında tutulur.

Elde edilen çevresel faydalar

- Kaçak emisyonların ortadan kaldırılması.
- Çözücü tüketiminin ve emisyonunun azaltılması.

[22] Dürr-Krouzilek, Ralf (2011): Ressourcen-Effizienz auf hohem Niveau. Reinigungs- und Lackierlinie für Nutzfahrzeuge. In: JOT 51 (3), S. 42–45. DOI: 10.1365/s35144-011-0042-5.

Çevresel Performans ve İşletim Verileri

Sprey kabinlerinin klimasında karşılanacak gereksinimler Tablo 2.31'de sunulmaktadır.

Tablo 2.31: Geçiş boya kabinlerinde klima gereksinimleri

	Bağıl nem (%)	Sıcaklık(°C)	Aşağı yönlü hava akımı hızı (m/s)
Solvent bazlı boya	40-85	20-30	0.3-0.5
Su bazlı boya	60-70	20-26	0.3-0.5
Su bazlı tek katmanlı üst kat	55-75	20-26	0.3-0.5

Çapraz ortam etkileri

Klima için yüksek enerji talebi:

- Islak yıkama kullanılırken, kural olarak, % 100 temiz hava fraksiyonu gereklidir, çünkü çok nemli egzoz havası sadece nemlendirme için yüksek enerji tüketimi ile yeniden kullanılabilir.
- Kuru biriktirme kullanıldığında, % 90'a kadar dolaşan bir hava hacmi akışı mümkündür. Bununla birlikte, devridaim oranı kontrol bölgesinin temiz hava talebi, manuel iş istasyonları veya daha düşük patlayıcı sınırının % 25'ini aşmaması gerektiğiyle sınırlıdır. Genellikle % 75-80 sirkülasyon oranları gözlenir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Geçiş boya kabinleri genellikle bina dükkanlarında binek otomobillerin, kamyonetlerin ve kamyonların seri kaplaması için kullanılır. Kapalı kabinler elektrokoating ve ön arıtmada standarttır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Ürün kalitesi.
- İşyeri sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

- Tünel sprey kabinleri ve ön muamele ve elektrokoasyon için muhafaza tüm yüksek hacimli araç boyahanelerinde bulunur.
- Tek kabinler (boya kutuları) düşük hacimli üretim için standarttır (örneğin spor otomobil, kamyon ve otobüs boyahaneleri).

Referans literatür

[169, VDI 2013] [183, ACEA 2017]

2.4.7.3 Durulanmış elektrofiltre (aşırı sprey ayırma)

Tanımı

Bu sistem fazla püskürtülmüş parçacıkları elektrostatik filtreler kullanarak işlem havasından ayırır (genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.10.4.5).

Teknik Tanımlama

Durulanmış elektrofiltre, sprey kabininin ızgara seviyesinin altında bulunan bir aşırı püskürtme ayırma sistemidir. Yüklü hava elektrostatik filtrelerde işlenecektir.

Aşırı püskürtülen egzoz havası, emme alanından ayırma modülüne akar. Hava modülden geçtikçe, aşırı püskürtülen parçacıklar uzaklaştırılır. Sistem çok yüksek derecede ayırma sağladıkça, sprey kabini devridaim hava ile çalıştırılabilir. Ovalanan havanın büyük bir kısmı bir devridaim fanı tarafından emilir ve standa geri döner. Egzoz havasının çözücü yüküne bağlı olarak, bir kısmı dolaşımdan çıkarılır ve temiz hava ile değiştirilir. Ayırma modülleri aktif ve pasif elementlerin alternatif bir düzenlemesini içerir. Aktif elemanlarda, yüksek bir voltaj altında oluşan bir korona bulutu, tüm boya parçacıklarını şarj eder. Bu parçacıklar daha sonra pasif topraklanmış ayırma plakası tarafından çekilir. Bu, üzerine monte edilmiş bir kaplama sistemi tarafından ince bir ayırma maddesi tabakası ile kaplıdır. Boya parçacıkları ayırma plakasına bağlanır ve ayırma maddesi tarafından ayrılır. Aşırı püskürtme içeren aracı, elektrofilter sisteminin altındaki toplama tankına

akar. Oradan sistem tankı aracılığıyla kaplama sistemine iade edilir. Temsilcinin bir kısmı, bir deşarj sistemi ile aşırı püskürtülür ve ayırıcı ajan döngüsüne geri döner.

Elde Edilen Çevresel Faydalar

Bir elektrofiltre sisteminde boya parçacıkları, 0.3-0.8 mg/m^3 kalan partikül içeriği ile> %99 oranında ayrılır.

Çevresel Performans ve İşletim Verileri

Ayırma maddesi sistemde dolaşır. Sadece küçük bir ayırma maddesi akışı kaldırılacak ve aşırı püskürtme ile bertaraf edilecektir.

Elektrostatik filtrenin çalışma ve bakım alanları ayrılır. Modül yerleştirildiğinde veya çıkarıldığında elektrostatik filtre ile jeneratörler arasındaki temas otomatik olarak etkinleştirilir. İşleme işlem alanında yapılır.

Elektrostatik filtreler ve ayırma maddesi beslemesi büyük ölçüde otomatik modda çalışacaktır. Sistem işlevi, programlanabilir mantık denetleyicisi (PLC) tarafından izlenecektir.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Durulanmış elektrofiltre sistemi her boyuttaki sistemler için uygundur.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Egzoz havasının partikül içeriği, havanın devridaimlenebileceği kadar düşüktür. Bu, kabin havasını koşullandırmak için maliyet ve enerji tüketimini azaltır.

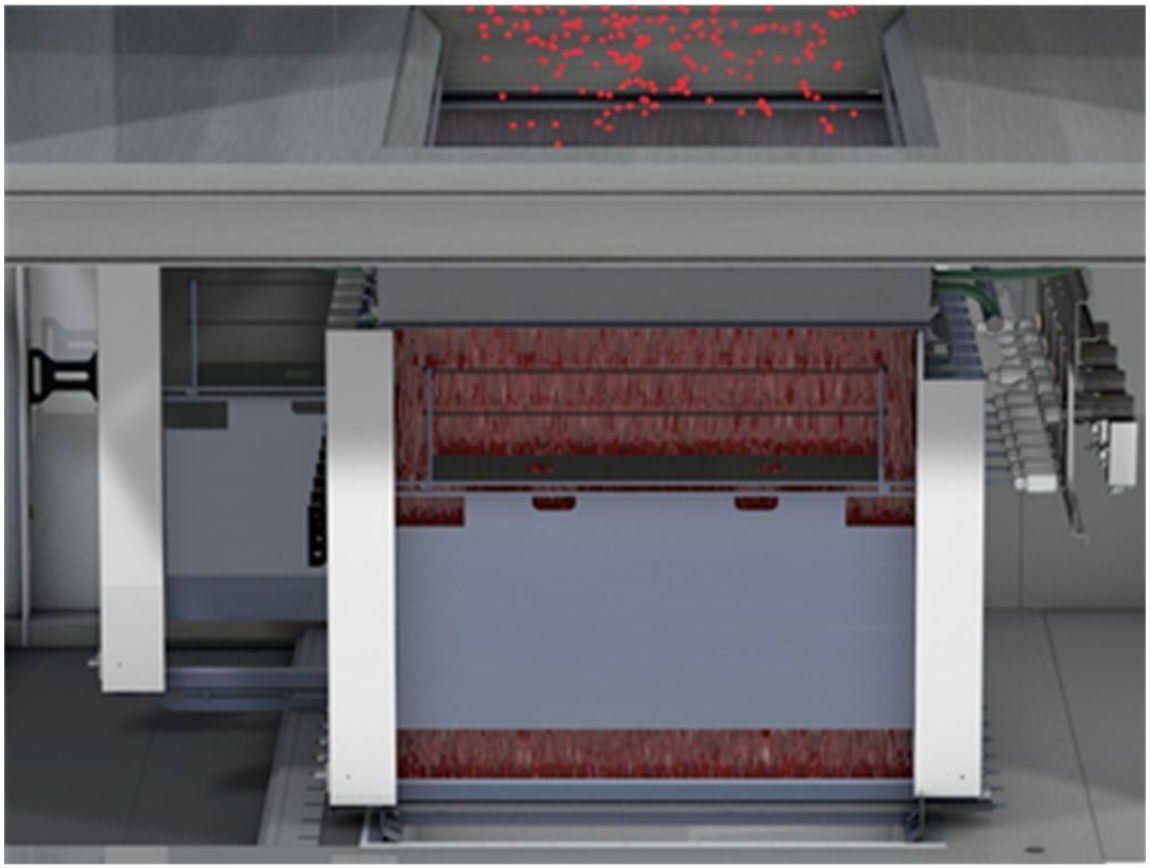
Örnek tesisler

Avrupa, ABD ve Çin'deki bazı boyahaneler.



Kaynak: [183, ACEA 2017]

Şekil 2.45: Durulanmış elektrofiltre sistemi



Elektrostatik filtreler (önde gümüş plaka). Ayırma ajanı (gümüş plakanın arkasındaki kırmızı alan).

Kaynak: [183, ACEA 2017]

Şekil 2.46: Elektrostatik filtrelerin detayı ve ayırma maddesinin uygulaması

Referans literatür
[183, ACEA 2017]

2.4.8 Su Yönetimi ve Atıksu Arıtma

Yaygın olarak uygulanan teknikler Bölüm 17.11 ve Bölüm 17.4'te açıklanmaktadır.

3. DİĞER METAL VE PLASTİK YÜZEYLERİN KAPLANMASI

3.1 Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplaması hakkında genel bilgi

[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Bu bölümde, diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasıyla ilgili süreçler değerlendirilmektedir. Bunlar arasında aşağıdaki ürün türlerinin metal ve plastik bileşenlerinin yanı sıra ürünlerin kendileri: fabrikasyon metal ürünler, kalıplanmış plastik parçalar, küçük ve büyük tarım ve inşaat ekipmanı, ticari ve endüstriyel makine ve ekipman, iç veya dış otomotiv parçaları (bu tür Tamponlar, tekerlek kapakları, direksiyon çarkları, kamyon kabini çatı üstleri / aero yardımları ve diğer plastik parçalar), motorlu taşıt aksesuarları, trenler, bisikletler ve spor ürünleri, oyuncaklar vb. yer almaktadır

Az sayıda tesisat ve ek bilgi mevcuttur [155, TWG 2016]. İlk konum çağrısı çerçevesinde gönderilen verilere göre, AB Üye Devletlerindeki toplam tesisat sayısı önemli ölçüde daha yüksektir [161, TWG 2015]. Veri toplama çalışmasına katılan tesisat sayısı ve bildirilen toplam tesisat sayısı Tablo 3.1'de sunulmaktadır.

Tablo 3.1: AB'deki tahmini toplam tesisat sayısı ve diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasıyla ilgili olarak veri gönderen tesisat sayısı

Faaliyet	Başlangıç pozisyonlarının sunulduğu tarih itibariyle bildirilen tesisat sayısı (2015) ([1])	Veri gönderen tesisat sayısı ([2])
Plastik iş parçalarının kaplanması	36	7
Diğer bölümlerde tarif edilmeyen metal yüzeylerin kaplanması	32	4
Trenlerin kaplanması	2	0
Tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanması	4	1
Kaynak: ([1]) [161, TWG 2015], ([2]) [155, TWG 2016]		

Plastik ve diğer metal yüzeylerin kaplaması dekoratif, koruyucu ve fonksiyonel amaçlar sunmaktadır. Kaplama, neme, ısıya ve diğer faktörlere direnç sağlayarak metal parçaları korozyondan korur. Plastik parçalar, renk, doku veya koruma sağlamak, görünümü ve dayanıklılığı iyileştirmek için kaplanabilir ve ayrıca elektromanyetik girişim / radyo frekansı parazit sinyallerini zayıflatmak ve substrat yüzeyindeki kalıp hatlarını ve kusurlarını gizlemek için işlev görebilir.

Araç parçaları boyama ile ilgili olarak, araç gövdelerine entegre edilmiş parçalar, vücudun kendisiyle aynı kalite gereksinimlerine sahiptir ve bu nedenle birden fazla kaplama gerektirir. Renk tasarımındaki modalar (ör: Özel veya zıt renklerin kullanımı), ek kaplama gereksinimleri veya renkler arasında ek temizlik nedeniyle birim başına çözücü emisyonlarını artırabilir.

Metal ürünler ve plastik parçalar için bu kaplama işlemleri üç ana ünite işlemine ayrılabilir: (1) yüzey hazırlığı, (2) kaplama uygulama işlemleri ve (3) temizlik faaliyetleri. Her üç etkinlik türü de VOC içeren bileşikler kullanır (yani kaplamalar, ince ve/veya temizlik malzemeleri).

Üç ana işlem adımı aşağıda kısaca açıklanmıştır [160, USEPA 2008].

Yüzey hazırlama

Yüzey hazırlama işlemi iki ana nedenden ötürü gerçekleştirilir: kaplamadan önceki kısımdaki kusurları düzeltmek ve parçayı kaplamayı almaya hazırlamak. Bir parçanın gerektirdiği yüzey hazırlama miktarı veya kullanılan yüzey hazırlama işlemleri türleri metal ve plastik parça substratları arasında büyük ölçüde değişebilir.

Bir metal ürün kaplanmadan önce yüzeyi iyice temizlenmelidir. Temizleme işlemi aşağıdaki temel işleme adımlarından oluşur: alkalin veya asit temizliği, su durulama, fosfat tedavisi (tipik olarak demir fosfat), su durulama ve ön tedavi ve/veya su durulama. Son adım, parçaların bir fırında kurutulmasını içerebilir. Genel olarak, bu temizleme işleminde kullanılan temizleme kimyasalları sadece az miktarda VOC içerir ve bu nedenle ihmal edilebilir emisyonlar üretir.

Kaplama uygulaması

Yüzey kaplaması, metal veya plastik yüzeye bir kaplama uygulanarak, ardından kaplamayı kürlenerek veya kurutarak gerçekleştirilir. Kaplamanın kendisi bir sıvı veya toz şeklinde olabilir. Sıvı kaplamalar uygulamak için birkaç farklı uygulama teknolojisi türü kullanılır ve uygulama teknolojisinin seçimi, kullanılan kaplama miktarı ve operasyondan elde edilen VOC emisyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. En yaygın sıvı kaplama aplikatörleri, hava atomize edilmiş sprey kaplama, elektrostatik sprey kaplama, yüksek hacimli düşük basınç (HVLP) sprey kaplama, daldırma kaplaması, akış kaplaması, rulo kaplama, elektrokoasyon ve otomatik konumlandırma kaplamasını içerir. Toz kaplamalar elektrostatik püskürtme veya daldırma yoluyla uygulanabilir.

Temizlik faaliyetleri

Yüzey hazırlığı dışındaki temizlik faaliyetleri de metal veya plastik yüzey kaplama tesislerinde meydana gelir. Temizlik malzemeleri, kaplama tortusu veya kiri kaplama ekipmanlarından (ör: Püskürtme tabancaları, transfer hatları), tanklardan ve sprey kabinlerinin iç kısmından çıkarmak için kullanılır. Bu temizleme malzemeleri tipik olarak VOC içeren çözücü karışımlarıdır, ancak düşük çözücü veya çözücü içermeyen temizleme teknikleri ve malzemeleri mevcuttur.

3.1.1. Diğer metal yüzeylerin kaplanması

Korozyonun önlenmesi ve/veya dekorasyon amacıyla çok çeşitli metal yüzeylere kaplama uygulanmaktadır. Bitmiş ürünler (temizlik makineleri gibi) veya araçlar için motor blokları gibi diğer ürünlerin bir parçası olan alt montajlara dahil olabilirler. Bireysel olarak ayrıntılı olarak ele alınmazlar, ancak örnek veriler verilir. Bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

- Çelik mobilyalar, örneğin.:
  - Ticari kullanım, hastaneler vb. için mobilya ve bağlantı parçaları;
- Ev aletleri, örneğin:
  - Beyaz eşyalar: buzdolapları, çamaşır makineleri, vb.;
- Makine Mühendisliği kapsamındaki ekipmanlar, Bileşenler, Dolaplar:
  - Örneğin yüksek gerilimli şalt tesisleri;
- Otomotiv alt montajları, örneğin:
  - Motor blokları,
  - ön cam silecek montajları,
  - radyatörler,
  - fren diskleri,
  - alüminyum jantlar;
- konstrüksiyon, örneğin:
  - cephe panelleri,
  - kapı ve pencere çerçeveleri,
  - ısıtma panelleri, radyatörler;

- rüzgar değirmeni parçaları, örneğin:
  - rüzgar değirmeni kulesi,
  - Rüzgar değirmeni göbeği, Nacelle ve Kanat.

3.1.2 Tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplaması hakkında genel bilgiler

[5, DFIU et al. 2002] [41, ISACOAT 2004] [78, TWG 2005]

Bu sektörde üretilen makineler araçlardır (örneğin traktörler, toprak taşıyıcıları) veya mobil olabilecek veya olmayabilecek belirli amaçlar için kullanılan ekipmandır (örneğin ekranlar veya elekler). Tüm faaliyetleri kapsamak için tarım ve inşaat ekipmanı terimi burada kullanılmaktadır. Şirketlerin büyük bölümü tüm yıl boyunca makine imaltı yapmaktadır, ancak satışlar esas olarak ilkbaharda yapılmaktadır. İşletmenin ağır mevsimsel dalgalanmaları nedeniyle, makineler UV radyasyonu, yağmur, deniz atmosferinin etkisiyle dışarıya yerleştirilir ve bazı durumlarda üretim ve otomat arasında neredeyse bir yıl boyunca, parlak cila ve renk tutma, yapışma ve korozyon koruması yaşamsal önem taşıyan konulardır. Bununla birlikte, ana konu korozyonun önlenmesidir. Kullanımda, kaplama ağır mekanik ve kimyasal stresi sürdürmelidir. Kimyasal korozyon, ele alınan malzemelerden (ör: patates, gübre) ve nemden kaynaklanan agresif sıvılar nedeniyle meydana gelir. Kaplama genellikle araç kadar uzun sürmez. Yüzeyin optik nitelikleri otomobillerden daha az kritiktir.

Büyük işletmeler tipik olarak kendi imkanlarıyla sürüş makineleri üreten işletmelerdir. Nispeten yüksek teknolojik ve optik talepler nedeniyle, ön arıtm ve kaplama süreçleri karmaşı niteliktedir. Boya tüketimi, yılda 5 ton ve 50 ton aralığındaki bir solvent tüketimiyle ilişkili olarak yılda 50 tonun üzerindedir.

3.1.3. Plastik yüzeylerin kaplanması hakkında genel bilgiler

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [119, May ve arkadaşları 2006]

Çok çeşitli modern ürünler plastik parçaları içerir, ancak birçoğu kalıplama işleminde elde edilen uygun kaplama ile kullanılır ve kaplama gerektirmez. Genel olarak, bu sektöre verilen boyaların yaklaşık % 75'i araçların plastik kısımlarına uygulanır. Bu ağırlıklı olarak tamponlar, tekerlek kapakları ve direksiyon tekerlekleri içindir. Boyaların geri kalan % 25'i televizyon, ses sistemleri ve bilgisayar muhafazalarının kaplanması içindir.

Araç endüstrisi için kaplanmış plastik parçalar arasında araç üreticisi (sıralı araç üretimi veya ayrı kaplama hatlarında) tarafından kaplanan parçaları ve bileşen tedarikçileri tarafından kaplanan parçaları içerir. Araç gövdesine entegre plastik parçalar genellikle eşleşen bir renk elde etmek zorundadır. Günümüzde renk tasarımı, iç dekorasyon da dahil olmak üzere otomotiv sektöründe giderek daha fazla görülmektedir, örneğin direksiyon simidini gösterge paneline veya iç mekana eşleştirir. Birçok durumda, otomobil gövdeleri ve bileşenler farklı uygulama cihazları ve/veya kaplama malzemeleri kullanılarak farklı kurulumlarda kaplanabilir ve iyi renk eşleştirme büyük öneme sahiptir.

Son yıllarda araç bileşeni tedarikçi endüstrisinde geri dönüştürülebilir plastiklerin kullanımındaki artış nedeniyle, poliolefinlerin kullanımı da büyük ölçüde artmıştır. Bu malzemeler polar değildir ve kaplama için gerekli yapışmayı garanti etmek için yüzey hazırlığına ihtiyaç duyar.

Plastikler tipik olarak belirli temel özellikleri gösterir ve bunlar uygulanabilecek yüzey hazırlama tipini, kullanılabilecek kaplama türünü ve bunu uygulamak için kullanılan işlemi etkiler. Plastiklerin bazı temel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Mekanik veya ısıl gerilime karşı dirençli;
- Kimyasal olarak dirençli;
- Elektriksel olarak iletken değil;
- Metal yüzeylere kıyasla ek ıslatma ve yapışma özellikleri;
- Plastik malzemelerin sızıntı veya göç olasılığı.

Kaplama sistemlerinin içerdikleri solvente göre dikkatle seçilmesi gerekir, çünkü bazı agresif solventler şişliklere ve kabarma nedeniyle birleşmelere neden olabilir, plastikte çatlaklar oluşturabilir veya kaplama sisteminin yapışkan mukavemetini azaltabilir. Ayrıca, deformasyonlara direnmek için kaplamanın substrattan daha elastik olması gerekir.

3.1.4 Trenlerin kaplanması hakkında genel bilgiler

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004]

Boyanın yüksek optik özelliklerinin yanı sıra, demiryolu araçları için iyi düzeyde bir korozyon koruması da gereklidir. Uygulamalı kaplama sistemi, iklimsel etkilere, agresif temizleme maddelerine (grafitinin çıkarılması için kullanılır) ve kayar kontaklardan aşınmaya direnmelidir.

3.2. Uygulanan prosesler ve teknikler

3.2.1. Diğer metal yüzeylerin kaplamasında uygulanan prosesler ve teknikler

[155, TWG 2016]

Bölüm 17'deki ilgili tekniklerden herhangi biri uygulanabilir.

Veri toplama çalışmasında bildirilen uygulamalı kaplama teknikleri şunlardır:

- Kapalı bir kaplama kabininde püskürtme uygulaması;
- Temiz oda koşullarına sahip kapalı kabinlerde püskürtme uygulaması;
- Havasız püskürtme.

Uygulanan boya besleme sistemleri, araç kaplamalardakine benzer, ör. Pigging veya yıkama tekniği olmadan doğrudan robot/işyerine bağlı boya kabı.

3.2.2. Tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [41, ISACOAT 2004] [78, TWG 2005]

Tarım ve diğer makinelerle ilgili her türlü kaplamada sık karşılaşılan sorunlar şunlardır:

- Karmaşık ve büyük üç boyutlu nesneler;
- Lazer kesme, kaynak vb. Tarafından işlenen nispeten kalın metal tabakalar;
- Metal yüzeylerde pürüzlü kenarların, kalıntıların, pas ve yağın işlenmesi nedeniyle ön arıtma gerekliliği;
- Çoklu substratlar (çelik, dökme metal, ahşap, termoplastikler, duroplastikler, fiber güçlendirilmiş plastikler, önceden monte edilmiş parçalar);
- Pnömatik, AirMix ve Havazsız Uygulama, Elektrostatik Destekli Uygulama, Daldırma veya/ve Elektrokoasyon mümkündür;
- Kütle veya önceden monte edilmiş termosensitif parçalara bağlı sınırlı pişirme koşulları;
- Bir ana katı için üst kat rengi (marka için tipik) ve birkaç ek renk (tasarım);
- Tek veya çift katman sistemi (görünür harici yüzeylerde primer artı topcoat veya tek katmanlı üst kat);
- Korozyon koruması (kenarlar), parlaklık ve renk tutma, kimyasal direnç, yapışma vb.

Orta Avrupa'daki büyük otomatik sürüşlü makineler için tipik proses (kombine patates tohumu makineleri/hasat makineleri) elektrokoasyon (anodik tek katman veya katodik primer) ve astar (iki bileşenli yüksek katı çözücü bazlı, kısmi üzerine püskürtülmüş üst kat uygulamasını içerir. Daldırma ile uygulanan yüzey alanları veya su bazlı üst kat). Bununla birlikte, geleneksel teknolojiler, özellikle daha küçük makineler için hala yaygındır.

Primerler ve tek katmanlı üst katlar makinelerin tüm bölümlerine ulaşmalıdır. Nesnelerin karmaşık yapısı nedeniyle, montajdan önce bileşenlerin daldırılması bu nedenle tercih edilen işlem seçeneğidir ve otomatikleştirilebilir. Düşük kapasite yatırımı haklı çıkaramadığı için kurulumlar mevcut değilse, sprey uygulaması kalite sorunları ile ilgili bazı dezavantajlarla mümkündür. Makinelerin iç yüzeylerine ulaşmak için AirMix uygulaması tercih edilir. Harici yüzeyler için uygulamanın elektrostatik desteği uygulanabilir ve yaygın olarak kullanılır.

Geleneksel teknolojiler

Primerler: Sprey işlemleri için polivinil butirat (PVB) tabanlı veya asit sertleştirilmiş alkid (fosforik asit); veya solvent bazlı malzemelerle daldırma (organik solventler veya klorlu hidrokarbonlar, alkid reçinelere dayanır).

Tek katmanlı üst kat: Solvent bazlı malzemelerle daldırma yaygın olarak kullanılır; Alkid kaplamalar organik çözücüler içerir, hatta klorlu hidrokarbonlar bile kullanılır.

Üst kat: Geleneksel olarak solvent bazlı polyester/Alkid.

Yeni teknolojiler

Primer: püskürtme için iki bileşenli epoksi bazlı, solvent bazlı veya su bazlı; veya geleneksel ve elektrokoasyon için su bazlı kaplamalar; Reçineler esas olarak polibutadien (anodik elektrokoat) veya epoksidir.

Tek katmanlı son kat: geleneksel ve elektro kaplama için su bazlı kaplamalar mevcuttur; UV stabilitesi talepleri nedeniyle reçineler esas olarak akriliktir.

Son katlar: püskürtme için izosiyanatla sertleştirilmiş akrilat/polyester (orta katı, yüksek katı veya su bazlı) veya tek bileşenli akrilik (su bazlı, yüksek fırınlama); veya geleneksel daldırma için polyester veya akrilik kaplamalar (su bazlı). Toz boya başarıyla kullanılmıştır.

Genellikle sıvı son katlar için sadece bir renk astar ve maksimum dört renk vardır. Bu nedenle epoksi astar ve izosiyanatla sertleştirilmiş son katlar için iki bileşenli karıştırma makineleri teknik ve ekonomik olarak uygundur.

3.2.3. Plastik yüzeylerin kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [119, May ve arkadaları 2006]

Genellikle plastik parçaların seri kaplamasında üç konunun ele alınması gerekir:

- Yüzey hazırlama;
- Kaplamanın yapısı;
- Uygulanan kaplama sistemi ve uygulama tekniği.

Yüzey hazırlama

Yüzeyi kaplamaya hazırlamak amacıyla için örneğin yüzeyin yapışkan özelliklerini arttırmak (özellikle su bazlı kaplama sistemlerinin uygulamalarında), yüzeyi harekete geçirmek, yüzeyin elektriksel iletkenliğini arttırmak (ör: elektrostatik destekli uygulama cihazlarıyla kullanım için) veya yüzeyde bileşenlerin sızmasıyla oluşan hataları azaltmak için yüzey ön işlemi uygulanabilir. Uygulanan tipik ön işlemler, banyolarda uygulanan şu kimyasal ön işlemleri içerir; alev işlevi; plazma süreçleri; korona tekniği; ve tek katmanlı kaplamanın avantajlarını sunan ve parçaların sonraki bir kaplama işlemi için tedarik edilmeden önce daha uzun süre saklanmasını sağlayan florlama.

Kaplama sisteminin yapısı

Özel gereksinimlere bağlı olarak iki, üç veya dört kat boya gerekebilir. Ana araç gövdesi gibi araç parçalarıyla ilgili olarak, tamponları ve diğer parçaları kaplamak için çok sayıda boya katmanı gerekir. Bu, ana gövde ve parçanın dayanıklılığı ile tutarlı bir kalite sağlar. Kompozitin cinsine göre ilk olarak zemin kat da uygulanabilir. Polipropilen gibi özellikle zor yüzeylerin yüzeyinde ilave bir astar gerekebilir. Yumuşak PVC veya PUR yumuşak köpük için, yumuşatıcının göçünü önlemek için izole edici veya engelleyici bir zemin kaplaması gereklidir. Yüzey pürüzlülüğünü düzeltmek için elastik dolgu uygulanır. Üst kaplama, bir veya iki katman olabilir ve ayrıca elastiktir.

Uygulanan kaplama sistemi ve uygulama tekniği

Kaplama sistemi ve uygulama tekniği seçimi, nihai ürün ihtiyaçlarına bağlıdır. Almanya'da, su bazlı sistemler, UV çapraz bağlama sistemleri ve toz boyalar da kullanılmasına rağmen, ağırlıklı olarak solvent bazlı, PUR bazlı tek ve iki bileşenli sistemler ve akrilik melamin bazlı tek bileşenli boyalar kullanılmaktadır.

Tipik olarak, ıslak boyalar için yüksek basınçlı hava püskürtme kullanılır. İş parçasının geometrisine bağlı olarak uygulama verimliliği %20 ile %40 arasındadır. Yüksek hacimli düşük basınçlı (HVLP) boya uygulama yöntemi de bazı uygulamalar için yaygındır ve ulaşılabilir uygulama verimliliği faktörleri %25 ile %50 arasında değişmektedir. Manuel boyamaya göre daha homojen bir tabaka kalınlığı elde edilmesini sağlayan robotların kullanımı giderek artmaktadır. Bununla birlikte, birçok farklı veya karmaşık parçanın boyanmasının sık sık değişiklik ve uyarlama gerektirdiği durumlarda manuel boyama hala kullanılabilir. Bu, artan aşırı püskürtme yoluyla potansiyel olarak daha yüksek solvent emisyonu ile sonuçlanacaktır.

Elektrostatik uygulama teknikleri de mevcuttur ancak şimdiye kadar sadece çok katmanlı üst yapılar için kullanılmıştır. Burada, elektriksel olarak iletken bir zemin kaplaması önce geleneksel püskürtme tabancalarıyla uygulanır, ardından genellikle geleneksel tabancalarla uygulanan bir taban kaplaması uygulanır. Şeffaf kaplama tabakasının uygulanması daha sonra elektrostatik olarak gerçekleştirilebilir (örn. yüksek devirli çanlar ile). Uygulama verimliliği faktörleri, elektrostatik teknikler kullanılarak büyük ölçüde artırılabilir, örn. yüksek dönen çanlar kullanılırsa, %85'e varan uygulama verimliliği faktörleri elde edilebilir. Bazı durumlarda, sadece %50-65'lik bir maksimum transfer verimliliği seviyesi elde edilebilir (örn. otomotiv endüstrisindeki bazı proseslerin karmaşık parçaları durumunda, örneğin plastik parçalarda alt tabakaların düşük iletkenliği). Ancak elektrostatik kaplama tekniği, elektriksel olarak iletken bir ön kaplamaya ihtiyaç duyduğu için tek katmanlı kaplamalar için kullanılamaz.

Genel olarak, kurutma ve kürleme, alt tabakanın ısıya duyarlılığı nedeniyle maksimum 80 °C sıcaklıkta gerçekleştirilir. Ancak bazı durumlarda, 135 °C'ye kadar ısınma bölgelerine ve 110 °C'ye kadar tutma bölgelerine ulaşılabilir. Bazı plastikler için UV ve elektron ışını ile kürleme, soluk renklerin sararmasına neden olabilir.

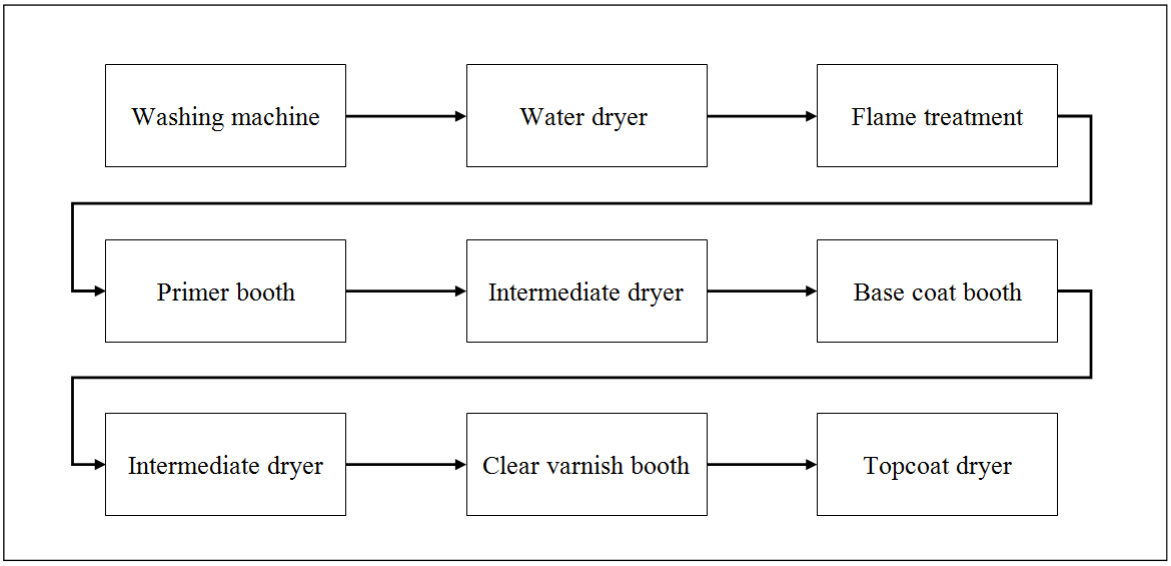
Aşağıdaki püskürtme kabinleri ve teknikleri uygulanır:

- basit boya kabini;
- boya kabini ve kurutucu;
- ıslak ayırma sprey kabini;
- kuru ayırma boya kabini;
- bir püskürtme kabininde su emülsiyonu teknikleri;
- boya içinde boya püskürtme kabini;
- kombine sistemler (ıslak ve kuru ayırma).

3.2.3.1. Tamponların kaplanması

Basitleştirilmiş bir su bazlı tampon kaplama işlemi örneği Şekil 3.1'de gösterilmektedir.

Kaplanacak iş parçaları poliüretan kalıplanmış hamurlardan ve termoplastik plastiklerden oluşur.



Şekil 3.1: Su bazlı tampon kaplama işlemi

Yüzey hazırlama

Yüzey hazırlığı için farklı teknikler kullanılabilir. Genellikle su ile püskürtmeli temizleme, parçalar kademeli olarak farklı bölgelerden geçerek otomasyonla gerçekleştirilir, örn.:

- ilk olarak sulu-alkali temizlik maddesi ile yağdan arındırma;
- su ile durulama;
- sulu-alkali temizlik maddesi ile ikinci yağ giderme;
- su ile durulama;
- deiyonize su ile son durulama.

Polipropilen tamponlar için tamponun solvent emdirilmiş mendillerle manuel olarak silinmesiyle su ve kimyasallarla sprey temizliği önlenebilir. Bir örnek kurulumda, tamponlar bir su-izopropanol karışımı (izopropanol oranı ağırlıkça %5'tir) ile manuel olarak temizlenir ve ardından konveksiyon kurutucularda kurutulur.

Su tüketimini azaltmak için genellikle kademeli durulama kullanılır. Parçalardan boşalan su, yağ giderme adımının buharlaşma kayıplarının yerine kullanılabilir. Ayrıca, deiyonize su geri dönüştürülebilir. Temizleme işleminden sonra parçalar üfleme, kurutma ve soğutma ünitesinden geçirilir. Yoğuşmalı kurutucu kullanılıyorsa, soğutma ünitesi gerekli değildir.

Kuruduktan sonra iş parçasının yüzeyleri genellikle alev işlemi veya plazma iyonizasyonu ile etkinleştirilir. Poliüretan parçalar başka bir hazırlık gerektirmez.

Kaplama uygulaması

Genel olarak tamponlar, zemin kaplama, taban kaplama ve şeffaf kaplamadan oluşan üç katmanlı bir kaplama ile kaplanır. Boya, robotlar veya manuel olarak elektrostatik destekli püskürtme veya HVLP tabancaları ile püskürtme ile uygulanır. İlk olarak plastik kısımlara astar uygulaması yapılır. Astar solvent bazlı (örneğin solvent bazlı iki bileşenli zemin kaplaması) veya su bazlı olabilir. Sonraki katmanların uygulanmasından önce astarın kurutulması gerekebilir (örn. 80 ºC'de dolaşan bir hava akışı içinde). Baz kat uygulaması, ilk katta kullanılanla aynı teknikle yapılır. Baz kat orta katı boya kullandığında, solvent oranı %70'e kadar çıkabilir. Baz katlar, tek veya çok bileşenli boya sistemleri olabilir ve su bazlı veya solvent bazlı olabilir. Boya uygulamasından sonra geleneksel solvent bazlı iki bileşenli vernik uygulanarak buharlaştırılır. Ek olarak, ara kurutma bölgelerine olan ihtiyacı ortadan kaldırarak yaş üstü yaş uygulama da kullanılabilir.

Buharlaşmadan sonra boya tabakaları kurutucuda kurutulur. Flash-off alanlarından ve kurutuculardan çıkan solvent yüklü egzoz havası yakalanır ve bir ısıl işlem ünitesine geçirilir. Elde edilen verimlilik faktörü %95-99'e varabilir (yanma ünitesine gelen yüke bağlı olarak). Örneğin, ham egzoz gazındaki 277 mg C/m^3'lük bir konsantrasyon, temizlenmiş gazdaki 25 mg C/m3'e düşürülür. Fazla püskürtmenin temizlenmesi ıslak çökeltme yoluyla gerçekleştirilir. Aşağıdaki Tablo 3.2, farklı kaplama sistemlerinde çözücülerin oranlarını göstermektedir.

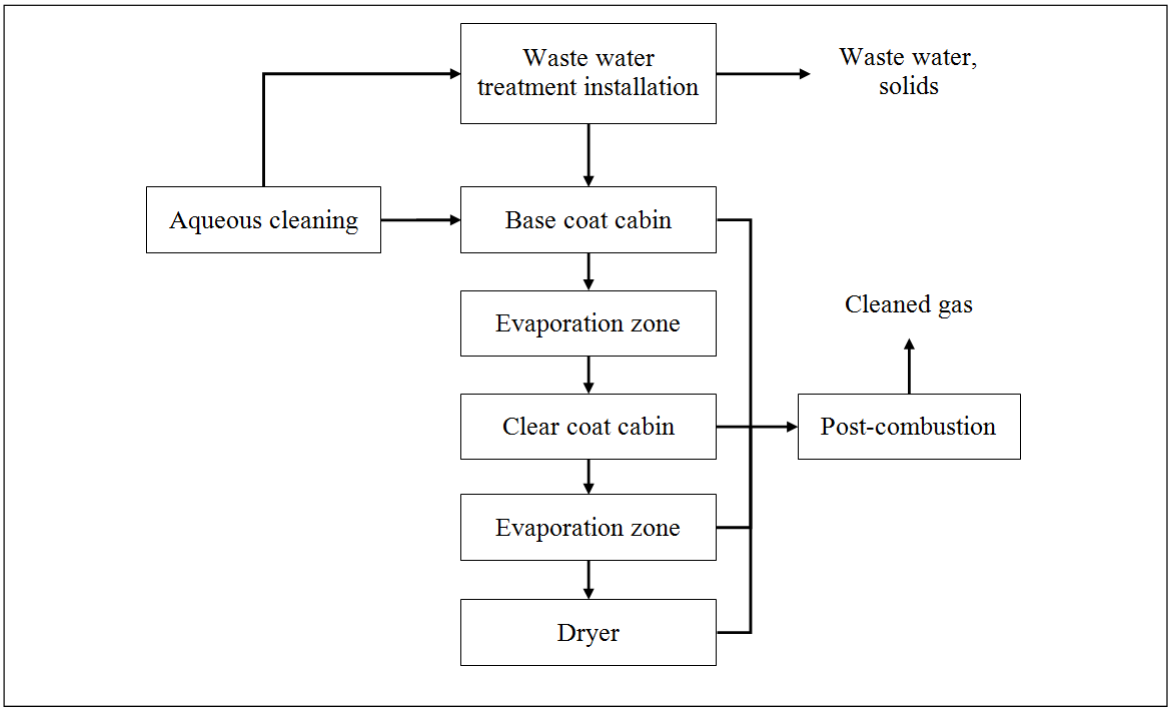
Tablo 3.2: Tamponların kaplanması için kullanılan farklı kaplama sistemlerindeki solvent oranları

Kaplama yapısı ve sistemleri	Solvent oranı (ağırlıkça%)
Zemin kat • solvent bazlı • 2. su bazlı	40-55 15
Baz kat • solvent bazlı • 2. su bazlı	50 15
Vernik katı • solvent-bazlı • su-bazlı	50 30

3.2.3.2. Jant kapaklarının kaplanması

Jant kapakları için kullanılan kaplama sistemi iki katman ile karakterize edilir. Önce geleneksel veya su bazlı bir metalik taban kaplaması ve ardından geleneksel solvent bazlı iki bileşenli bir vernik veya bir UV vernik uygulanır. Kaplamanın gereksinimleri arasında çizilme direnci, su direnci ve taş yongalarına karşı direnç ile yüksek yüzey kalitesi yer alır. Kaplama otomasyon ile gerçekleştirilir.

Aşağıdaki Şekil 3.2'de solvent bazlı boyalarla jant kapaklarının üretim prosedürü gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Geleneksel bir kaplama sistemi ile tekerlek kapaklarının kaplanmasına ilişkin proses akışı

Aşağıdaki Tablo 3.3'te kullanımda olan bazı farklı sistemler karşılaştırılmaktadır.

Tablo 3.3: Jant kapaklarının kaplanması için uygulanan kaplama sistemlerinde solvent oranlarının karşılaştırılması

Kaplama yapısı ve sistemleri	Solvent oranı (kütlece%)
Baz kat	
• solvent bazlı • suyla seyreltilebilir	75 10
Vernik katı	
• solvent-bazlı • UV kürlü • Suyla seyreltilebilir	50 10 16

3.2.3.3 Direksiyon simidi kaplaması

Direksiyon simidi için güneş ışınlarına, temizlik maddelerine veya eldeki tere karşı direnç gibi özellikler kaplama tarafından garanti edilmelidir. Şu anda, direksiyon simidi tipik olarak kalıp içi teknikle kaplanmaktadır. Bu teknik için, ısıtılmış kalıba bir kalıp ayırıcı uygulanır ve kalıp içi kaplama kalıp ayırıcının üzerine püskürtülür. Bu şekilde, aşırı püskürtme oranı ve dolayısıyla malzeme kaybı nispeten düşüktür, yaklaşık %20'dir. Kısa bir buharlaşma süresinden sonra, karıştırılan PUR bileşenleri içeri dökülür. Kapalı kalıp içerisinde köpürme işlemi sırasında malzeme, kaplama ile güçlü bir bağlantı oluşturur. Uygulanan kaplama kalıp ayırıcı ve kullanılan poliüretan sistem ile uyumlu olmalıdır. Şu ana dek solvent bazlı tek ve iki bileşenli kaplama sistemleri kullanılmıştır.

3.2.3.4 Reflektörlerin kaplanması

Reflektörler son derece pürüzsüz ve homojen bir yüzey gerektirir. Kaplama yapısı tek katmanlı bir tiptir.

3.2.3.5. Televizyon, ses sistemleri ve bilgisayar kasalarının imalatında kaplama

Günümüzde görsel-işitsel sektörde daha renkli ürünlere ve hatta renk tasarımı ile ilgili bireysel müşteri isteklerine yönelik bir eğilim var. Muhafazaların kaplanması için kalite gereksinimleri, alkollere, cilt yağına vb. karşı direnç, çizilme ve aşınma direnci ve iyi optik yüzey özelliklerini içerir. Solvent bazlı kaplama sistemleri hala yaygın olarak kullanılmasına rağmen, su bazlı kaplamaların seri kullanımı son teknolojidir. Otomasyon ile yapılan kaplama ile televizyon gövdelerinin kaplanmasında %45 uygulama verimi elde edilebilmektedir.

3.2.4. Trenlerin kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004]

Kaplama sistemi, malzeme, renk ve katman kalınlığı seçimi müşteri tarafından belirlenir. Büyük hacimli akışlar ve süreksiz işlemler nedeniyle, küçük tesislerde çıkış gazı arıtımı kullanılmaz. Ancak bazı büyük tesislerde kurutuculardan çıkan gazların arıtılması yaygın bir uygulamadır.

Raylı araçların kaplama işlemleri, yeni araçların kaplanması ve bakım işlemleri olarak ikiye ayrılabilir. Kaplama sistemleri her iki proses için de aynıdır. Her iki faaliyet de

genellikle raylı araçların üretildiği yerde gerçekleşir. Çevresel etkileri olan bakım işlemlerinin özellikleri aşağıdaki paragraflarda genel hatlarıyla açıklanmış olup yeni inşaatlar için de geçerlidir:

- Bitirme bölümünde veya bakım işlemleri sırasında boya onarımı: Boya kısmen zımparalanır ve yenilenir.
- Eski raylı araçların komple cilalanması: Cila durumunun bir fonksiyonu olarak boya, zemin katına kadar zımparalanır veya raspa ile tamamen çıkarılır.
- Boya sökme ve yeni boya finisajı: Raylı araçların rekonstrüksiyonundan sonra, eski boya, kumlama yoluyla kaldırılır veya zemin kat tabakasına kadar zımparalanır. Daha sonra yeni bir kaplama uygulanır. Genel olarak boya sökümü grit raspa ile manuel olarak yapılır. Alüminyum ve paslanmaz çelikten (ör. üst yapılar) boya sökme işlemi için kumlama püskürtme olarak korundum kullanılır. Normal çelik için, patlatma maddesi olarak çeliğin kendisi kullanılır. Püskürtme işleminden sonra basınçlı hava üflenerek toz yüzeyden uzaklaştırılır. Genellikle, tüm patlatma malzemeleri geri dönüştürülür.

Yeni raylı araçların inşası ve boyanması süreci, aşağıdaki paragraflarda daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. İnşaat ve bakım işlemlerinin uygulanan boya işlemleri aynı olduğundan bakım işlemleri için de geçerlidir.

Tablo 3.4 olası bir katman yapısına örnek olarak Deutsche Bahn AG yönetmeliklerine göre raylı taşıt gövdeleri için kullanılan kaplama sistemlerini göstermektedir.

Tablo 3.4: Deutsche Bahn AG düzenlemelerine göre raylı araçlar için katman yapısı

Uygulama alanı	Katman yapımı	Malzeme ([1])	Kurutulmuş malzemenin katman kalınlığı (µm)
Komple raylı araç gövdesi	ön işlem	Püskürtme	-
Dış yüzeyler: Kapı ve pencere muhafazası dahil ön ve yan duvar, çatı ve ayrıca cam elyafı ile güçlendirilmiş plastikten yapılmış baş alanları	zemin kat	EP, WB	60
	bıçak dolgusu	SB	60
	astar	PUR ya da EP astar, WB	60
		PUR astar, SB (alternatif)	40
	Üst kat	PUR, SB	40
		PUR, WB	20-30
		Baz kat, WB	40
		PUR, SB veanti-grafiti boya, SB	40 40
Çatı	Birincil kat	EP, WB	80
	Üst kat	EP, WB, kalın tabaka	140
		EP, SB, kalın tabaka (alternatif)	140
Temel çerçeve, zemin, gövde altı	Birincil kat	EP, WB	60
	Üst kat	EP, WB, kalın tabaka	140
		EP, SB, kalın tabaka veya bir-bileşen gövde altı koruması (alternatif)	140-200
Boji şasisi	Birincil kat	EP, WB	60
		EP, SB (alternatif)	60
	Üst kat	EP, WB, kalın tabaka	140
		EP, SB, kalın tabaka (alternatif	140
	DIN bileşen parçaları	Korozyon önleyici mum	NI
İç yüzeyler: Zemin, çatı, yan ve ön Duvar	Birincil kat	EP, WB	NI
	Üst kat	EP, WB, kalın tabaka	NI
		EP, SB, kalın tabaka (alternatif)	NI
	Birleşme yeri sızdırmazlık macunu	Sızdırmazlık maddesi	NI
	Ses yalıtımı	Yapay reçineler, WB	NI
([1]) SB: solvent-bazlı; WB: su-bazlı; EP: epoksi; PUR: poliüretan. *Kaynak:* [5, DFIU ve arkadaşları 2002]			

Vagon gövdelerinin ön işlemi
Montajdan sonra (özellikle alüminyum için) sulu-alkali temizlik maddeleri ile isteğe bağlı yağ giderme gerçekleştirilir. Daha sonra iç ve dış yüzeyler kumlanarak temizlenir. Püskürtme maddesi kısmen geri dönüştürülür.

Zemin kat uygulaması (dış mekanlara ve iç yüzeylere)
Tüm vagona bir zemin kaplaması uygulanır. Boya, havasız sprey uygulaması ile manuel olarak uygulanır. Geleneksel boyaların yanı sıra, su bazlı, iki bileşenli, kromatsız, epoksi reçine esaslı boyalar da mevcuttur. Bu malzemelerin solvent içeriği %3 ila %5 arasında değişir. Çatıya yaklaşık 60-100 µm kalınlığında ve yan duvarlarda yaklaşık 200 µm kalınlığında bir tabaka uygulanır. Bagaj rafları gibi bileşen parçaları solvent bazlı boya veya toz boya ile kaplanır.

Dolgu
Zemin kat kuruduktan sonra palet bıçakları ile elle dolgu uygulaması yapılır. Malzemenin solvent içeriği yaklaşık %16'dır (%8'i reaktiftir ve emisyonla ilgili değildir). Malzemenin kürlenmesinden sonra yan duvarların zımparalanması gerçekleşir. Taşlama tozu, basınçlı hava ile üflenerek ve temizlik maddeleri kullanılarak uzaklaştırılır. Genellikle dolgu malzemesi sadece kaynak ek yerlerine uygulanır (minimum dolgu uygulaması).

Astar uygulaması (genellikle sadece dış yüzeylere)
Astar, yan duvarlara airmix püskürtme uygulaması ile uygulanır. Astar olarak ya iki bileşenli, aminle sertleşen, su bazlı epoksi malzeme (%3 organik solvent içeren) veya solvent bazlı poliüretan (%35 organik solvent içeren) kullanılır. Tabaka kalınlığı yaklaşık 60 um'dir. Kuruma süresi yaklaşık 2 ila 3 saattir. Bir kurutucu kullanılıyorsa (80 °C), kurutma yaklaşık 45 dakika sürer. Tamamlanmış vagonlar için elektronik donanım nedeniyle alt yüzey sıcaklığı 45 °C'yi geçmemelidir.

Son kat uygulaması (genellikle sadece dış yüzeylere)
Pist türüne bağlı olarak, birkaç kat son kat uygulanır. Deutsche Bahn AG için, şehir içi raylı araçlar için altı farklı renk kullanılmaktadır. Bunların arasında yan duvarların kaplanmasında, biri çatı, biri alt gövde ve biri de boji çerçeveleri için olmak üzere üç renk kullanılmıştır. Vernik, airmix sprey uygulamaları ile uygulanır. Boya uygulamaları arasında buharlaşma gerçekleşir (1 saat). Son kat uygulandıktan sonra boya 50-60 °C sıcaklıkta kurutulur. 2 saat sonra bitmiş yüzeyler maskelenir ve bir sonraki boya tabakası uygulanır. Yan duvarlara uygulanan boyanın katman kalınlığı 40 µm'dir. Boya katmanlarının sayısına bağlı olarak 120 µm'ye kadar çıkabilir. Çatıya yaklaşık 120 µm olarak uygulanır.

Ağırlıklı olarak solvent bazlı son katlar ve vernikler işlenir. Kaplama sistemlerinden iyi performans gerekir. Bu, özellikle yüksek hızlı trenler (300 km/s) için, düzenli temizlik ve grafitilerin kaldırılması için önemlidir. Su bazlı malzemeler hali hazırda mevcut olmasına rağmen, solvent bazlı son katlar daha önce bahsedilen nedenlerden dolayı hala tercih edilmektedir ve bazen spesifikasyonlarda belirtilmiştir.

Gövde altı koruması
Alt gövde, havasız sprey uygulaması ile su bazlı gövde altı koruması ile kaplanmıştır. Minimum 120-200 µm tabaka kalınlığı uygulanır.

3.3. Plastik ve diğer metal yüzeylerin kaplanmasında mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

Bildirilen veriler, diğer metal ve plastik yüzeylerin ve tarım ve inşaat ekipmanlarının (ACE) kaplanmasına yönelik tesislere ilişkindir. Tren kaplama tesislerinden herhangi bir veri alınmamıştır.

3.3.1. Tüketim

3.3.1.1. Malzeme tüketimi

3.3.1.1.1. Trenlerin kaplanması

[5, DFIU ve arkadaşları 2002]

Tablo 3.5'te belirli boya katmanları için malzeme tüketimi listelenmiştir. Denetlenen tesisin (Deutsche Bahn) toplam solvent girişi (incelticilerden, temizlik maddelerinden ve boyalardan) 1999'da 187,6 ton olarak gerçekleşmiştir. Münferit boya filmlerine ilişkin veriler belirlenememiştir.

Tablo 3.5: Kaplanan vagon başına malzeme tüketimi

Boya/alt tabaka	Tüketim (kg)
Zemin kat	200
astar	35-40
Üst kat:	
çatılar	35
pencereler	35
Örgüler, dekor şeritleri	5
Pencerelerin altındaki yan duvar	15
gövde altı koruması	150-200
Kaynak: [5, DFIU ve arkadaşları 2002]	

Kütle dengeleri

Veri sunulmamıştır.

3.3.1.1.2. Plastik yüzeylerin kaplanması

[155, TWG 2016]

Bu sektördeki hammadde tüketimi şunlara bağlıdır:

- uygulanan proseslerin türü;
- ürüne özel alt tabaka ve geometri;
- üretim hacmi.

Plastik yüzeylerin kaplanmasıyla ilgili olarak tesisatlardan bildirilen veriler, kaplanmış yüzeyin m^2'si başına 0,15-1,02 kg solvent aralığında belirli bir solvent tüketimini göstermetedir. Bu aralıktaki büyük sapma, ürün türleri ve geometrilerindeki farklılıklarla ilgilidir.

Yalnızca üç tesis, farklı kaplama katmanları için işlem adımları ve malzemelerin kullanımı hakkında ayrıntılı bilgi bildirmiştir.

Bu tesisatlardan ikisi, üç kaplama katmanı (astar, baz kat, vernik) için solvent bazlı (SB) malzeme kullanırken, üçüncüsü hem SB hem de su bazlı (WB) katlar, taban kat için WB ve SB Şeffaf kaplama için.

Tamponların kaplanması

Almanya'daki örnek bir tesiste (Volkswagen, Wolfsburg), 2002 yılında [119, May ve arkadaşları 2006]:

- yaklaşık 1 milyon tampon boyanmıştır;
- yüzey alanı (yalnızca dış taraf): 0,9 m2 ile 1,5 m2 arasındadır;
- substrat: EPDM modifikasyonlu polipropilen;
- astar, baz kat ve vernik ile üç katmanlı kaplama sistemi;
- robotlara monte edilmiş püskürtme tabancaları ile kaplama malzemelerinin pnömatik atomizasyonu;
- Astar ve vernik sonrası kurutma fırını, temel kat ve vernik için yaş üzeri yaş işlem uygulanmıştır.

Tablo 3.6'daki solvent tüketimi rakamları, solvent bazlı astar, su bazlı taban kaplama ve solvent bazlı şeffaf kaplama ile karışık bir kaplama sistemine atıfta bulunur. Orta katı boya kullanıldığında kullanılan solvent %20 oranında artabilir. Tam bir solvent bazlı sistem uygulandıysa, solvent tüketimi 550 t/yıl olacaktır. Boya katılarının tüketimi 207 t/yıl olacaktır. EVABAT'a (Mevcut En İyi Tekniklerin Ekonomik Olarak Uygulanabilir Uygulaması) göre VOC emisyonları 51,75 ton/yıl ile 72,45 ton/yıl arasında değişmektedir. Emisyonların 0,25-0,35 kg VOC/kg boya katı maddesi (2002 verileri) olduğu tahmin edilmiştir.

Tablo 3.6: Tampon kaplamada VOC kullanımı (2000 verileri)

Kaplama sistemi	Kullanılan solvent ([1]) (t/yıl)
Zemin kat (solvent bazlı)	125
Baz kat (su bazlı)	31
Şeffaf kaplama (solvent bazlı)	84
Boyadaki toplam çözücü	**240**
Durulama seyreltici zemin kat	61
Durulama seyreltici baz kat	9
Durulama seyreltici vernik	41
Toplam durulama seyrelticisi	**111**
Kullanılan toplam solvent	**351**
([1]) Orta katı boya kullanıldığında kullanılan solventin %20 oranında artabileceği bildirilmiştir. Tam bir solvent bazlı sistem uygulandıysa, solvent tüketimi 550 t/yıl olacaktır. *Kaynak*: [38, TWG 2004]	

Ticari araçlar için kamyon kabin tavanlarının ve diğer plastik parçaların kaplanması

Almanya'daki bir kaplama atölyesi aşağıdaki verileri bildirmiştir [119, May ve arkadaşları 2006]:

- yılda yaklaşık 30 000 kamyon kabini tavanının ve komple plastik parça setlerinin kaplanması;
- çatı başına 6 m^2 ile 11 m^2 arasındaki yüzey alanı (yalnızca dış taraf);
- substrat çoğunlukla elyaf takviyeli SMC (levha kalıplama bileşiği) polyester.
- Kullanılan tekniklerin kombinasyonu:
- ağırlıklı olarak astar astarlı ve tek renkli sonkatlı iki katmanlı kaplama sistemleri;
- Kaplama malzemelerinin robotlara monte edilmiş yüksek devirli çanlarla atomizasyonu, havanın şekillendirilmesiyle desteklenir, ancak elektrostatik yüklenme olmadan;
- Son kat sonrası kurutma fırını, solvent bazlı astar ve sonkat için ıslak üstüne ıslak işlem.

Konvansiyonel orta-katı sistemi kullanıldığında, solvent tüketimi yaklaşık 400 t/yıl ve boya katılarının tüketimi (2005'te) 253 t/yıl olarak gerçekleşmiştir.

Spesifik teknolojik gereksinimler nedeniyle (örneğin, alt tabaka kusurlarının kapatılması, müşteri spesifikasyonunda, ıslak-ıslak süreç), plastik iş parçaları için iş kaplayıcı, solvent bazlı kaplama malzemelerinin kullanımının sürdürülmesi tercih edilmektedir. Kamyonlar ve ticari araçlar alanında, nesnelerin %95'inden fazlası, temel kat/vernik yerine tek katmanlı son katlarla kaplanmıştır. Renk aralığı, eşleşen filo renk şemaları nedeniyle tipik olarak 600'ün üzerindedir. Bu, robotlar için 5-7 m besleme hortumlarının temizlenmesi de dahil olmak üzere çok sayıda renk değişikliğine yol açar. Sonuç olarak, büyük miktarlarda temizleme sıvısı kullanılır (ve geri kazanılır).

Tablo 3.7: Geleneksel VOC malzemelerinin dökümü

Boya	Tüketim (kg/yıl)	VOCler (%)	VOCler (kg/yıl)	Uçucu olmayan maddeler (%)	Uçucu olmayan maddeler (kg/yıl)
Macun	1 000	8.5	85	91.5	915
zımpara astarı	3 900	29.5	1 150	70.5	2 750
Astar yüzey hazırlama maddesi	88 000	32.4	28 512	67.6	59 488
Üst kat	133 000	42.2	56 126	57.8	76 874
Elastik katkı maddesi	4 100	22.3	914	77.7	3 186
Baz kat	5 050	77.3	3 904	22.7	1 146
Vernik katı	10 400	54.0	5 616	46.0	4 784
Sertleştirici	66 300	54.5	36 134	45.5	30 166
Seyreltici	28 600	100	28 600	0	0
Özel ürünler	275	46.3	127	53.7	148
Çözücü temizleme	137 000	100	137 000	0	0
Yapı son kat	22 000	42.0	9 240	58.0	12 760
Pudra	2 000	0	0	100	2 000
Toplam	**501 625**		**307 408**		**194 217**
Kaynak: [119, May ve arkadaşları 2006]					

Düşük VOC emisyonları elde etme seçeneği, yüksek katı maddeli ve çok yüksek katı maddeli kaplama malzemesinin ve uyarlanmış temizleme sıvısının uygulamaya konulmasını içerir (bkz. Tablo 3.8). Bu seçenek, 0,29 kg VOC/kg boya katı madde emisyon değeri sağlamaktadır.

Düşük emisyonlu malzemeler şunları içerir:

- çok yüksek katı madde içeriğine sahip ıslak-üzer-ıslak astar yüzey;
- yüksek katı maddeli son katlar;
- düşük VOC temizleme sıvısı (%70 organik maddeler, VOC olarak sınıflandırılmamış);
- ek düşük emisyonlu ürünler (bkz. Tablo 3.8).

Tablo 3.8: Düşük VOC emisyonları elde etmek için gerekli düşük VOC malzemelerinin dökümü

Kaplama malzemesi	Consumption (kg)	Solvent content (%)	Solvent content (kg)	Solid content (%)	Solid content (kg)
Macun	600	8.5	51	91.5	549
Islak-ıslak astar	98 985	15	15 343	84.5	83 642
zımpara astarı	4 260	29.5	1 257	70.5	3 003
Astar yüzeyi hazırlama maddesi	140	56.7	79	43.3	61
Üst kat	150 955	28.4	42 871	71.6	108 084
Sertleştirici	49 507	25	12 376	75	37 130
Katkı maddesi	624	22.3	139	77.7	485
Vernik katı	11 027	37	4 080	63	6 947
Baz kat	5 226	9.5	496	23.7	1 239
Seyreltici	27 618	100	27 618	0	0
Yapılandırılmış kat	17 022	8	27 618	54	9 192
Sertleştirici	2 635	5	133	95	2 505
Özel ürünler	255	46.3	118	53.7	137
Temizleme sıvısı	106 311	30	31 893	0	0
Toplam	475 165		137 815		252 974
Geri kazanım	197 185	33	65 071		
Toplam VOC emisyonu			72 744		
Kaynak: [119, May ve arkadaşları 2006]					

3.3.1.1.3. Diğer metal yüzeylerin kaplanması (OMS)

[155, TWG 2016]

Diğer metal yüzeylerin kaplanmasıyla (OMS) ilgili olarak tesisatlardan bildirilen veriler, kaplanmış yüzeyin m^2'si başına 0,01 kg ile 0,5 kg arasında belirli bir solvent tüketim aralığını göstermektedir.

3.3.1.1.4. Tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanması (ACE)

[155, TWG 2016]

Yalnızca bir tesisata ait veriler gönderilmiştir. Proses aşamalarının temel özellikleri Tablo 3.9'da sunulmuştur.

Tablo 3.9: Bir ACE kaplama tesisi için proses aşamalarının ana özellikleri

Aşama	Ön işlem	1. Katman	2. Katman	3. Katman	Boşluk koruma
Proses	Temizleme, yağdan arındırma	Astar kaplama	Gloss	Yağlama yağı ve pas önleyici	Boşluk koruma
Malzeme (VOC içeriği)	Sulu deterjan emülsiyonu	SB (305 g/l)	SB (425 g/l)	NI	Solventlerle balmumu kaplama
Uygulama yöntemi	Yüksek basınçlı sprey temizleyici, otomatik	Temiz oda koşullarında kapalı kabinlerde sprey uygulaması	Temiz oda koşullarında kapalı kabinlerde sprey uygulaması	NI	NI
Boya besleme	NA	Pigleme veya yıkama tekniği olmaksızın merkezi karıştırma odasından beslenen devridaim hatları	Pigleme veya yıkama tekniği olmaksızın merkezi karıştırma odasından beslenen devridaim hatları	NI	NI
Renk değişimi, sistemin arıtılması	NA	Toplu boyama/renk gruplama	NI	NI	NI
Kurutucu türü	konveksiyon kurutma	konveksiyon kurutma	NI	NI	NI

NOT:
NI: Bilgi verilmemiştir. NA:
Uygulaması yok.
Kaynak: [155, TWG 2016] belgesinde yer alan 73 sayılı tesis

3.3.1.2. Enerji tüketimi

Bildirilen veriler, spesifik enerji tüketim değerlerinin 7 kWs/m2 ile 35 kWs/m2 kaplanmış alt tabaka yüzeyi arasında değiştiğini göstermektedir. Spesifik enerji tüketimi, işlemin türüne, alt tabakaya ve işlemin belirli yönlerine bağlıdır. Toplam enerji tüketimi ile ilgili olarak çıkış gazı ısıl işleminde tüketilen enerjinin önemli payı göz önüne alındığında, enerjik olarak verimli tekniklerin enerji tüketimi üzerinde büyük bir pozitif etkiye sahip olduğunu belirtmekte fayda var. Örnek olarak, bir referans kurulumda, termal oksidasyonun rejeneratif ısıl oksitleyici (RTO) ile değiştirilmesi, toplam enerji tüketiminde %66'lık bir azalma ile sonuçlanmıştır. ([155, TWG 2016] belgesinde yer alan 80 sayılı tesis).

3.3.1.3. Su tüketimi

[155, TWG 2016]

Plastik yüzeylerin kaplanmasıyla ilgili olarak tesisatlardan bildirilen değerler, spesifik su tüketiminin 5 l/m^2 ile 30 l/m^2 kaplanmış yüzey arasında değiştiğini göstermektedir.
Tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanması için, rapor edilen spesifik su tüketim değeri, ton ürün başına 0,26 m^3'tür.

3.3.2. Emisyonlar

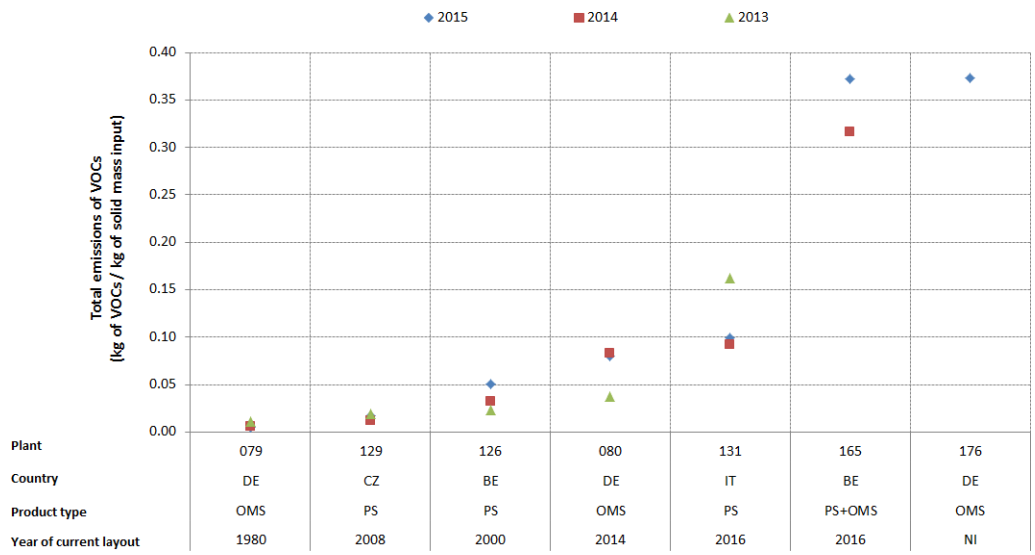
[155, TWG 2016]

3.3.2.1. VOC'lerin toplam ve kaçak emisyonları

Bu endüstri grubu, aşağıdakiler açısından önemli farklılıklar içeren geniş bir faaliyet yelpazesini kapsamaktadır:

- Uygulanan proseslerin türü;
- Uygulanan boru çıkışı teknikleri;
- ürünler;
- üretim hacmi.

Katı kütle girişinin (kg VOC/kg katı) kg'ı başına yayılan kg VOC olarak ifade edilen VOC emisyon değerleri Şekil 3.3'te sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 3.3: 2013-2015 dönemi için kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

Yukarıda sunulan tesisler için uygulanan malzeme ve işlemlere ilişkin bağlamsal bilgiler Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10: Tesisatlarda plastik ve diğer metal yüzeylerin kaplanması için uygulanan kaplama malzemeleri ve tekniklerine ilişkin bilgiler

Tesis No	Kaplama malzemeleri (VOC içeriği)	Tiner/temizlik malzemeleri (VOC içeriği)	Uygulama ve kapalı mahfaza	Renk değişimi
079	SB (33-73 %)	SB (100 %)	Kapalı kaplama kabininde sprey uygulaması	Toplu boyama/renk gruplama
126	Astar: SB (%80) Temel kat: SB (%75) Vernik katı: SB %55)	Astar: SF Temel kat: SF Vernik katı: SF	Astar: HRB Temel kat: HRB Vernik katı: HRB	Birinci nesil renk değiştiriciler – yüksek boya kaybı
132	Astar: SB (%80) Temel kat: SB (%75) Vernik: SB (%55)	Astar: SF Temel kat: SF Vernik katı: SF	Astar: HRB Temel kat: HRB Vernik katı: HRB	Birinci nesil renk değiştiriciler – yüksek boya kaybı
129	Astar: SB-WB Baz kat: WB Vernik katı: SB	NI	NI	NI
165*	Astar: SB (%40) Baz kat: SB (%40) Vernik katı: SB (%60)	Astar: SB (%90) Temel kat: SB (%90) Verik katı: SB (%90)	Özel havalandırmalı kapalı kabinler	NI
080	SB (%72)	Tiner gereli değildir	Havasız uygulama, boya kabı doğrudan doğruya robota bağlı, kapalı kabin	NI
176**	SB	NI	Pnömatik atomizasyon Emme tertibatıyla donatılmış kapalı kabinler	NI

* Bir kurutucu (üçte biri) azaltma sistemine bağlı değil. Tesis Azaltma Planını (RS) uygulamaktadır.
** Bildirilen emisyonlar, CHP birimlerinden kaynaklanan metan emisyonlarını içermektedir.
NOT:
SB: Solvent-bazlı; SF: Solventsiz; WB: Su-bazlı; HRB: Yüksek devirli çanlar.
NI: Bilgi verilmemiştir
Kaynak: [155, TWG 2016]

Solvent girdisinin yüzdesi olarak VOC'lerin kaçak emisyonlarının bildirilen değerleri Şekil 3.4'te sunulmaktadır.



NOT: 176 No.lu tesis ait F değeri, CHP santralinin elektrik üretiminden kaynaklanan metan emisyonlarını içermektedir.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 3.4: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen VOC'lerin kaçak emisyonları

Solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam ve kaçak VOC emisyonları için bildirilen değerlerin karşılaştırılması, çoğu durumda %90 ila %99 oranında katkılarla birlikte, kaçak emisyonların genel emisyon modelindeki baskın rolünü göstermektedir. Bu durum, kaçak emisyonları kontrol etmenin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Aşağıdakiler, başlıca kaçak emisyon kaynakları olarak tanımlanmıştır:

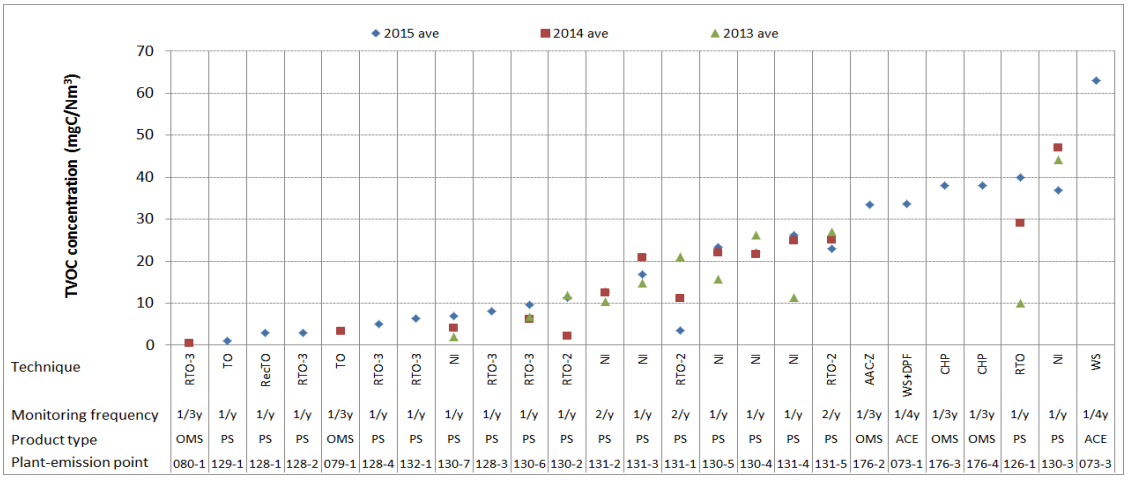
- boya depolama;
- boya hazırlama - karıştırma alanı (farklı boyaların karıştırıldığı ve katkı maddeleri ve incelticilerin ilave edildiği alan), genellikle vakum sisteminin yokluğunda yapılan boya örneklemesi dahil;
- kaplama işlemleri;
- kurutma işlemleri.

Kaçak emisyonların en aza indirilmesi için aşağıdaki ana teknikler tanımlanmıştır:

- Tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde depolanması ve taşınması ve plansız salınımları önlemek için önlemler.
- Hava tahliyeli kapalı uygulama bölgeleri.
- Çıkarılan havanın ısıl işleme tabi tutulması.
- Kurutma işlemlerinden hava ekstraksiyonu. Kurutma fırınları, kaçak emisyonları önlemek için atmosfer altı basınçla çalıştırılır. Çıkarılan hava arıtılır.

3.3.2.2. Atık gazlardaki TVOC emisyonları

Atık gazlardaki VOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi kapsamında bildirilen değerler Şekil 3.5'te sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]]

Şekil 3.5: Atık gazlardaki TVOC emisyonlarının (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerleri

Plastik yüzeylerin, diğer metal yüzeylerin ve ACE'nin kaplanması için tesislerden çıkan atık gazlardaki TVOC emisyonları için sunulan verilerin temel istatistiksel parametreleri Tablo 3.11'de sunulmaktadır.

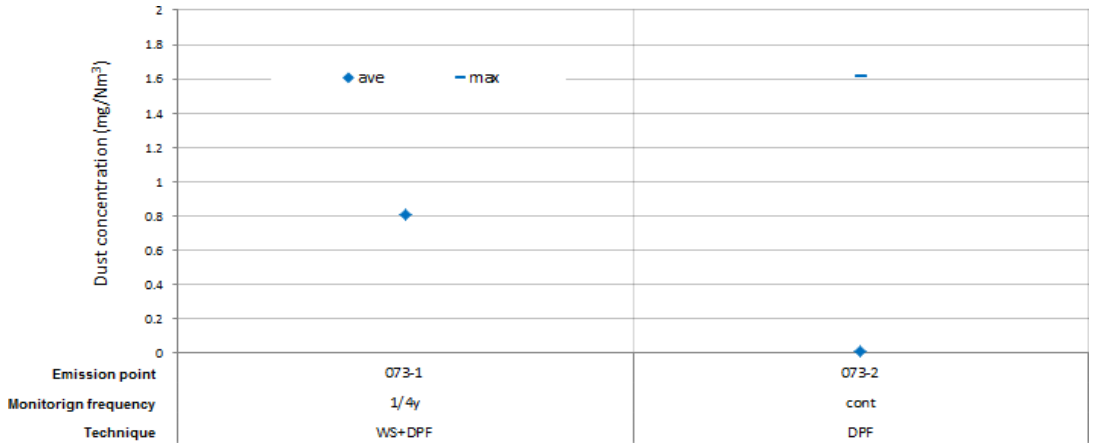
Tablo 3.11: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi kapsamında bildirilen verilerin istatistiksel parametreleri

Uygulanan teknik	2015				2014				2013			
	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.
		mg C/Nm^3				mg C/Nm^3				mg C/Nm^3		
AAC-Z	1	34	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TO	1	1	NA	NA	1	3.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RecTO	1	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RTO-2	1	11.3	NA	NA	1	2.2	NA	NA	1	12	NA	NA
RTO-3	5	6.4	9.6	3	2	3.3	6.2	0.4	1	6.8	NA	NA
RTO	3	22.1	40	3.5	3	21.7	29	11.1	3	19.3	27	10
CHP	2	38	38	38	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
WS	1	63	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
WS+DPF	1	34	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NOT
NA: Uygulaması yok /mevcut değil.
Kaynak: [155, TWG 2016]

3.3.2.3. Atık gazlardaki toz emisyonları

Toz azaltma teknikleriyle ilgili toz emisyon verileri yalnızca bir tesisat için rapor edilmiştir (iki izleme noktası). Atık gazlardaki toz emisyonlarının izlenmesi için rapor edilen değerler Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 3.6: Atık gazlardaki toz emisyonları (2015 verileri)

Raporlama yapan tesislerin çoğu için toz azaltma birinci öncelik değildir. Bununla birlikte, toz azaltma tekniklerinin (ör: kuru partikül filtresi, ıslak yıkayıcı) kullanılması, düşük toz emisyon değerleri ile sonuçlanmaktadır.

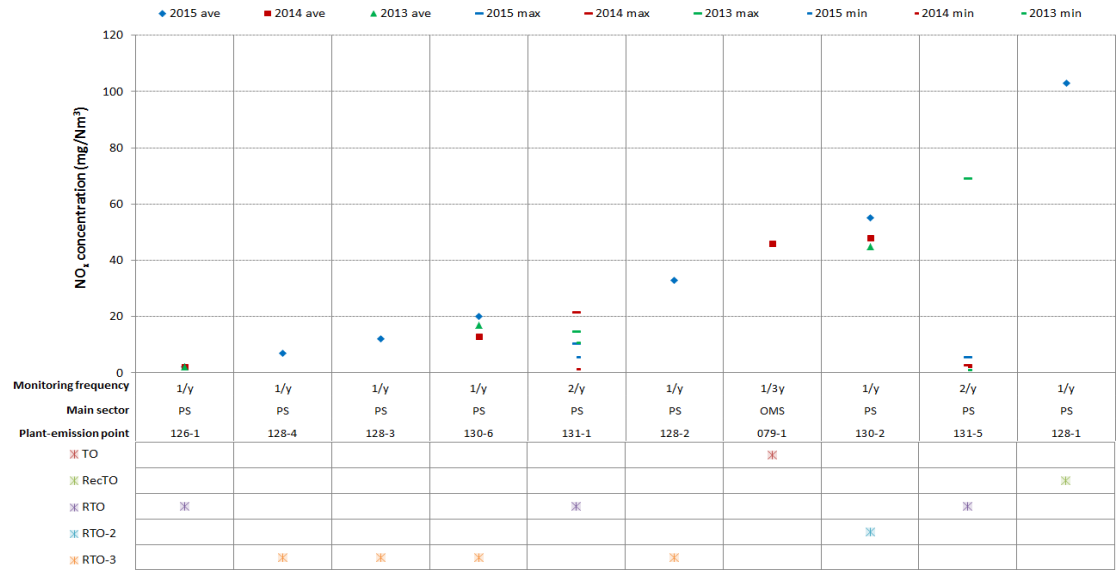
3.3.2.4. Atık gazlardaki NO_X ve CO emisyonları

Azot oksitler (NOX) ve karbon monoksit (CO) emisyonları, çıkış gazlarının termal oksidasyonundan kaynaklanır. Bildirilen değerler aşağıdaki şekillerde sunulmuştur.

Azot oksitler

Çoğu durumda yıllık izleme sıklığı ile atık gazlardaki NOX emisyonları için 10 izleme noktası (beş tesisten) için veri rapor edilmiştir. Bildirilen değerlerin tümü 105 mg/Nm^3'ten düşüktür.

Atık gazlardaki NO_X emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için rapor edilen değerler Şekil 3.7'de gösterilmektedir.



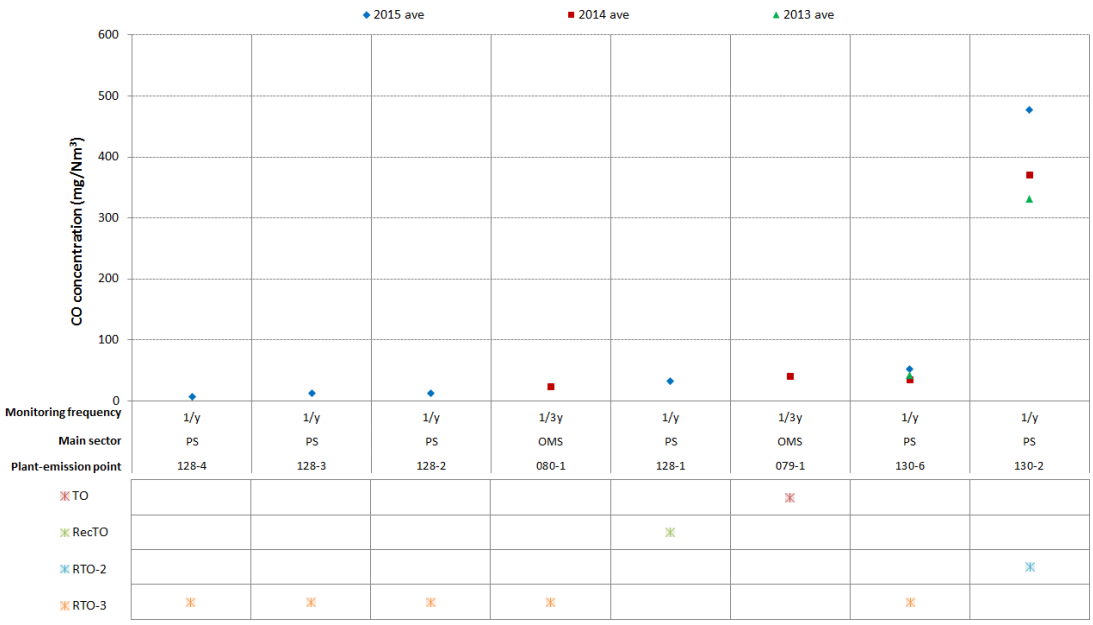
Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 3.7: 2013-2015 döneminde atık gazlardaki NOX emisyonları

Karbonmonoksit

Atık gazlardaki CO emisyonları için sekiz izleme noktasına (dört fabrikadan) ilişkin veriler bildirilmiştir. İzleme sıklığı yılda bir ile üç yılda bir arasında değişmektedir. Biri hariç tüm emisyon noktaları için değerler 45 mg/Nm^3'ten düşüktür.

Atık gazlardaki CO emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi kapsamında rapor edilen değerler Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 3.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları

3.3.2.5. Trenlerin kaplamasından havaya salınan emisyonlar

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004]

Sadece aşırı püskürtme ve püskürtmeden kaynaklanan toz birikmesi söz konusudur. 3 mg/m^3'ün altındaki emisyon değerlerine ulaşılmaktadır. Kaplama işlemlerinden kaynaklanan VOC'ler, kanallı veya kaçak emisyonlar olarak havaya yayılmaktadır. Bazı tesislerde, kurutuculardan çıkan gazların arıtılması için halihazırda ısıl oksidasyon üniteleri kullanılmaktadır. 50 mg/m^3'ün altındaki emisyon değerlerine ulaşılmaktadır.

Ancak boya kabinleri son derece büyük olduğundan ve egzoz hava hacimleri 200.000 m^3/s civarında olduğundan kuru filtreleme sistemleri tercih edilmektedir.

Gaz çıkışı olmayan standart, solvent bazlı bir boya sisteminde ise yaklaşık 326 g VOC/m^2 yayılmaktadır. Denetlenen tesise (Deutsche Bahn) ait 187.6 tonluk toplam solvent girdisinden 134,08 tonu salınmıştır ve 53,52 ton atık olarak bertaraf edilmiştir (ısıl yakma ünitesi kurulu değildir).

Aşağıdaki önlemlerin uygulanmasıyla < 110 g VOC/m^2 emisyon değerlerine ulaşılmıştır:

- Malzemeye özel teknikler:
  - Su bazlı zemin kat, astar ve son kat uygulaması.
  - Sadece iki katmanlı lake cilalar için, geleneksel bir vernik uygulaması.
  - Kalın tabaka malzemeleriyle birlikte su bazlı astarlar ve gövde altı koruması.
  - Su bazlı astarlar ve dolgular.
  - Asgari bıçaklı dolgu maddesi kullanımı ve düşük stiren içerikli dolgu maddesi kullanımı.
  - Demiryolu araçlarının yeni inşası için önceden kaplanmış (bobin kaplı) malzemelerin işlenmesi. Bu teknik, tren kaplama tesisinin emisyonlarını en aza indirir, ancak bobin kaplama tesisinde emisyonlar meydana gelir.

- Proses-spesifik teknikler:

- Boyalı yüzeylerin azaltılması, örneğin dekoratif tasarımlar için yapışkan folyoların kullanılması veya grafiti koruması.
- Verimli uygulama cihazları: HVLP, havasız ve hava destekli havasız püskürtme.
- Solvent içeren boya atıklarının ve boya çamurunun damıtılması yoluyla temizlik maddelerinin geri dönüştürülmesi.
- Suyun daha uzun hizmet ömrü için ıslak yağış için otomatik pıhtılaştırıcı tedarikinin kullanılması.

3.3.2.6. Trenlerin kaplamasından kaynaklanan su emisyonları

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004]

Atık su, aşırı püskürtmenin ıslak olarak çökelmesi ve uygulama cihazlarının temizlenmesi işlemlerinin ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Daha detaylı veri belirlenememiştir.

3.3.2.7. ACE kaplamasından kaynaklanan su emisyonları

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [78, TWG 2005] [41, ISACOAT 2004]

İş parçalarının ön arıtımı için kullanılan durulama tankları atık su üretir. Bir tesisatta günde yaklaşık 18-20 m^3 atık su oluşmaktadır. Bu miktar, kademeli tekniğin uygulanmasıyla yarıya indirilebilir. Ultrafiltrasyon ünitesi sayesinde daldırma kaplama tesisatı atık su üretmez.

3.3.2.8. Atık oluşumu

[155, TWG 2016]

Aşağıdaki tablo, plastik yüzeylerin, diğer metal yüzeylerin (OMS) ve tarım ve inşaat ekipmanlarının (ACE) kaplanmasında üretilen ana atık türleri hakkında bildirilen verileri özet halinde sunmaktadır

Tablo 3.12: Atık üretimi verileri

Atık türü	Kaynağı	Miktar aralığı (t/yıl)	Solvent içeriği (%)	Bertaraf noktası
Boya çamuru	Üretim prosesleri	50-400	0-2	Saha dışına nakledilir
Fosfat çamuru	Üretim prosesleri	NI	NI	Saha dışına nakledilir
Kaplama kaldırma işlemlerinden kaynaklanan atıklar	Üretim prosesleri	3-4	2	Saha dışına nakledilir
Su çamuru	Atıksu (ön)arıtma	50-80	1-2	Saha dışına nakledilir
Atık boya ve vernik	Üretim prosesleri	80-120	2	Saha dışına nakledilir ya da harici kurumlara satılır
Atık çözücüler	Temizlik prosesleri	50-170	5-95	Saha dışına nakledilir
Toz içeren çamur	Havaya salınan emisyonların azaltılması	35-80	1	Saha dışına nakledilir
Kullanılmış boya kapları	Üretim prosesleri	100-160	1	Saha dışına nakledilir
Diğer kontamine ambalajlar	Üretim prosesleri	5-6	1	Saha dışına nakledilir
Kirlenmiş emiciler	Temizlik prosesleri	1.5-3	2	Saha dışına nakledilir
Damıtıcıdan gelen katı atık	Damıtma	1.5	38-75	Saha dışına nakledilir
Damıtıcıdan gelen sıvı atık	Damıtma	< 1	75	Saha dışına nakledilir
Boya filtreleri	Üretim prosesleri	1-2	15	Saha dışına nakledilir
Boya kalıntıları	Üretim prosesleri	60-80	40-50	Saha dışına nakledilir

NOT: NI: Bilgi verilmemiştir.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Atık oluşumunun en aza indirilmesi için tanımlanmış olan ana teknikler şunlardır:

- yeniden kullanılabilir kapların kullanımı;
- kullanılmış solventlerin damıtılması;
- Atık su çamurunun arıtılması ve atık su hacminin azaltılması için filtre presi;
- Proseste daha az renk değişimiyle daha düşük solvent ve temizlik malzemesi tüketimi sağlanması.

3.4. MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

Bölüm 17'de, plastik ve metal yüzeylerin seri boyanmasına da uygulanabilecek teknikler değerlendirilmiştir. Tablo 3.13'te, Bölüm 17'de açıklanan plastik ve metal yüzeylerin seri bir biçimde boyanmasıyla ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmamaktadır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Boyaların endüstriyel uygulaması için EGTEI arka plan belgesi (bkz. Ek 21.3.1), VOC emisyonlarını azaltmak için bazı tekniklerin Avrupa düzeyindeki maliyet ve faydaları hakkında bazı veriler sunmaktadır. Ancak, EGTEI yaklaşımı zorunlu olarak karmaşıklığı sınırlamak zorundadır ve çapraz ortam etkileri gibi diğer MET faktörleri veya münferit tesisatların veya ürünlerin teknik özellikleri dikkate alınmadan yalnızca temel teknikler sunulmaktadır [92, EGTEI 2005].

Tablo 3.13: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizlik teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve arıtma	17.10
Atık su arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

3.4.1. Hammadde tüketiminin en aza indirilmesi

Tanımı

Kaynak verimliliğini artırmak ve boyama sürecinde oluşan atık miktarını azaltmak için bazı teknikler şunlardır:

- Otomasyon dahil boyama işleminin optimizasyonu (bkz. Bölüm 17.7.3 ve 17.6.2), (bkz. Bölüm 17.2.5);
- boya çamurunun susuzlaştırılması (bkz. Bölüm 17.12.4.1);
- boya çamurunun veya su emülsiyonunun geri dönüştürülmesi.

Elde edilen çevresel faydalar
Proses dolayısıyla oluşan atık miktarının (ör: aşırı boya püskürtme) azaltılması.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Bu teknikler genellikle tamponların kaplanmasında uygulanmaktadır.

Örnek tesisler
Volkswagen, Wolfsburg, Almanya.

Referans literatür
[56, ACEA 2005]

3.4.1.1. Toplu boyama/renk gruplama

Konuyla ilgili genel bir açıklama Bölüm 17.6.2.1'de verilmişti. Bu teknik genellikle tamponların kaplanmasında uygulanmaktadır.

Renk bloğu oluşturma, kaplama malzemesi ve durulama seyrelticilerinin tüketimini azaltabilir. Ayrıca durulama tineri yakalanıp yeniden kullanılabilir. Böylece, %90'lık bir yeniden yakalama oranı için yılda yaklaşık 66 ton durulama seyrelticisinden tasarruf edilebilir.
[5, DFIU ve arkadaşları 2002]

3.4.2. Malzeme-bazlı teknikler (ikame)

3.4.2.1. Su-bazlı boyalar

Tanımı

Konuyla ilgili genel bir açıklama Bölüm 17.7.2.2'de verilmiştir. Zemin kat, baz kat ve bazen de vernik için su bazlı kaplama sistemleri uygulanabilir. Aşağıdaki su bazlı boya sistemleri yaygın olarak uygulanmaktadır:

- tek bileşenli akrilat dispersiyonu: ağırlıkça %5 organik solvent;
- iki bileşenli PUR sistemi: ağırlıkça %10-15 organik solvent;
- iki bileşenli epoksi reçine: ağırlıkça %5 organik solvent.

Elde edilen çevresel faydalar
Kullanılan solvent miktarı, su bazlı zemin kaplamaların kullanılmasıyla %48'e kadar azaltılabilir ve sonuç olarak tamponların kaplanması durumunda solvent emisyonları da buna bağlı olarak azaltılabilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Araç bileşeni yan sanayinde, su bazlı boyalar, örneğin tamponlar ve jant kapakları üzerinde dolgu ve taban kat olarak halihazırda kullanılmaktadır. Su bazlı boyalar, plastiğin fiziksel özellikleri üzerinde mekanik kısıtlamalara yol açabilir. Televizyon, ses sistemleri ve bilgisayar kasalarının boyanmasında su bazlı kaplamaların seri kullanımı yaygın olarak uygulanmaktadır.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 129 ve 131 sayılı tesisler.

Referans literatür
[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [119, May ve arkadaşları 2006] [155, TWG 2016]

3.4.2.2. Yüksek katı madde içerikli boyalar

Tanımı
Bununla ilgili genel bir açıklama Bölüm 17.7.2.1'de verilmiştir.

3.4.2.3. Toz boya – geleneksel yöntemlerle kurutulmuş

Tanımı

Bkz. Bölüm 17.7.2.6. Geleneksel konveksiyon kurutmalı toz boyalar, elektriksel iletkenlik eksikliği ve plastiklerin sıcaklık duyarlılığı nedeniyle geniş çapta uygulanmamaktadır. Araba radyatörleri için metal ve plastik kompozit parçalar gibi küçük parçaların kaplanmasında sadece küçük partiler halinde uygulanırlar.

Çevresel performans ve işletim verileri
Isıl kürlemeye dayalı olarak düşük sıcaklıkta uygulanan toz boyalardaki gelişmeler umut verici görünmektedir.

Referans literatür
[5, DFIU ve arkadaşları 2002]

3.4.2.4. Radyasyonla kürlenmiş boyalar

Tanımı
Bkz. Bölüm 17.7.2.3. UV ile kürlenen kaplamalar, vernik kaplamalara uygulanır, örn. jant kapaklarında bulunur ve ağırlıkça %10 organik solvent içerir. İlerici bir teknik, reflektörler üzerine kaplama sırasında UV ile kürlenen kaplamaların otomatik olarak uygulanmasıdır; kaplama sistemi ağırlıkça yaklaşık %5-10 organik çözücü içerir. UV ile kürlenen tozun bir başka endüstriyel uygulaması, PVC yer karolarının kaplanması içindir.

Elde edilen çevresel faydalar

Su bazlı ve solvent içermeyen radyasyonla kürlenmiş boyalar VOC emisyonu oluşturmaz.

Çevresel performans ve işletim verileri

UV ile kürlenen boyalar, fırçalama, haddeleme, döküm, püskürtme ve vakumla kaplama gibi birkaç farklı teknikle uygulanabilir.

Çapraz ortam etkileri

Yok

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu boyalar tüm boya katmanları için uygulanabilir.

Örnek Tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 128A numaralı tesis.

Referans literatür
[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [155, TWG 2016]

3.4.2.5. Florlamadan sonra tek katmanlı kaplama

Tanımı
Plastik yüzeyin ön işlemi flor hazırlığı kullanılarak yapılırsa, bu teknik zaten iş parçasının geometrisinden bağımsız olarak homojen bir yüzey oluşturduğundan dolgu tabakası kısmen gerekli değildir.

Florlamanın bir başka avantajı, florlanmış parçaların daha sonra bir sonraki boyama işlemi için tedarik edilmeden önce uzun süre saklanabilmesidir.

Elde edilen çevresel faydalar
VOC emisyonlarında ve kaplama malzemelerinde azalma.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002]

3.4.3. Boya/kaplama uygulama teknikleri ve ekipmanları

- Ön işlem (kaplama öncesi) teknikleri Bölüm 17.7.1'de değerlendirilmiştir.
- Boya/kaplama uygulama teknikleri Bölüm 17.7.3'te değerlendirilmiştir.
- Metal substrat için elektro kaplama, Bölüm 17.7.3.6'da değerlendirilmiştir.
- Hammadde tüketimini en aza indirmeye yönelik teknikler 17.2.4'te değerlendirilmiştir.
- Ekipmanın otomasyonu Bölüm 17.2.5'te değerlendirilmiştir.

3.4.4. Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması

Çıkış gazlarının çıkarılması ve kaçak emisyonların en aza indirilmesine yönelik teknikler Bölüm 17.10.2'de değerlendirilmektedir.

Çıkış gazlarındaki (ön arıtma aşaması olarak) solventlerin harici konsantrasyonunun genel bir açıklaması Bölüm 17.10.3.3'te verilmiştir. Belirlenen uygulanan teknikler, VOC piklerinin ortadan kaldırılması (bkz. Bölüm 17.10.3.3.1) ve aktif karbon veya zeolitlere adsorpsiyon (bkz. Bölüm 17.10.3.3) için moleküler elek tampon tekniğidir. Ayrıca bkz. Bölüm 3.4.4.1.

Çıkış gazlarındaki solventlerin dahili konsantrasyonu hakkında bilgi Bölüm 17.10.3.2'de verilmiştir. Ayrıca bkz. Bölüm 3.4.4.1.

Aşağıdaki gazdan arındırma teknikleri yaygın olarak uygulanmaktadır:

- oksidasyon: reküperatif ve rejeneratif oksidasyon, bkz. Bölüm 17.10.5.3 & 17.10.5.4;
- Atık gazların bir yakma ünitesine (CHP tesisleri dahil) gönderilmesi, bkz. Bölüm 17.10.5.1;
- aktif karbon veya zeolitler kullanılarak adsorpsiyon, bkz. Bölüm 17.10.6.2;
- Uygun bir sıvı kullanarak emme (ıslak fırçalama), bkz. Bölüm 17.10.4.2 ve 17.10.6.3;
- kuru fırçalama, bkz. Bölüm 17.10.4.4;

3.4.4.1. Boyama kabinlerinden çıkan atık gazların konsantrasyonu ve devridaimi

Teknik tanımlama

Bazı plastik parça imalatçıları, solvent bazlı kaplama malzemelerinin kullanımına devam etmeyi tercih etmektedir. Bunun nedeni, özel teknik gereksinimlerdir (örneğin plastik alt tabakaların özellikleri, müşteri spesifikasyonları, kullanımdaki esneklik, yaş üzerine yaş prosesleri kullanma yeteneği).

Düşük solvent emisyonlarının elde edilmesine yardımcı olmak için, plastik kaplama endüstrisi, dönen adsorplayıcılar aracılığıyla atık gaz akımlarını harici olarak yoğunlaştırmaktadır (bkz. Bölüm 17.10.3.3). Ayrıca, boyanın otomatik olarak uygulandığı sprey kabinlerinde dahili sirkülasyon (bkz. Bölüm 17.10.3.2) kullanırlar.

Bir püskürtme kabininin atık havası (tipik olarak 40 000–80 000 m3/saat), optik yüzeyden kaçınmak için 0,1 mg/m^3'ün altında partikül konsantrasyonlarına ulaşan yoğun filtrasyondan (tipik olarak bir venturi ıslak yıkayıcı artı ek bir filtreleme adımı) parçalardaki kusurlar giderildikten sonra yeniden sirküle edilir. Islak yıkayıcıdan sonra egzozun yeniden ısıtılmasıyla, sabit iklim koşulları (yaklaşık %70 bağıl nem) elde edilebilir. Hava hacimlerinin %90-95 oranında devridaim edilmesiyle, püskürtme kabinlerindeki solvent konsantrasyonu 10 veya 20 katına çıkar (tipik olarak 250 mg/m^3 ila 2.5 g/m^3). Solvent konsantrasyonu daha sonra güvenlik nedenleriyle (alt patlama sınırlarının yeterince altında kalmak için) ve teknik nedenlerle (çözücülerin iş parçalarından buharlaşması üzerindeki etki) kontrol

edilmelidir. Hava hacimlerinin %5 ila %10'u arasında azaltma işlemine gönderilir. Düşük hava hacmi ve yüksek solvent konsantrasyonu, termal oksidasyon için iyi ön koşullardır.

Elde edilen çevresel faydalar
Çıkış gazlarının ısıl işlemi için VOC emisyonlarının azaltılması ve enerji tüketiminin azaltılması.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Arttırılmış solvent konsantrasyonuna sahip hava akışlarının devridaimi, yalnızca uygulamanın otomatik cihazlarla yapıldığı püskürtme kabinlerinin (küçük giriş ve çıkış açıklıkları) etkin bir şekilde kapatılmasına izin veren kurulumlar ve iç boşluk hacmi olmayan imalat parçaları için uygundur.

Ekonomik boyut
Daha düşük hacimler ve ototermal koşullara ulaşabilen daha yüksek VOC konsantrasyonu nedeniyle daha düşük ısıl işlem maliyeti.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Bkz. yukarıdaki “Ekonomik boyut” başlığı.

Örnek tesisler

Volkswagen, Wolfsburg, Almanya.

[155, TWG 2016] belgesinde anılan 176 sayılı tesis; bu tesiste adsorpsiyon çarkından önce tepe noktalarının yumuşatılması için bir moleküler elek kullanılmakta olup bu daha sonra CHP ünitesindeki sonraki arıtma için VOC konsantrasyonunu arttırmaktadır.

Referans literatür
[119, May ve arkadaşları 2006] [155, TWG 2016]

3.4.5. Su yönetimi

Tanımı
Bkz. Bölüm 17.4. Göz önünde bulundurulması gereken tekniklerden biri, boya çamuru oluşumunu en aza indirerek su tüketimini ve atık deşarjlarını azaltmak için tankların püskürtme kabinlerinden boşaltılmasının en aza indirilmesidir. Boya transfer verimliliğini optimize etmek, su değiştirme ihtiyacını da azaltır.

Referans literatür
[56, ACEA 2005]

4. GEMİLERİN VE YATLARIN KAPLANMASI

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [202, SEA SMRC 2017]

4.1. Gemi ve yatların kaplanması hakkında genel bilgiler

Gemiler büyük ölçüde gemi yapım çeliğinden, yatlar ise gemi yapım çeliğinden ve alüminyumdan ve ayrıca FRP'den (elyaf takviyeli plastikler) yapılır. Bu malzemeler, korunmadıkları takdirde paslanır veya bozulur ve bu nedenle korozyon koruma sistemleri aracılığıyla korunmalıdır. Gemi inşası durumunda gerekli maliyetler, toplam inşaat maliyetlerinin yaklaşık %3-7'si kadardır. Korozyon koruması, geçiş sırasında gemi güvenliğini artırır, geminin değerini korur ve bakım maliyetlerini azaltır. Bir geminin farklı bölümleri, örn. gövde (su üstü ve altı), dış güverteler, ambar ve tanklar değişen derecelerde korozyona maruz kalır, bu nedenle farklı korozyon koruma sistemleri uygulanır. Kirlenme önleyicilerin uygulanmasıyla kirlenmenin önlenmesi de önemlidir. Yüzey alanlarında ve güvertelerde mekanik harekete karşı direnç ve çeşitli alanlardaki görsel kalite de kaplamaların spesifikasyonunda kilit faktörlerdir.

Gemilerin ve yatların kaplama gereksinimleri farklıdır. Ticari gemilerin kaplanması için yapışma, korozyona karşı koruma ve kirlenmenin önlenmesi temel hususlardır. Yatların kaplanmasında görünüm de önemli bir rol oynar; bu nedenle ticari gemilerin ve yatların kaplamaları ayrı ayrı açıklanmıştır. Farklı yapım, kaplama ve ön arıtma süreçleri nedeniyle, yeni gemilerin kaplaması ile onarım ve bakımı da ayrı ayrı ele alınmaktadır. Savaş gemilerinin kaplaması hakkında bilgi verilmemiştir.

2015 yılında Avrupa tersanelerinde değeri 33 milyar Avroyu aşan gemiler inşa edilmiş, bunların bakımları ve tamirleri yapılmıştır. Avrupa'da gemi inşa, bakım ve onarımına büyük ölçüde bağımlı olan denizcilik ekipmanı üreticileri, 47 milyar Avroluk bir ciroya daha katkıda bulunmaktadır. Avrupa genelindeki gemi onarım faaliyetleri, 2015 yılında toplam 3 milyar Avroluk bir ciroya ulaşmıştır. Bunların hepsi bir araya geldiğinde, 22.000'den fazla şirkette yaklaşık 450.000 kişinin doğrudan doğruya istihdamı sağlanmıştır.

AB'nin eğlence amaçlı gemi endüstrisi, 32.000 doğrudan ilgili şirket, 280.000 doğrudan çalışan ve 20 milyar Avronun üzerinde yıllık üretim cirosundan oluşmaktadır. 32.000 şirketin yaklaşık %90'ı KOBİ'lerden oluşmaktadır. Bu rakam, süperyatların, deniz motoru imalatçılarının, deniz ve yat ceket imalatçılarının ve uygulayıcılarının, yüksek teknoloji elektronik firmalarının ve ekipman imalatçılarının bakım ve onarımını içermektedir. Bununla birlikte, 2016 yılı için ortalama 48 metre uzunluğunda 424 siparişlik bir sipariş defterine sahip olan yeni süper yat sektörü bunlara dahil değildir.

4.2. Gemi ve yatların kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler

Kaplama sistemleri, bir veya daha fazla solvent bazlı, düşük solventli veya solventsiz kaplama katmanından oluşur. Bağlayıcı ajan bazları ağırlıklı olarak epoksi reçine (genellikle iki bileşenli), poliüretan, akrilatlar, polisiloksanlar ve alkidlerdir. Toplam katman kalınlığı, gemi iç alanları için 100 µm veya daha yüksek ve dış alanlar için 1 000 µm'ye kadardır. Genellikle rampalara ve çalışma alanlarına daha kalın bir özel üst kaplama tabakası uygulanır ve dolgular yaklaşık 2 500 µm'de uygulanabilir. Kaplama malzemeleri genellikle düşük solventli ve solventsiz ürünlerin işlenmesini sağlayan havasız püskürtme prosesleri ile uygulanır. Konvansiyonel sprey, rulolar ve fırçalar ile uygulama, yatların kaplanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır ve rulolar, yolcu gemilerinin teslimat öncesi kaplaması için kullanılmaktadır. Endüstrinin diğer bölümlerinde yaygın olarak kullanılmazlar (küçük alanlar hariç). Silindirler ve fırçalar onarım, bakım ve sözde şerit kaplama için kullanılır.

Gemilerin ve yatların yeni inşası, onarımı ve bakımı için hem yüzey hazırlığı hem de kaplamalar armatör şartnamelerine göre belirlenir. Bu şartnamelerde, gerekli korozyon ve fiziksel koruma, görünüm ve zehirli boya ile garanti gereklilikleri dikkate alınacaktır. Tamir ve bakım sahalarında, müşteri doğrudan tersane uygulaması için kaplamaları satın almaktadır.

4.2.1 Yeni konstrüksiyon

Gemilerin kaplanması esas olarak gemi inşası için korozyon koruması konusunda uzmanlaşmış müteahhitler tarafından gerçekleştirilir. Modern gemi yapımında sac metal bölümler veya blok aşamalar halinde yapılır. Bunlar, daha sonra bir inşaat rıhtımında veya kızakta birleştirilen büyük alt montajlardır (gemiler daha önce rıhtımda omurgadan yukarıya inşa edilmişti). Bunlar daha sonra spesifikasyonlara göre bir kaplama sistemi ile yüzey ön işleminden sonra kaplanır. Bölümlerin çoklu kaplaması açık havada, büyük gemi inşa salonlarında (genellikle kapalı bir kuru havuz veya kapalı kızak) veya özel donanımlı kumlama ve kaplama atölyelerinde gerçekleştirilir. Kaynak için kaplamasız kalan alanlar, stoklarda veya rıhtımda tamamlanan karina üzerinde tamamlanır. Daha küçük tersanelerde, gövde, stoklara veya rıhtıma monte edildikten sonra tamamen kaplanır.

Korozyon koruması, hazırlık derecelerine ilişkin standart şartnamelere göre birincil yüzey ön işlemi ile başlar. Geminin yapımında kullanılan tüm çelik levhalar ve kesitler, otomatik tesislerde patlatılarak değirmen tortusu, pas ve diğer yabancı maddelerden tamamen temizlenir. Bu, iyi bir kaplama yapışması sağlamak için çelik yüzeye belirli bir pürüzlülük elde edilmesini sağlar. Ardından, çeliği daha fazla kaplama uygulanana kadar koruyan ve çeliğin kaynaklanmasını sağlayan bir ön imalat astarı (solvent veya su bazlı) püskürtülür. Çelik levhalar ve kesitler genellikle tedarikçi tarafından ön imalat astarı ile işlenir. Birleştirilmiş çelik levha bölümlerinin veya tüm teknenin yüzey işlemi, kuru veya ıslak bir madde, elektrikli alet (döner tel fırça veya disk) veya açılı taşlama ile kısmi raspa olabilen ikincil yüzey hazırlığı ile gerçekleştirilir. Bu, kaynak dikişlerindeki korozyonu ve tüm yabancı maddeleri ortadan kaldırır ve yüzeyi pürüzlendirir. Gres, yağ veya tuz gibi tüm kirlilikler pas giderme ile giderilemediğinden, yağı ve gresi çıkarmak için solvent veya temizleyici veya tuzu çıkarmak için tatlı su ile temizleme gibi uygun temizleme yöntemlerinin dikkate alınması gerekir. Birkaç tersanede, bölümler özel patlatma ve kaplama atölyelerinde işlenir.

Kapalı alanlarda havalandırma sistemleri kullanılır ve bunlar toz ve VOC azaltma içerebilir. Patlatma irmikleri toplanabilir ve yeniden kullanım ve/veya geri dönüşüm için işlenebilir.

Yatların kaplaması, ya tersanedeki uzman bir ekip tarafından ya da yatlar için gerekli olan bitiş kalitesini sağlayabilen uzman taşeronlar tarafından gerçekleştirilir. Hem çelik hem de

alüminyum yatlar için su bazlı ön imalat astarları giderek daha fazla kullanılmaktadır. Süper yatlar için başvuru süreci ISO standartlarına göre yürütülmektedir.

4.2.2 Gemi onarımı ve gemi bakımı

Teknenin onarım ve bakımı (kaplama dahil), kuru havuzlama sırasında, kuru (beton) havuzlarda yüzer (çelik) rıhtımlarda gerçekleştirilir. Yüzeyin durumuna bağlı olarak, hasarlı alanlar yerel olarak temizlenir, hazırlanır ve yeniden kaplanır veya nadir durumlarda, kaplama yeniden kaplama için gövdeden tamamen çıkarılır. Muamele edilecek alanların temizliği kuru veya ıslak püskürtme veya yüksek basınçlı tatlı su jeti ile yapılabilir. Patlatma yapılacak alanların %50'den fazlası "nokta"dır; diğerleri daha geniş alanlardır ancak sıyırma işlemini neredeyse hiçbir zaman tamamlamazlar.

Her 2 ila 5 yılda bir gemi gövdesindeki zehirli boya, kaplama türüne ve geminin hizmet süresine bağlı olarak kuru havuzda yenilenir. Tüm gövde, havasız püskürtme ile uygulanan solvent bazlı zehirli boya ile kaplanmıştır. Aşırı püskürtme, yürürlükteki kontrol önlemlerine bağlı olarak kısmen çevreye yayılır.

Kaplamalar armatörler tarafından belirlenir. Büyük onarım sahaları, farklı tedarikçilerden belirtilen kaplamalarla dört veya daha fazla gemiyi aynı anda tedavi edebilir. Kaplamaların uygulanması, onarım ve bakım sahalarının cirosunun %15'ine kadar katkıda bulunmaktadır. Buna paralel olarak, gemi kaplama yapılırken tersane tarafından birçok ek iş de yapılır. Bu iş, kaplama için ek bir ciroya katkıda bulunmakla birlikte yalnızca geminin kaplamadan geçtiği tersanede yapılır. Bu şekilde, kaplamanın uygulanması, tek başına kaplamadan çok daha yüksek bir ciro yüzdesine dolaylı olarak katkıda bulunur.

4.2.3 Gemilerin kaplanması

Yeni inşa edilen inşaat ve bakım için kaplamaların hazırlanması ve uygulanması genellikle dış havaya açık alanlarda gerçekleştirilir.

Gövdenin korozyon koruması

Kaplama, geminin bakım ve yanaşma planına göre yapılır. Kaplama sistemleri, kirlenme önleyici kaplamanın ömrü ve gerekli korozyon koruması ve rengi dikkate alınarak gemi sahibi tarafından seçilir. Kaplanacak alanlar yağdan arındırılır, hazırlanır ve belirtilen kaplamalar (genellikle epoksi kaplamalar, poliüretanlar ve akrilikler) uygulanır. Bu genellikle havasız sprey ile yapılır. Kaplamalar, renk ve parlaklık gibi görsel gereksinimlerin yanı sıra mekanik ve aşındırıcı etkiye karşı direnci de karşılar. Kaplama malzemeleri genellikle 20 litrelik bidonlarda sağlanır, ancak büyük ölçekli uygulamalar için 1 000 litrelik yeniden kullanılabilir (IBC) kaplar kullanılabilir. Bununla birlikte, 15.000 GT'un üzerindeki gemilerin bakım ve onarım sahalarında, her bir müşteri kendi kaplamasını her bir kat için tam olarak ihtiyaç duyulan miktarda satın aldığından, yaygın olarak kullanılmazlar. Daha büyük kaplar, ek maliyetler ve bertaraf gerektiren kaplama artıkları yaratacaktır.

Bağ katı (gövde)

Korozyona karşı koruma kaplaması ile son zehirli boya kaplaması arasında bir bağlayıcı kaplama (bağlama maddesi) olarak solvent bazlı, bir veya iki bileşenli vinil reçine veya epoksi bağlayıcı kaplama uygulanır. Bağ kat ayrıca havasız püskürtme tekniği kullanılarak uygulanır. Katman kalınlığı yaklaşık 75-100 um'dir.

Antifouling (gövde)

[78, TWG 2005] [123, Kiil ve arkadaşları 2006] [202, SEA SMRC 2017]

Kirletici organizmaların (bakteri, alg ve hayvanlar) yerleşmesini ve büyümesini önlemek için gemi gövdelerine zehirli boya kaplamaları uygulanır. Bu, bazı durumlarda kirlenme önleyici kaplamalar uygulanarak da yapılabilir (bkz. Bölüm 4.4.7). Kirlenmenin oturması yüzey pürüzlülüğünü arttırır, sürtünme direncinin artmasına neden olur, bu da aynı hızı korumak için yakıt tüketiminin artmasına veya aynı yakıt tüketiminde hızın düşmesine neden olur. 150 kg'a kadar organizma 6 ay içinde bir m^2 yüzey alanına yerleşebilir. Artan sürtünme direnci, yakıt tüketimini ve dolayısıyla geminin emisyonlarını %40'a kadar artırabilir. Bu, kayıp kazançlar veya zaman gecikmeleri nedeniyle artan bunker maliyetleri veya giderleri ile sonuçlanacaktır. Gemi gövdesinin kirlenmesi de geminin manevra kabiliyetini azaltır ve erken korozyon olasılığını artırır. Ayrıca, zehirli bir kaplama uygulanarak, kirletici organizmaların göç etme potansiyeli de azaltılır. Bu nedenle antifouling uygulaması çevre, güvenlik ve ekonomik açılardan önem arz etmektedir.

528/2012[23] sayılı Yönetmelik (AB) Avrupa'daki zehirli boyalar gibi biyositlerin ve biyosidal ürünlerin kullanımını düzenlemektedir. Dünya çapında, zehirli kaplamaların kullanımı, gemilerde kullanılan zehirli boya kaplamalarında zararlı organotinlerin kullanımını yasaklayan ve gelecekte zehirli boya sistemlerinde zararlı maddelerin potansiyel kullanımını önlemek için bir mekanizma oluşturan Gemilerdeki Zararlı Kirlenme Önleyici Sistemlerin Kontrolüne İlişkin Uluslararası IMO Sözleşmesi tarafından düzenlenmektedir. Bu Sözleşme bugüne kadar sadece organotinleri zararlı maddeler olarak kabul etmektedir.

Üst yapı ve fribord kaplaması
Üst yapı ve fribord için kaplama sistemleri de müşteri tarafından seçilir. Hasarlı alanlar yağdan arındırılır, hazırlanır ve belirtilen katlarla (genellikle solvent bazlı epoksi kaplamalar, poliüretanlar, akrilikler) kaplanır, genellikle havasız sprey ile uygulanır. Ambar ve su depolarında genellikle tek ve çok katmanlı epoksi reçine (iki bileşenli) kaplamalar kullanılmaktadır.

4.2.4 Yatların kaplama onarımı ve bakımı

Yatlar, son zamanlarda 190 m ve 200 m'ye varan gelişmeler olmasına rağmen, 180 m uzunluğa kadar varabilen eğlence / dinlence amaçlı teknelerdir. Yatlar montajdan önce kısmi olarak kaplanır. Müşterilerin isteklerine bağlı olarak uygulanan kaplama sistemi değişiklik göstermekte olup, bu nedenle aşağıda sadece bir seçenek ele alınmaktadır.

Büyük yatlar gemi inşa çeliği ve alüminyumdan yapılır, ancak yatların çoğu (küçük gemiler) FRP'den (elyaf takviyeli plastik) yapılır. Tüm yatın bir kısmı veya sadece üst yapısı alüminyum veya kompozit malzemelerden yapılabilir. Kaplama katmanlarının uygulanması arasında zımparalama yapılır. Malzemeye bağlı olarak, astarın ön işlemi ve uygulaması farklıdır. Yatları kaplamak için su bazlı malzemelerin kullanımı ve ayrıca kaplama (folyo uygulaması) gibi diğer yeni kaplama uygulama yöntemleri de artmaktadır.

Havasız püskürtme yaygın olarak kullanılmasına ve kabul görmesine rağmen, kullanılan kaplamanın türüne ve istenen kaliteye bağlı olarak rulolar ve fırçalar hala kullanılmaktadır.

Gemi inşa çeliği üzerine ön işlem ve astar uygulaması
Önce gövde ve üst yapı kum püskürtme ile işlenir ve ardından doğru profili ve pürüzsüz bir bitişi (ör. kaplama kaynağı) elde etmek için astar olarak çinko fosfat bazlı bir dolgu maddesi veya krom ve çinko içermeyen bir ön imalat yüzey astarı uygulanır). Her iki malzeme de solvent bazlı epoksi reçinelerdir. Tabaka kalınlığı 40 µm ila 60 µm arasında değişmektedir.

Alüminyum üzerine ön işlem ve astar uygulaması
Oksitlenmiş tabakaların yağdan arındırılması ve çıkarılması için alüminyum yüzeyler temizlik maddeleriyle işlenir. Daha sonra iki komponentli epoksi astar veya tek komponentli PVC astar uygulanır. Gemilerin kaplamasına benzer şekilde, astar tabakasının üzerine bir korozyon koruma kaplaması püskürtülür. Bu solvent bazlı epoksi malzeme, her biri yaklaşık 120 µm kalınlığında iki ila dört katman halinde havasız teknikle uygulanır. Zehirli boya genellikle doğrudan epoksi kaplamaya uygulanır. Bir bağlayıcı kat kullanılıyorsa, havasız püskürtme yoluyla uygulanan solvent bazlı, tek bileşenli bir vinil kaplamadır. Tabaka kalınlığı yaklaşık 40 um'dir.

23 Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin biyosidal ürünlerin piyasaya arzı ve kullanımına ilişkin 22 Mayıs 2012 tarihli (AB) 528/2012 Sayılı Tüzüğü.

Daha sonra havasız püskürtme veya rulo ile solvent bazlı zehirli boya iki kat uygulanır. Her bir zehirli boya tabakasının kalınlığı yaklaşık 100 um'dir. Genellikle bakır bazlı, kendiliğinden parlayan zehirli boyalar kullanılır. Bununla birlikte, başka biyositleri de içerebilirler.

Üst yapının kaplanması

Gövde gibi, üst yapı da gemi inşa çeliğinden veya alüminyumdan yapılmıştır ve ayrıca iki kat solvent bazlı (bir veya iki bileşenli epoksi veya poliüretan kaplama) korozyon koruma malzemesi ile kaplanmıştır. Havasız püskürtme tekniği ile uygulanır. Uygulanan tabaka kalınlığı yaklaşık 120 um'dir.

Korozyona karşı koruyucu kaplama kuruduktan sonra, doğru profili ve pürüzsüz bir bitişi (ör. kaynak pürüzlülüğünü örtmek) elde etmek için üst yapının alüminyum ve gemi yapım çeliği üzerine dolgu malzemeleri uygulanır. Malzemeler mala, uzun tahtalar ve çubuklar, spatulalar kullanılarak uygulanır. Solventsiz olabilirler veya yaklaşık 80 g/l benzil alkol içerebilirler. Zımparalama bu işlemler arasında gerçekleşir.

Dolgu sonrası havasız püskürtme teknikleri kullanılarak solvent bazlı iki komponentli poliüretan dolgu veya solvent bazlı epoksit dolgu uygulanır. Uygulanan tabaka kalınlığı 50-100 µm aralığındadır. Dolgu üzerine bir astar/astar uygulanır.

Uygun kat kuruduğunda yat deniz denemelerine alınır; bu astar kat olabilir veya olmayabilir. Denemelerden sonra yat tatlı su ile temizlenip zımparalanır ve ardından son kat boya uygulaması yapılır.

Son kat, yaş üstüne yaş püskürtme tekniği ile uygulanır ve iki veya üç kat uygulanır. Kullanılan malzemeler genellikle solvent bazlı, iki bileşenli, poliüretan kombinasyonlu laklardır. Tam tabaka kalınlığı yaklaşık 100 µm'dir.

Yatların onarıldığı veya bakımının yapıldığı bazı Üye Devletlerde su kirliliğini önlemek için, antifouling boyanın yatlardan çıkarılması, kaldırılan zehirli boyayı toplama ve işleme teknikleri kullanılarak gerçekleştirilir.

4.3 Gemi ve yat kaplamalarında mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

[155, TWG 2016] [202, SEA SMRC 2017]

Veri toplama çalışmasına katılan üç tesisten (biri Finlandiya'dan, biri Portekiz'den ve biri de İngiltere'den) bildirilen veriler sunulmuştur.

4.3.1 Kütle dengeleri

[155, TWG 2016]

İki tesisatla ilgili olarak gönderilen veriler, m^2 kaplanmış yüzey başına 0,4 kg ile 2 kg arasında değişen ortalama kaplama tüketimini göstermektedir.

Solvent içeriği hakkında bir tesisata (Tesis #076) ait veriler, sözleşme kalite spesifikasyonlarına bağlı olarak önemli bir değişiklik göstermektedir: ağırlıkça %18 (2013), ağırlıkça %27 (2014) ve ağırlıkça %40 (2015).

4.3.2 Tüketim

4.3.2.1 Malzemeler

[78, TWG 2005]

Gemilerin kaplanması için genellikle solvent bazlı kaplamalar uygulanır. Kullanılan malzemeye bağlı olarak solvent içeriği ağırlıkça %20-40 aralığındadır. İşleme koşulları (nem, sıcaklık, hava akımı vb.) ve yüzey koşulları nedeniyle, su bazlı kaplamaların sadece sınırlı bir uygulama alanı vardır (iç mekanlar ve prefabrik parçalar için sadece kısmen kullanılmaktadır). Malzemelerin tüketimi, geminin boyutuna, karşılanması gereken özelliklere vb. bağlı olacaktır.

Orta büyüklükteki gemiler (> 15.000 GT) için onarım sahalarında malzeme tüketimi kaplamalı ticari gemi başına yaklaşık 15 tondur (Portekiz, Yunanistan, Malta ve İtalya'dan alınan verilere göre). Karşılık gelen VOC kullanımı yaklaşık 6 tondur. Büyük bir tamirhane, yılda ortalama 40 000 GT (veya üzeri) büyüklüğe sahip 60 ila 150 gemiyi tamir edebilmektedir.

Yeni inşa edilen bir tersanede, 40 000 GT'luk bir geminin komple kaplanması için gerekli malzeme tüketimi yaklaşık 68 tondur. Almanya'daki HDW Kiel tesisi, yılda en fazla beş gemi için 59 t/yıl'a kadar solvent işlemektedir. Almanya, Hamburg'daki Blohm + Voss GmbH, yılda yaklaşık 60 ton organik solvent işlemektedir.

4.3.2.2 Su

[155, TWG 2016]

Tamir ve bakım sahalarında, tüm gövdenin yüksek basınçlı temizliği için (220 ila 340 bar arasında) tatlı su tüketimi, orta boy gemiler (>15 000 GT) için 500 ton ile 2000 ton arasında değişmektedir.

Su tüketimine ilişkin rapor edilen veriler, m3/m2 ve 1.1 m3/m2 kaplamalı yüzey aralığında değişen belirli bir su tüketimini gösterir.

Su tüketimini azaltmak için bildirilen teknikler aşağıdaki gibidir:

- Kaplama öncesi teknelere (ultra-)yüksek basınçlı (U)HP su ile yıkama uygulanarak su kullanımının kontrolü;
- Yeniden kullanımını kolaylaştırabilecek, temizlikten kaynaklanan atık suyun arıtılması için yağ sıyırıcı.

4.3.2.3 Enerji

[155, TWG 2016]

Enerji tüketimiyle ilgili olarak sunulan veriler, 0,01 MWs/m^2 ile 0,67 MWs/m^2 kaplanmış yüzey arasında değişen belirli bir enerji tüketim aralığını göstermektedir. Dikkate alınması gereken iki önemli parametre vardır:

- Spesifik enerji tüketimi, üretim kapasitesinin kullanım derecesi ile doğrudan ilişkilidir: çıktı ne kadar büyükse, spesifik enerji tüketim değeri o kadar düşük olur; ve
- Raporlanan enerji tüketim verilerinin yalnızca STS faaliyetine mi atıfta bulunduğuna veya bunların ilişkili olmayan diğer faaliyetleri içerip içermediğine ilişkin belirsizlik (STS faaliyetinin enerji sınırlarının tanımı, ayrıca bkz. Bölüm 17.5.2).

4.3.3 Emisyonlar

[78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [202, SEA SMRC 2017] [212, TWG 2018]

4.3.3.1 Havaya salınan emisyonlar

Tersanelerdeki işlemler genellikle açık havada, kuru havuzlarda, açık atölyelerde veya rıhtımda yapılır. Bu nedenle, taşlama ve patlatma (toz) veya boyama işlemleri (aşırı püskürtme ve VOC'ler) tarafından üretilen tüm emisyonlar kaçak emisyonlar olarak yayılır.

Yeni gemilerin inşasında kaplama işlemlerinden çevreye zararlı maddelerin emisyonları, kaplama ve patlatma operasyonları için kapalı atölyelerin kullanılmasıyla etkin bir şekilde azaltılabilir. Bunlar ayrıca, yeni veya önemli ölçüde yükseltilmiş bir geminin prefabrike edilmiş ve daha sonra yerine kaldırılmış bölümleri olan blok aşamaların inşası için de kullanılabilir. Kapalı atölyeler, VOC'ler için toz ve/veya çıkış gazı arıtma üniteleri için filtreli hava tahliyesine sahip olabilir.

Teknik olarak mümkün olduğu kadar, gemilerde ilk ve yeni kaplamalar için ortalama % 20 ila % 25 solvent içeriğine sahip boya ve vernik sistemleri kullanılmaktadır. Genel olarak, kaplanmış yüzeyin metrekaresi başına toplam 100 g solvent emisyonu sınırı korunur. Gemilerin tamir işlemlerinde, ortalama olarak %40'a kadar solvent içeriğine sahip boya ve vernik sistemleri kullanılmaktadır. VOC emisyonlarını azaltmak için uygulanan son teknoloji düzenli olarak gözden geçirilmeli, ayarlanmalı ve yetkili makama gösterilmelidir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 272 sayılı DE görüşü].

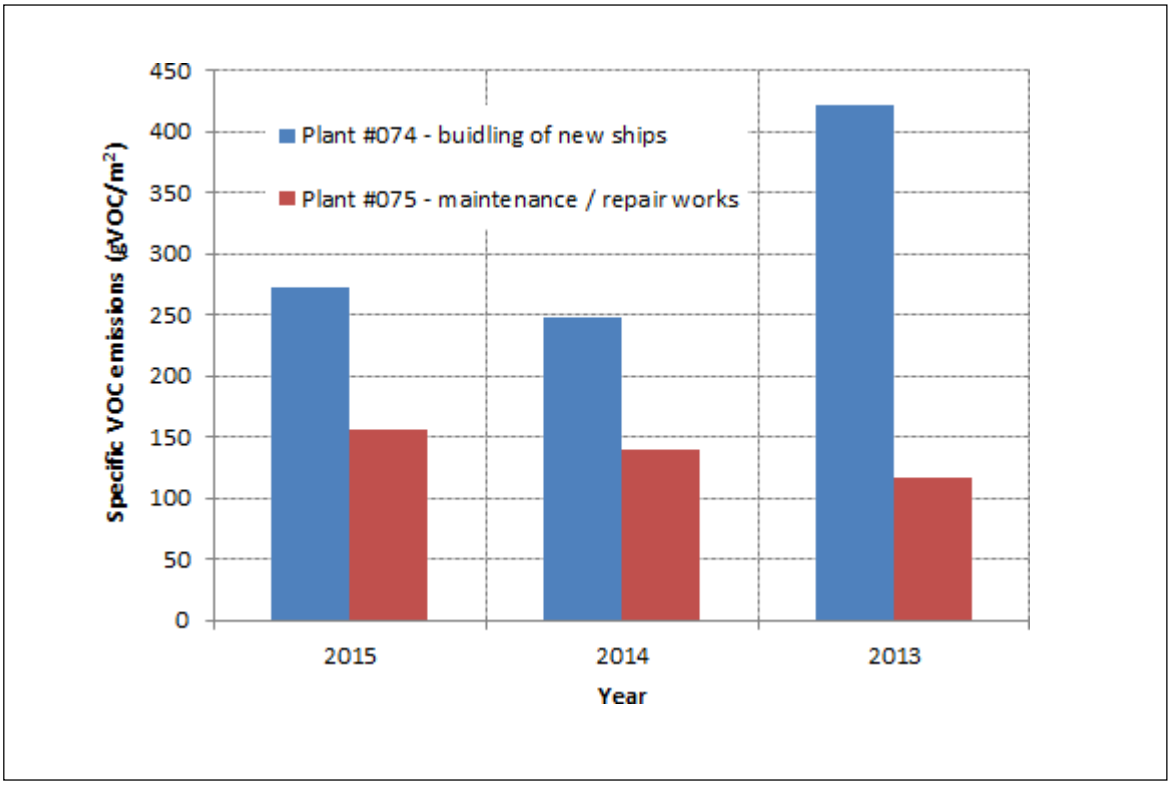
Orta büyüklükteki gemiler için onarım sahalarında (> 15.000 GT, ortalama 70 000 GT), kullanılan kaplamalar ortalama olarak yaklaşık %30-40 organik solvent içerir. Uygulanan kaplamanın en büyük miktarını antifouling kaplamalar oluşturduğundan, kaplanmış m2 başına yaklaşık 150 g VOC yayılır.

Yeni bir süper yat için tam kaplama şeması, su altı alanı için 500 g VOC/m^2'ye kadar ve su hattının üzerinde 250 g VOC/m2'ye kadar VOC tüketimine sahiptir. Yeni yat inşası genellikle kapalı tesislerde ve ayrıca fazla püskürtme olmadan yüksek uygulama verimliliğine sahip rulolar ve fırçalar kullanılarak gerçekleştirilir. Büyük (süper ve mega) yatlar için bu, müşterinin

spesifikasyonuna göre olacaktır. Büyük mega yatların bakım ve onarımı rıhtımlarda yapılabilmekte ancak birçoğunun bakım ve onarımı da kapalı tesislerde gerçekleştirilmektedir.

İki tesis için sunulan SMB verileri, üretim verimine göre ifade edilen toplam VOC emisyonlarının 117 g VOC/m^2 ile 422 g VOC/m^2 arasında değiştiğini göstermektedir (bkz. Şekil 4.1).

Şekil 4.1: 2013-2015 dönemi için iki fabrika için kaplanmış yüzeyin m2'si başına g VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları



Faaliyet esas olarak kontrol dışı koşullar altında gerçekleştirildiğinden, kaçak VOC emisyonları toplam emisyonlara eşittir.

İki tesis için atıktaki solvent akışına ilişkin rapor edilen rakamlar (çözücü kütle dengesinin O6 parametresi), solvent girdisinin %5 ila %60'ı arasında bir aralığı göstermektedir.

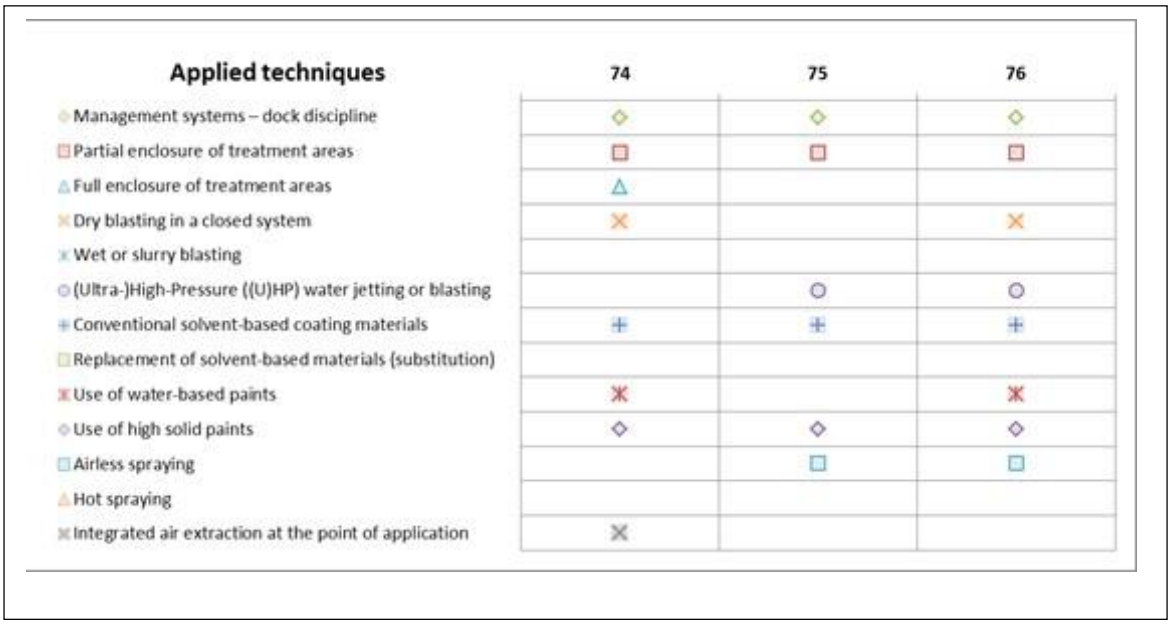
Katı kütle girdisinin kg'ı başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarına ilişkin rapor edilen veriler Tablo 4.1'de sunulmaktadır.

Tablo 4.1: 2013-2015 dönemi için kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

Tesis No	Faaliyet türü	Mevcut tasarımın uygulandığı yıl	Toplam VOC emisyonları (Bir kg katı kütle girdisi başına düşen kg VOC)		
			2015	2014	2013
074	Yeni gemi ve yatların inşası	2011	NI	NI	NI
075	Bakım/onarım işleri	2001	NI	NI	NI
076	Bakım/onarım işleri	1985	0.37	0.36	0.35
*	Bakım/onarım işleri	NI	0.41	0.45	0.39

* Endüstri tarafından sunulan ek genel veriler (Mayıs 2018).
NOT:
NI: Bilgi mevcut değildir.
Kaynak: [155, TWG 2016]

Bu santrallerin üçünde toplam emisyonların minimizasyonu için uygulanan teknikler Şekil 4.2'de sunulmaktadır.



Şekil 4.2: VOC emisyonlarının en aza indirilmesiyle ilgili olarak bildirilen uygulamalı teknikler

4.3.3.2 Suya salınan emisyonlar

Bakım işlemleri sonucunda, atık püskürtme malzemeleri, kaplama kalıntıları, kullanılmış kaplar ve aşırı püskürtülmüş malzeme oluşur. Yağ kalıntıları (hidrokarbon içeren), çamur, hurda malzemeler vb. gibi bakımdan kaynaklanan diğer kalıntılar olabilir. Bakım işlemlerinden sonra tüm atıklar toplanır ve havuza giren suya emisyonları önlemek için havuz temizlenir. Toplanan atık su, Bölüm 4.4.9'da açıklanan çeşitli tekniklerle arıtılabilir. Arıtılmış su ya bertaraf edilir ya da yeniden kullanılır.

Patlatmadan kaynaklanan toz emisyonlarını önlemek için su püskürtme veya bulamaç püskürtme kullanıldığında, proses suyu yaygın olarak ya entegre ekipmanda ya da bir atık su arıtma tesisinde arıtılır. Su genellikle yeniden kullanılır.

Bir COM çalışması[24], atık sulara boşaltılabilecek ve dolayısıyla veri toplama için dikkate alınması gereken ana parametreleri ve diğer ilgili maddeleri tanımlamıştır. Aşağıdaki Tablo 4.2'de belirtilenlere ek olarak, organotin bileşikleri ve biyositler ilgili olarak tanımlanmış ancak veri toplanmamıştır. Ancak tersanelerden sadece iki set veri alındı: biri atık su arıtma tesisi ve diğeri kaba filtrasyon.

[24] EIPPCB 09/06/2016 sayılı COM çalışma belgesi: IED Ek 1 6.7 faaliyetlerini yürüten tesisler için Temel Çevresel Konular olarak değerlendirilmeleri için metaller ve suya diğer emisyonlar hakkında sunulan Teknik Çalışma Grubu (TWG) verilerinin değerlendirilmesi.

Tablo 4.2: Tersane atık su verileri

AAT Türü	75 No.lu tesis					76 No.lu tesis				
	Pıhtılaşma, flokülasyon ve sedimantasyon. Tüm tersane faaliyetleri için kombine arıtma (yalnızca STS faaliyeti hariç)					*Saman balyaları ve kendir, doğrudan deşarj ile rıhtım tabanında yerinde kaba filtreleme*				
Parametre	Ortalama	Maksimum	Minimum	İzleme sıklığı	Numune alma türü	Ortalama	Maksimum	Minimum	İzleme sıklığı	Numune alma türü
	(mg/l)					(mg/l)				
AKM	8.2	21	4.5	Ayda bir	Zamanla orantılı kompozit numune	15.5	34.9	1.6	Ayda bir	Spot (grab) sample
KOI	39.8	86	10	Haftada bir	Zamanla orantılı kompozit numune	NI	NI	NI	NI	NI
Zn	0.08	0.14	0.05	Ayda bir	Zamanla orantılı kompozit numune	NI	NI	NI	NI	NI
Ni	NI	NI	NI	NI	Zamanla orantılı kompozit numune	0.01	0.06	< 0.01	Ayda bir	Nokta (tırnak) numune
Cd	0.016	0.05	0.002	Ayda bir	Zamanla orantılı kompozit numune	< 0.01	< 0.01	< 0.01	Ayda bir	Nokta (tırnak) numune
Pb	NI	NI	NI	NI	NI	0.01	0.09	< 0.01	Ayda bir	Nokta (tırnak) numune
Cu	0.11	0.25	0.03	Ayda bir	Zamanla orantılı kompozit numune	0.12	1.98	< 0.01	Ayda bir	Nokta (tırnak) numune
Cr	NI	NI	NI	NI	NI	0.01	0.08	< 0.01	Ayda bir	Nokta (tırnak) numune
Sn	0.019	0.04	0.01	Ayda bir	Zamanla orantılı kompozit numune	NI	NI	NI	NI	NI
Kaynak: [155, TWG 2016]										

4.3.3.3 Atık üretimi

[155, TWG 2016] [202, SEA SMRC 2017]

Gemilerin bakım işlemlerinden kaynaklanan atıklar şunları içerir:

- Organik temizlik solventleri;
- kaplama çamurları/kalıntıları; Atık katların, yaklaşık %30-40 ortalama solvent içeriği ile toplam kaplama tüketiminin %2,5 ila %8,5'ini temsil ettiği bildirilmektedir.;
- kontamine kaplama kapları, fırçalar ve rulolar;
- kullanılmış/kirlenmiş patlatma malzemeleri (örn. kullanılmış kum);
- filtreler;
- yağ kalıntıları (çeşitli hidrokarbonlar içerirler);
- çamur;
- hurdaya çıkan malzemeler.

Bir fabrika, kaplamalar için yeniden kullanılabilir kapların kullanıldığını bildirmiştir.

Gemilerin kaplanması sırasında, özellikle bakım işlemlerinde büyük miktarlarda atık patlatma malzemesi oluşmaktadır. Diğer tüm atıklar gibi atık patlatma malzemeleri de lisanslı tesislerde bertaraf edilmektedir.

4.4 Gemi ve yatların kaplanması için MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

[155, TWG 2016] [202, SEA SMRC 2017]

Bölüm 17'de, gemilerin ve yatların kaplanmasına da uygulanabilecek teknikler ele alınmıştır. Tablo 4.3'te, Bölüm 17'de açıklanan gemi ve yatların kaplanmasıyla ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmamaktadır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Tablo 4.3: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve arıtma	17.10
Atık su arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

4.4.1 Yönetim sistemleri – dok disiplini

Tanımı

EMS kapsamında (bkz. Bölüm 17.1), havaya toz emisyonları, suya emisyonlar ve üretilen atık miktarı gibi emisyonların önlenmesi veya sınırlandırılmasına yönelik prosedürler, işlevler ve görev tanımları ve çalışma yöntemleri.

Teknik tanımlama

Bu, gemilerin yanaşması, yanaşması ve havuzdan çıkarılması için hazırlık da dahil olmak üzere, kuru havuzlarda ve kızaklarda iş yapmaktan sorumlu farklı birimleri tanımlayan özel bir yönetim sistemidir. Ayrıca kuru havuzlarda ve kızaklarda gerçekleştirilen yüzey işleme işlemleri (temizlik, eski kaplamanın sökülmesi ve zehirli boya vb.) gibi bakım, onarım veya inşaat faaliyetlerini de kapsar. Faaliyetler sırasında ve rıhtıma su basmasından önce atıkların toplanmasını ve atıkların daha uygun yönetimi ve/veya bertarafı için lisanslı alıcılara iletilmesini kontrol eder.

Dok disiplini, potansiyel kirletici faaliyetlerin ne zaman ve nerede gerçekleştirileceği gibi kirliliğin azaltılmasına yardımcı olan diğer konuları da kapsar. Örneğin, açık havada kum püskürtme ve püskürtmenin hangi rüzgar koşullarında yapılabileceğinin açıklanması, bu faaliyetlerin rıhtım veya kızak dibinde yapılmasını gerektiren ve kullanılacak taşınabilir ekipmanlar (ağlar, su perdeleri vb.).

Bir EMS gerekliliklerinin bir kısmını veya tamamını içerebilir (bkz. Bölüm 17.1).

Elde edilen çevresel faydalar

Kurulumdan kaynaklanan çevresel etkilerin en aza indirilmesi.

Çevresel performans ve işletim verileri

Yukarıdaki Teknik açıklamaya bakın.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Sağlık ve güvenlik ve hava kirliliği, su kirliliği ve atık yönetimi için çevre ile ilgili mevzuat hükümlerinin karşılanması; özellikle bu hükümler limanlar, rıhtımlar ve kapalı sular vb. için geçerlidir.

Örnek tesisler

Endüstri genelinde yaygın bir biçimde uygulanmaktadır.

Referans literatür

[78, TWG 2005] [121, Portekiz 2006] [153, Bert de Vries VNSI 2011]

4.4.2 Toz emisyonlarını azaltma teknikleri

4.4.2.1 İşlem alanlarının kısmi olarak kapatılması

Tanımı

Toz emisyonlarını önlemek için kum püskürtme ve/veya havasız püskürtme kaplama yapılan alanların çevresinde ince ağlar ve/veya su püskürtme perdeleri kullanılmaktadır. Kalıcı veya geçici olabilirler.

Elde edilen çevresel faydalar

Rüzgar gücünü azaltarak veya parçacıkları yakalayarak, kum püskürtme ve sprey kaplamadan sürüklenen parçacıkların emisyonlarında azalma.

Çevresel performans ve işletim verileri

Ağları kullanmanın pratikte zorluklarla ilgili raporlar vardır ve gemi kuru havuza kıyasla ne kadar büyükse, kullanımı o kadar zor olur. Orta boy gemilerin (> 15 000 GT) tamirhanelerinde büyük kuru havuzlarda kullanılamazlar ve aşağıdakiler karşılaşılan tipik sorunlardır:

- geminin boyutu ve tipindeki farklılıklar, gemilerin rıhtım uçlarından sarkması vb.;
- vinçler ve diğer ekipmanlarla etkileşim; ve
- Diğer bakım işlemlerine erişimle ilgili sorunlar.

Kullanıldığında, ağlar genellikle bir rıhtımın bir veya iki ucuna, daha küçük rıhtımların etrafına veya gemi ile rıhtım kenarı arasına yerleştirilir.

Çapraz ortam etkileri

Su spreylerini veya perdeleri pompalamak için enerji tüketimi ve atık suyun olası arıtılması.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, kapatılacak alanın şekli ve boyutu ile sınırlandırılabilir. Yukarıdaki Çevresel performans ve operasyonel verilere bakın. Soğuk iklim koşullarında su püskürtme perdeleri uygulanamayabilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Tam kapamaya kıyasla daha düşük maliyet.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 076, 075 ve 074 No.lu tesisler.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [122, CEPE 2006]

[151, CESA 2011] [154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016] [155, TWG 2016]

4.4.2.2 İşlem alanlarının tümüyle kapatılması

Tanımı

Avlularda, kapalı atölyelerde, tekstil çadırlı alanlarda veya tamamen ağlarla çevrili alanlarda toz emisyonunu önlemek için kumlama ve/veya havasız sprey kaplama yapılır. Arıtma alanlarından hava çıkarılır ve gaz dışı arıtmaya gönderilebilir.

Teknik tanımlama

Kapalı alanlar, yerel çalışma ortamını kontrol etmek, çalışma ve yüzey hazırlığı için sıcaklık ve nem kontrolünü sağlamak, yağmurdan korunmak vb. için kullanılır. Kapalı alanlar genellikle iş sağlığı nedenleriyle hava tahliyesine sahiptir ve bu, çıkış gazı ile birlikte kullanılabilir. çevreye zararlı malzemelerin emisyonlarını kontrol etmek için tedaviler. Ekipman, toz azaltma için ve/veya VOC'ler için bir gaz çıkışı arıtma ünitesi ile birlikte olabilir.

Kızaklar, gemi blokları ve küçük rıhtımlar gibi bazı alanlar geçici veya yarı kalıcı olarak kapatılabilir veya 'çadırlanabilir' (örneğin, taşınabilir yapılar veya uzun süreler boyunca sahada tutulan çadırlar). Bu, patlatma ve aşırı püskürtmeden kaynaklanan tozun kontrolüne yardımcı olur, ancak alan yeterince kapatılmadığı sürece, toz ve VOC azaltımı için çıkış gazı arıtımı eklenmesi, büyük miktarda havanın yüksek enerji kullanımıyla arıtılmasını gerektirebilir. Muhafaza esnek bir yapıya sahipse veya yeterince kapatılmamışsa, VOC'lerin arıtılması için ekstraksiyon mümkün olmayabilir.

Tozun sürüklenmesini ve aşırı püskürtmeyi önlemeye yardımcı olmak ve yağmuru hazırlanmış ve yeni kaplanmış alanlardan uzak tutmak için bir gemi ile rıhtım arasında da tente uygulanabilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Patlatma ve püskürtmeden kaynaklanan partiküllerin tutulması. Çıkış gazı arıtımı ile çekilen hava akımlarından tozun ve/veya VOC'lerin uzaklaştırılması mümkün hale gelir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Teknik, süreçlerin ve çalışma ortamının gelişmiş kalite kontrolünü sağlar. Gün ve/veya yıl boyunca mevcut çalışma süresini artırabilir.

Çapraz ortam etkileri

Hava ekstraksiyonu için enerji kullanılır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, kapatılacak alanın şekli ve boyutu ile sınırlandırılabilir. Kapalı avlular daha çok gemi imalatı ve inşası için kullanılır.

Yeni inşaatlarda çelik levha, profil ve blok aşamalarının hazırlanması için kalıcı atölyeler kullanılabilir. Bazı durumlarda, tüm rıhtımlar kapatılabilir. Gemilerin onarımı ve bakımı için kullanılan rıhtımlar kapalı değildir (ve muhtemelen bazı mega yatlar için kullanılanlar da değildir).

Yatlar için hazırlık ve kaplama alanları, ISO 19494 gereklilikleri nedeniyle hem yeni inşa hem de onarım ve bakım için genellikle kalıcı veya yarı kalıcı olarak kapatılır.

Ekonomik boyut

Bu teknik, atölyelerin inşasının sermaye maliyetini ve azaltma ekipmanının sermaye maliyetlerini ve işletme maliyetlerini ifade eder.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Kaplama proseslerinin kalite kontrolünde iyileşme ve tüm gün/yıl boyunca çalışmaya olanak veren dahili iklim kontrolü (yani hava koşullarına karşı koruma). Sağlık ve güvenlik ve tozla ilgili mevzuat.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 074 No.lu tesis, HDW Kiel, Almanya.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [78, TWG 2005] [122, CEPE 2006]

[154,Nordik Bakanlar Konseyi 2016] [155, TWG 2016]

4.4.2.3 Olumsuz hava koşullarıyla ilgili kısıtlamalar

Tanımı

İşlem alanlarının tamamen kapatılmadığı durumlarda, olumsuz hava koşulları gözlemlenir veya tahmin edilirse, püskürtme ve/veya havasız sprey kaplama yapılmaz.

Teknik tanımlama

Tam muhafaza tesisleri olmayan sahalar tarafından kullanılan bir teknik, olumsuz hava koşulları gözlemlendiğinde veya tahmin edildiğinde kaplamanın çıkarılmasının ve havasız sprey kaplamanın kısıtlanmasıdır. Olumsuz hava koşulları, önemli rüzgar hızı (mevcut tesislere ve konumlarına bağlı olarak her avluda değişkendir) ve ters baskın rüzgar yönüdür (örneğin, su yollarına, konutlara ve diğer hassas hedeflere doğru).

Elde edilen çevresel faydalar

Toz emisyonlarının azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik boyut

- Düşük maliyet, yalnızca basit izleme ekipmanı gerektirir.
- Koşullar olumsuz olduğunda kaybedilen çalışma süresi.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Toz ve aşırı püskürtmeden etkilenen halktan olumsuz tepkiler gelmesi.

Örnek tesisler

Genel olarak, tam korumanın olmadığı durumlarda geçerlidir.

Referans literatür

[151, CESA 2011]

4.4.3 Yüzey hazırlama

Yeni konstrüksiyonda ve yeni malzemelerde, yapışmayı sağlamak için yüzeyin ön işleme tabi tutulması gerekir. Onarım ve bakım için, özellikle gevşek yapışmış ve hasar görmüş alanlar olmak üzere eski kaplama katmanları çıkarılır. Hazırlama yöntemi, uygulanacak kaplama sistemine ve verilen garantiye bağlı olarak kararlaştırılan kaplama şartnamesinde tanımlanır.

Bazı teknikler, kaplama katmanlarını çıkarmak için aşındırıcı bir malzeme kullanır ve bunlardan bazıları büyük miktarda toz oluşmasına neden olur. Kullanılan aşındırıcı malzeme, kullanılan tekniğe bağlı olarak geri kazanılabilir ve yeniden kullanılabilir veya atık olarak bertaraf edilebilir. Tüm tekniklerde, selden önce kuru rıhtımlardaki kalıntıların uzaklaştırılması iyi bir uygulamadır (bkz. rıhtım disiplini, Bölüm 4.4.1).

4.4.3.1 Kapalı bir sistemde kuru kumlama

Tanımı
Çelik kum veya bilye kullanarak kuru kumlama, bir emiş başlığı ve santrifüj kumlama çarkları ile donatılmış kapalı kumlama sistemlerinde gerçekleştirilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu yöntemin sağladığı avantajlar arasında düşük toz emisyonları sayılabilir. Kumlama malzemesi yeniden kullanım için geri kazanılabilir, bu nedenle daha az atık vardır. Çıkarılan zehirli boya ve kaplama, kumlama malzemesi ile geri kazanılır ve bertaraf için ayrılır.

Çevresel performans ve işletim verileri
Mekanik kumlama ekipmanı elle çalıştırılır veya alet taşıyıcıların kollarına sabitlenir ve işlemin uygulanacağı alan boyunca uzaktan kumanda ile geçirilir.
Yeni inşaat hazırlığı için tipik bir sistem, kapalı bir döngüde ve yaklaşık 5 bar basınçta uygulanan çelik bilye püskürtme içerebilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir. Güverte ve gövde dahil dış cephelerdeki pas ve eski kaplama tabakalarının temizlenmesinde kullanılabilir. Ayrıca çelik plakaların imalat öncesi birincil yüzey hazırlığında da kullanılır.
Uygulamanın ardındaki itici güç

- Toz emisyonlarının kontrol altına alınması.
- İşçi sağlığı ve güvenliği.
- Atık yönetimi maliyetlerinin azaltılması.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 076 ve 074 No.lu tesisler. Tersanelerde ve diğer sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [122, CEPE 2006] [155, TWG 2016]

4.4.3.2 Islak kumlama

Tanımı

Kumlama, ince bir cüruf (örneğin bakır cüruf cüruf) veya silika gibi ince bir aşındırıcı malzeme içeren su ile gerçekleştirilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu teknik, toz emisyonlarının oluşmasını önler.

Çevresel performans ve işletim verileri

Su püskürtme teknikleri ile atık sular rıhtımda toplanabilmekte, tanklara pompalanabilmekte ve tahliye öncesinde arıtılabilmektedir. Islak aşındırıcıyı yüzeyden çıkarmak için tatlı su ile ek hortumlama gereklidir.

Çapraz ortam etkileri

Atık su oluşumu, aşındırıcıdan kaynaklanan atık artışı.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yoğun sis oluşumundan dolayı soğuk iklim koşullarında ve/veya kapalı alanlarda (kargo tankları, çift dipli tanklar) uygulanmayabilir.

Ekonomik boyut

Bir tersane, su enjeksiyonu ile kum püskürtmenin yüzey açısından, ancak özellikle maliyet açısından en iyi sonucu verdiğini belirtmiştir. [154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016].

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 076 No.lu tesis kaçak emisyonların önlenmesi durumunda bu tekniğin uygulanmasına izne tabi olarak izin verildiğini ve bazı durumlarda uygulandığını bildirmiştir.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [122, CEPE 2006]

[154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016] [155, TWG 2016]

4.4.3.3 (Ultra-)Yüksek basınçlı ((U)HP) su jeti veya püskürtme

Tanımı

(U)HP püskürtme, son derece yüksek basınçlı su kullanan tozsuz bir yüzey işleme yöntemidir. Aşındırıcılı veya aşındırıcısız seçenekler de mevcuttur.

Teknik tanımlama

Kullanılan su basıncına göre sınıflandırılan birkaç teknik vardır: düşük basınçlı su temizleme (< 340 bar), yüksek basınçlı su temizleme (340-700 bar), yüksek basınçlı su jeti (> 700 bar), ultra yüksek- basınçlı su jeti (> 2000 bar). Su basıncını değiştirerek, tek kat kat veya tüm kat sistemi kaldırılabilir. (U)HP kumlama, aşındırıcı içermeyen, son derece yüksek basınçlı su kullanan tozsuz bir yüzey işleme yöntemidir. Su kullanımını aşındırıcı ile birleştiren yöntemler de mevcuttur.

(U)HP püskürtmenin bir avantajı, suyun metal gözeneklerin derinliklerine nüfuz etmesi ve klorürlerin kuru püskürtmeden çok daha verimli bir şekilde çıkarılmasına izin vermesidir. Ayrıca, (U)HP püskürtmede zayıf yapışan kaplama, su kaplamanın içinden ve altından geçmeye zorlayarak bağı koparıp kopardığından etkin bir şekilde çıkarılır.

Elde edilen çevresel faydalar

(U)HP püskürtmenin çeşitli çevresel avantajları vardır. Çoğu durumda aşındırıcı kullanılmaz ve boya kalıntılarından oluşan tozlar suya bağlanır, bu da toz emisyonlarını ve atık oluşumunu en aza indirir. Sadece boya atıklarının güvenli bir şekilde toplanması ve bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bertaraf edilecek atık malzeme miktarı düşük tutulur.

Genel olarak gürültü, geleneksel kuru püskürtme yöntemleriyle karşılaştırılabilirken, gelişmiş modellerde gürültü, vakum veya mızrak başının etrafında bir kutu kullanılmasıyla verimli bir şekilde azaltılır.



Kaynak: [154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016]

Şekil 4.3: Bazı daha gelişmiş robot modellerinde mızrak başının etrafındaki kutu

Çevresel performans ve işletim verileri

(U)HP püskürtme, geleneksel kuru kumlamayla karşılaştırıldığında genellikle hızlı bir yöntem olarak kabul edilir. (U)HP patlatma için arıtma verimi modele bağlı olarak 20-30 m2/s ile 350 m2/s arasında olabilir. Tahminler çok değişkendir ve sahaya özgü çeşitli faktörlere bağlıdır ve bu nedenle yalnızca gösterge niteliğinde kabul edilebilir.

Gelişmiş (U)HP modellerinde çalışma uzaktan yürütülür. Nozul, aynı zamanda çıkarılan atık malzemeyi ve atık suyu emen vakumla çalışma yüzeyine tutturulur. Atık su deşarj edilmeden önce arıtılır veya filtre edilerek tekrar kullanılabilir ve çamur torbalarda toplanabilir.

Nozul ayrıca, gürültüyü daha da azaltan bir kutu içinde kapsüllenebilir. Bir robotun kullanılması, patlatmanın sağlık ve güvenlik risklerini de en aza indirir. Bu aynı zamanda önemli bir konudur çünkü koşullar açık havada ve tankların içi gibi kapalı alanlarda aşırı olabilir. Tersane çalışanları, zehirli tozlara, yüksek gürültü seviyelerine ve bir dizi başka sağlık ve güvenlik tehlikesine maruz kalma riski altındadır. Ayrıca, (U)HP püskürtme manuel olarak kullanılıyorsa, aşırı yüksek basınç nedeniyle özel güvenlik kıyafetlerine ihtiyaç duyulur.

Emisyonlar büyük ölçüde duruma özeldir.

Özgül su tüketimi küçüktür ve tipik olarak işlenmiş yüzeyin 0,06 m3/m2'sinden azdır. Robot kullanırken atık su doğrudan tanklarda da toplanabilir. Bazı modellerde su toplanabilir, filtrelenebilir ve yeniden kullanılabilir, bu da kontrollü bertaraf için atıkların kolayca ayrılması anlamına gelir.

Çapraz ortam etkileri

Eski kaplamalardan çıkarılmış zehirli boya veya kurşun veya krom pigmentleri içerebilen boya atıkları, toplanmalı ve denetlenerek imha edilmelidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

(U)HP püskürtme, soğuk iklim koşullarında veya yüzey özellikleri nedeniyle (örn. yeni yüzeyler, nokta püskürtme) uygulanamayabilir.

UHP su jeti için teknik araçlar daha ekonomik hale geldiğinden ve ihtiyaç duyulan çok sayıda uygulamaya (örneğin gemi şeklindeki alanlar, nokta püskürtme, mevcut boya kenarı yumuşatma) uyarlandığından, UHP püskürtme ve diğer ıslak püskürtme yöntemleri geleneksel kuru püskürtme tekniklerinin yerini almaktadır.

UHP püskürtme işleminin verimliliği, Finlandiya'daki bir tersane tarafından UHP ile geleneksel patlatma yöntemlerini karşılaştırmak için yürütülen kapsamlı bir çalışmanın gösterdiği gibi, duruma göre değişmektedir (bkz. (Peled 2013), [154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016]).

HP püskürtme yöntemi, tüm hizmetler ve koşullar için uygun değildir. (U)HP su püskürtme, -5 °C'nin altındaki soğuk iklim koşullarında uygulanmaz. Ayrıca (U)HP kumlama, bazı kaplama sistemlerinin yeterli aderansı için gerekli olan kuru kumlama yöntemleriyle aynı pürüzlü yüzeyi oluşturmaz. Bu nedenle, teknoloji genellikle yeni yüzeyler için geçerli değildir. Belirli bir kaplama ile birlikte (U)HP püskürtmenin uygulanabilirliği boya tedarikçisi ile doğrulanmalı ve genellikle müşteri tarafından da onaylanmalıdır.

Mevcut (U)HP püskürtme ekipmanı nozulları, "nokta püskürtmenin" uygun şekilde yürütülmesine ve el cihazlarıyla taşınmasına izin verecek kadar küçük değildir [32 sayılı PT görüşü [212, TWG 2018]]. Halihazırda piyasada bulunan robotik versiyonlar ise, bazen küçük gemilere ve püskürtme uygulacak sınırlı yüzey alanlarına uygulanabilecek kadar çok yönlü değildir [154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016].

Ekonomik boyut

(U)HP püskürtme yönteminin dezavantajı, geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek yatırım ve bakım maliyetleri içermesidir (yatırım maliyetleri ve bakım maliyetleri, geleneksel yöntemlere göre iki kat veya daha fazladır). Duruma bağlı birçok faktör genel maliyetleri, işçilik süresini, atık yönetim maliyetlerini vb. etkiler. Özellikle, atık yönetim maliyetleri kuru kumlamada (U)HP püskürtmeye göre önemli ölçüde daha yüksek olabilir. Bertaraf edilecek atık malzeme miktarı geleneksel tekniklere göre çok düşüktür. Püskürtme ortamının tüketimi ve diğer patlatma teknikleriyle atık üretimi, (U)HP püskürtme kullanımına göre daha yüksektir. Atık yönetim maliyetleri, atığın malzeme olarak geri kazanılıp kazanılamayacağına veya tehlikeli atık olarak atılması gerekip gerekmediğine bağlı olarak ton başına onlarca Avrodan ton başına yüzlerce Avroya kadar değişebilir [154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016]. Sulu püskürtme ortamı olarak kullanırken, diğer maliyetler dikkate alınmalıdır: patlatma için kullanılacak suyun birincil arıtımı (iletkenlik ve klorür içeriği gereksinimleri), atık suyun yeniden kullanımı için muhafaza ve atık su arıtımı, tatlı su temini ve atık maliyetleri su arıtma [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 61 sayılı SEA SMRC görüşü].

Uygulamanın ardındaki itici güç

Çevredeki toz emisyonlarını ve işyerinde sağlık ve güvenliği denetleyen ilgili mevzuat.

Örnek tesisler

Yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. [155, TWG 2016] belgesinde yer alan 075 ve 076 no.lu tesisler (tercihli seçenek olarak) Den-Jet, Danimarka ve Hammelmann / Hammeli Oy, Finlandiya.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [122, CEPE 2006]

[154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

4.4.3.4 İndüksiyon ısıtmayla kaplamaların soyulması

Tanımı

Bir indüktör kafası yüzey üzerinde hareket ettirilerek çeliğin lokalize hızlı ısınmasına neden olarak eski kaplamaları soyar.

Teknik tanımlama

Bir indüktör kafası çelik yüzey üzerinde hareket ettirilerek yüksek frekanslı elektrik akımlarını çeliğe aktararak çeliğin lokalize, kontrollü hızlı ısınmasını sağlar. Bu, 20-25 mm'ye kadar olan kaplamaların hızlı bir şekilde dağılmasına neden olur. İndüksiyon kafası, elektrikle çalışan yarı robotik bir platform üzerine monte edilir.

Elde edilen çevresel faydalar

- Toz emisyonu oluşmaz.
- Gürültü emisyonları düşük seviyededir.
- Enerji maliyetleri azalır.
- Atık miktarları azalır ve üretilen atıklar daha kolay yönetilir.
- Atık suyla temas etmeden kolayca toplandığından atık su emisyonları azalır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Çıkarılan kaplama, minimum toz ve gürültü üretimi ile şeritler halinde soyulur, çevresel emisyonları ve özellikle tanklar gibi kapalı ortamlarda koruyucu donanım ihtiyacını azaltır.

Sistem kavisli ve dikey yüzeylerde çalışabilir. Püskürtmeye göre daha yüksek sıyırma oranları ve daha düşük enerji maliyetleri ile çalışır. Aksama süresi daha azdır ve daha az operatör saati gereklidir.

Yeni kaplamalar genellikle başka bir hazırlık yapılmadan temizlenmiş yüzeye doğrudan uygulanabilir. Bakım ve muayene gibi diğer işler aynı anda yapılabilir.

Sistem, gemi tamirhanelerinde tankerler için de yapılan tankların temizlenmesi ve yeniden kaplanması için geliştirilmiştir ve temizlik ile tamamen uyumludur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Sistem, iç (arka) kaplama veya yalıtım malzemelerine zarar vermemek için minimum 5 mm çelik kalınlığı gerektirir.

Ayrıca, çeliğin arka tarafında (yanıcı veya ısıya duyarlı) yalıtım gibi indüksiyonla ısıtmaya duyarlı bileşenlerin bulunduğu yüzeyler için veya elektrikli ekipmana duyarlı ekipmanın yakınında geçerli olmayabilir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 64 No.lu SEA SMRC görüşü].

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Hızlı kaplama soyma.
- Daha düşük enerji maliyetleri.
- Düşük atık yönetimi maliyetleri.

Örnek tesisler

- Kaymayı önleyen güverte kaplamasının kaldırılması, USS Nimitz.
- Oresund Drydocks, Landskrona, İsveç – (Onarım Tersaneleri).
- Repsol Petronor Rafinerisi, Bilbao.

Referans literatür

[212, TWG 2018] [203, Gabe ve arkadaşları 2016]

4.4.3.5 Sualtı gövde ve pervane temizleme sistemi

Tanımı

Su basıncı ve dönen polipropilen fırçalar kullanan su altı temizleme sistemi.

Teknik tanımlama

Gemi ve gemilerin gövde ve pervanelerinin temizlik ve bakımları su altında yapılmaktadır. Temizleme sistemi çoğu durumda su basıncı ve dönen polipropilen fırçalarla çalıştırılır. Ekipman, deniz kirliliğini giderebilir ve daha önce boyandığında gemi gövdesine uygulanan mevcut zehirli boya sistemini yeniden etkinleştirebilir.

Sistem, kirleticilerin filtre sisteminden kaçmasını önleyen perdeli bir tekne temizleme makinesinden oluşur. Sistem, sonuçları belgelemek için monte edilmiş bir video kamera ve ışık yardımıyla bir dalgıç tarafından çalıştırılır. Vakum, temizleme makinesinin işlenen yüzeye sıkı bir şekilde tutulmasını sağlar (hidrolik basınç, bir uygulamada dakikada 10 bar/1000 l'dir). Ekipman su basıncı ile çalışır. Kaldırılan deniz kirliliğini ve kullanılmış suyu denize boşaltmadan önce bir filtre düzeneği ile emer.

Basıncı geliştirmek için deniz suyu kullanılır. Makine, arıtma için atık suyu toplamak için bir hortumla birlikte verilir.

Filtre sistemi, boyalara ve deniz kirlenme sistemine uygun değiştirilebilir filtrelerle donatılmıştır. Herhangi bir işlem başlatılmadan önce, basıncın çalıştığından ve suyun atık su arıtma sistemine emildiğinden emin olmak için bir boya izi testi yapılır. Temizlenen su denize geri akarken, temizlenen kirlilik filtre torbalarında tutulur.

Filtreler değiştirilirken kullanılmış filtre torbaları su geçirmez kaplarda muhafaza edilir. Tekne temizliği tamamlandığında filtre torbaları yerel atık işleme tesisine teslim edilecektir. Atık işleme tesisi, kirlilik hakkında bilgi ve geminin antifouling sertifikasının bir kopyasını alacak ve arıtma tesisinin filtre torbalarını uygulanan çevre yönetmeliğine göre bertaraf etmesini sağlayacaktır.

Ekipman, iş için tasarlanmış bir dizi fırça (genellikle iki veya üç) içerir, kaldırılacak kirlilik ve uygulanan boya sistemi. Basınç ve su akış yönü değiştirilebilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Tekne temizleme teknolojisi, gemilerin patlatma ihtiyacını ve sıklığını azaltacak, su, enerji tasarrufu sağlayacak ve geleneksel püskürtme yöntemleriyle çevreye salınan olası emisyonları azaltacaktır.

Tüm tekne temizleme makineleri su ile çalışır ve bu nedenle yağ hidrolik makineleriyle işlem sırasında oluşabilecek petrol sızıntısı riski yoktur.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bkz. yukarıdaki teknik tanımlama.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yöntemler her türlü gemiye uygulanabilmekte ve gemilerin her iki tarafı da aynı ekipmanlarla işleme tabi tutulabilmektedir. Tam kuru havuzdaki gemiler için geçerli değildir.

Ekonomik boyut

Atık malzemelerin toplanması da dahil olmak üzere hafif ila orta kirlilik için işletme maliyeti m2 (2018 verileri) başına 3,5 ABD dolarıdır.

Referans literatür

[154, Nordik Bakanlar Konseyi 2016]

4.4.4 Malzeme-bazlı teknikler (ikame)

Genel olarak müşteri, kullanılacak kaplama sistemlerini belirler. Spesifikasyon ayrıca kaplamanın garanti koşullarından da etkilenir. Avluların uygulanacak kaplama sistemine hiçbir etkisi yoktur.

4.4.4.1 Su-bazlı kaplamalar

Tanımı

Bölüm 17.7.2.2'de genel bir tanımlama yapılmıştır.

Elde edilen çevresel faydalar

VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Daha uzun kuruma süreleri gereklidir, ancak bunlar iyi havalandırma ve bazı durumlarda ısıtma ile kısaltılabilir. Düşük sıcaklıklarda uygulamada sorunlar yaşanmaktadır. Genellikle kuru film kalınlıkları uygulamada daha düşüktür.

Çapraz ortam etkileri

Cebri havalandırma veya ısıtma uygulandığında ek enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bazı özel uygulamalar için su bazlı kaplamalar mevcuttur. Şu anda, su bazlı kaplamalar, gemi astarlarında VOC'leri azaltmak için tek uygun alternatiftir. İç alanlar için solventsiz kaplamalar da mevcuttur.

Finlandiya'daki tersanelerde gemilerin iç alanları için su bazlı evrensel bir astar yaygın olarak kullanılmaktadır. Solvent bazlı astar sadece kış aylarında dış mekan uygulamalarında kullanılır.

Su bazlı kaplamalar, ısı, güneş, yağmur ve tuz vb. şiddetli deniz atmosferik koşullarına maruz kalan yüzeylerde uygulanamaz. Gemi ve yat imalatı için su bazlı kaplamaların kullanılma durumu aşağıdaki gibidir:

- Atolye astarları: su bazlı çinko silikat mevcuttur, ancak yalnızca ara sıra uygulanır. Su bazlı epoksi ve modifiye alkidler de mevcuttur ancak genellikle uygulanmaz.
- Gemilerin dış yüzeyi: yatlar için su bazlı alkid, epoksi ve akrilat kaplamalar mevcuttur ve ara sıra uygulanır. Bazen su bazlı akrilat/alkid ve su bazlı çinko silikat uygulanır.
- Gemilerin içi: su bazlı sistemler mevcuttur; ancak bu, küçük ve kapalı alanlarda uygulandığında kuruma konusunda zorluklar yaratır ve sadece ara sıra uygulanır. Yeterince aşınmaya dayanıklı olmadıkları için depolama alanlarında uygulanmazlar.
- Yatlar için su bazlı kaplamalar mevcuttur; artık primerler ve dahili primerler olarak giderek daha fazla uygulanmaktadırlar. Bitiş kalitesi, son katlarda uygulanmalarını sınırlamıştır.

Su bazlı zehirli boyalar da mevcuttur, ancak bunlar sadece eğlence amaçlı tekne sektöründe kullanılır.

Ekonomik boyut

Yeni inşa edilen gemiler için su bazlı kaplama sisteminin maliyeti, solvent bazlı kaplama sistemlerine göre daha yüksektir. Gemilerin bakım ve onarımlarında eski kaplama katmanları ile uyumsuzluk, bunların patlatılarak sökülmesini gerektirebilir ve bu da ciddi maliyetlere neden olabilir.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 076 ve 074 No.lu tesisler. Finlandiya'daki tersanelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yatlar için giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [11, InfoMil 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

4.4.4.2 Yüksek katı madde içerikli kaplamalar

Tanımı

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.7.2.1. Halihazırda uygulanan yüksek katı bazlı kaplamalar 150 g VOC/l veya daha fazlasını içermektedir. Gemilerde solvent içermeyen iki bileşenli kaplamalar da uygulanabilir. Bu kaplamalar çok sert, gözeneksiz ve çok pürüzsüz bir yüzey oluşturur ve bu nedenle deniz suyu korozyonuna, petrol ürünlerine ve kimyasallara karşı çok dirençlidir. Navigasyon sırasında karşılaşılan yüzen buz gibi aşınmaya da dayanıklıdırlar. Ancak kullanılabilecek ürün yelpazesi oldukça sınırlıdır.

Elde edilen çevresel faydalar

VOC emisyonlarının azaltılması.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Gemi ve yat imalatı için uygulanabilirliği aşağıdaki gibidir:

- Ön imalat astarları: Film kalınlığı gerekenden daha yüksek olduğundan (sadece 20 µm gerekli) yüksek katı maddeli kaplamalar uygulanmaz.
- Su altı alanları için gemi ve yatların dış kısımlarında, dış alanlarda, ambarlarda ve su depolarında: yüksek katı maddeli epoksi kaplamalar yaygın olarak uygulanmaktadır. Su hattının altındaki kısımlara uygulanan kaplamanın VOC içeriği genellikle 150 g/l veya daha fazladır.
- Gemilerin iç alanları: Yüksek katı maddeli epoksi kaplamalar mevcuttur.
- Yatlar: Yüksek katı maddeli kaplamalar kullanılabilir ancak genellikle kullanılmaz. Su hattının altına uygulanabilirler. Yüksek katı maddeli kaplamalar bazen iç mekanlara da uygulanır.

Ekonomik boyut

Yeni inşa edilen gemiler için kaplama sisteminin maliyeti düşüktür. Gemilerin bakım ve onarımlarında eski kaplama katmanları ile uyumsuzluk, bunların patlatılarak sökülmesini gerektirebilir ve bu da ciddi maliyetlere neden olabilir.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır. [155, TWG 2016] belgesinde yer aln 074, 075 and 076 No.lu tesisler.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [11, InfoMil 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

[155, TWG 2016]

4.4.5 Ek korozyon koruması – katodik koruma

Tanımı

Koruyucu kaplama sistemlerine ek olarak, gemilerin daldırılmış yüzeyleri, katodik koruma (ör: etkilenmiş akım veya kurban anotlar) uygulanarak korozyona karşı korunabilir. Ayrıca gemilerin balast tanklarında da kullanılır. Katodik koruma, ek bir korozyon mekanizmasıdır ve kaplama sistemlerinin yerini almaz.

Elde edilen çevresel faydalar

Kaplamaların onarımı arasındaki sürelerin uzatılmasına yardımcı olabilir ve bu nedenle, tersaneden kaynaklanan püskürtme faaliyetleri ve VOC emisyonlarında bir azalma sağlanabilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Hem profesyonel hem de (daha az yaygın olarak) eğlence amaçlı kullanım için dünya çapında her tür gemide kullanılır.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[11, InfoMil 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

4.4.6 Kaplama uygulama teknikleri ve ekipmanları

4.4.6.1 Sıcak püskürtme

Tanımı

Genel bir tanımlama Bölüm 17.7.3.13'te verilmiştir. Gemilerde, solvent içermeyen iki bileşenli kaplamaları uygulamak için sıcak havasız sprey kullanılır. 300-1 000 mikronluk katmanlar elde edilir.

Elde edilen çevresel faydalar

VOC emisyonları önemli ölçüde azaltılır ve geleneksel havasız püskürtme ile karşılaştırıldığında (bkz. Bölüm 17.7.3.8), katman sayısı azaltılabilir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Uygun karıştırma oranını elde etmek için bilgisayarlı yerinde karıştırma gereklidir. Çalışma süresi kısadır ve kap ömrü sadece 10 dakikadır. Sıcak püskürtme için kullanılan ekipmanın tamiri zordur.

Çapraz ortam etkileri

Isıtma için enerji kullanılır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, geminin iç ve dış kısmındaki geniş yüzeylerin kaplanması için uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Bu kaplamaların maliyetleri geleneksel kaplamalara göre daha yüksektir; ancak uygulama süresi ve kuruma süresi daha kısadır. Sıcak püskürtme için ekipman maliyetleri daha yüksektir.

Referans literatür

[11, InfoMil 2003] [78, TWG 2005]

4.4.6.2 Uygulama noktasında entegre hava tahliyesi

Tanımı

Püskürtme noktasında havayı emen entegre fazla püskürtmeli ekstraksiyon sistemine sahip mobil kaplama uygulama başlığı. Bu robot püskürtmeye benzer.

Elde edilen çevresel faydalar

Artan verimlilik sayesinde malzeme tüketimi, VOC emisyonları ve ayrıca aşırı püskürtme emisyonları önemli ölçüde azaltılır. Fazla püskürtme, malzeme girişinin %5'ine düşürülebilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu kaplama uygulama üniteleri sadece düz, dik yüzeyler için kullanılabilir ve örneğin kavisli pruva ve kıç bölümlerinde veya düz diplerde kullanılamaz.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Sağlık ve güvenlik.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 074 No.lu tesis, Blohm + Voss GmbH, Hamburg, Almanya. HDW Kiel, Almanya.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

4.4.7 Biyosit bazlı zehirli boyalara alternatifler

Bölüm 4.2.3'te biyosit bazlı zehirli boyaların kullanılmasının çevresel etkileri hakkında bilgi verilmiştir. Biyosit bazlı zehirli boyaların kullanımına alternatif olan aşağıdaki alt bölümlerde sunulan tekniklerin, tesisin (tersane) değil, esas olarak geminin çevresel performansı ile ilgili olduğu unutulmamalıdır.

4.4.7.1 Silikon bazlı kirlenme önleyici kaplamalar

Tanımı

Silikon kaplamalar, kirlenmeye neden olan organizmanın kaplama yüzeyine sıkı bir şekilde tutunamaması etkisiyle düşük bir yüzey gerilimine (yapışmaz) sahiptir. Boşta kalma sürelerinde yüzeye kirlenme olabilir, ancak belirli bir minimum hızdan daha hızlı seyir sırasında boya yüzeyinde oluşan akımlar yüzeyi temizleyecektir. Silikon boyalar havasız püskürtme ile uygulanır.

Elde edilen çevresel etkiler

Kirlenme önleyici kaplamalar herhangi bir biyosit içermez. Daha düşük sürtünme direnci potansiyeli ile sonuçlanan çok pürüzsüz yüzeyler sağlarlar. Bu, kendinden cilalı biyosit içeren boyalara kıyasla yakıt tüketimini azaltabilir veya hızı artırabilir.

Kirlenme önleyici kaplamalar, servis süresi boyunca aşınmaz veya yıpranmaz ve bu nedenle de servis süresi boyunca boya bozulmadan kalır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Silikon kaplamaların uygulanması sırasında diğer tip boyalarla kaplanacak yüzeylere sonradan yapışma problemlerinden dolayı fazla püskürmesi engellenmelidir. Silikon boyaların uygulaması ve onarımı kesinlikle belirli bir prosedüre göre yapılmalıdır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Silisli boyaların üzerinde boşta kalma sürelerinde kirletici organizmalar yerleşebilecektir. Serbest bırakma etkisinin seyir süresi boyunca çalışabilmesi için belirli bir hıza ulaşılması gerekir. Günümüzde bu teknoloji, rölanti süreleri kısa ve minimum hızı 15-17 knot olan gemilerde kullanılabilmektedir. Silikon boyalar, çok fazla mekanik hasara maruz kalan kaplar için uygun değildir. Bu nedenle, kirlenme önleyici kaplamalar, özel kap türleri için hala niş ürünler olarak kabul edilmektedir.

Ekonomik boyut

Silikon boyaların maliyetleri, biyosit içeren zehirli boyalara göre oldukça yüksektir.

Örnek tesisler

Dünya genelinde kullanılmaktadır.

Referans literatür

[78, TWG 2005]

4.4.7.2 Sık mekanik temizlemeyle sert, pürüzsüz kaplama

Tanımı

Kirlenme önleyici kaplamalar, kirlenme yapışmasını azaltan sert, dayanıklı kaplama malzemelerinin kullanımı ve kirlenmeyi kısa aralıklarla fırçalayarak ve kazıyarak giderebilmektedir.

Kirlenmenin kısa aralıklarla fırçalanarak kazınması ve sert, dayanıklı kaplama malzemelerinin kullanılması, zehirli boyalara bir alternatiftir. Kısa duruş sürelerinde kirlenmeyi giderebilen döner fırçalı çeşitli cihazlar vardır.

Elde edilen çevresel faydalar

Bu zehirli boya yönteminde ağır metaller veya biyositler kullanılmaz.

Çevresel performans ve işletim verileri

Prosedürün dezavantajları, kısa temizleme aralıkları ve korozyon önleyici boya sisteminde hasar oluşma olasılığıdır.

Çapraz ortam etkileri

Bu yöntem, dünya denizlerinden yerel deniz ortamına yeni türlerin girmesi riskini beraberinde getirebilir.

Sualtı fırçalama, bu tür dalış operasyonları sırasında kontrolsüz bir su kirliliği riski oluşturur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu işlem, daha düşük sıcaklıklarda acı veya tatlı suda çalışan gemiler için uygundur.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [33, Watermann ve arkadaşları 2003] [78, TWG 2005]

4.4.7.3 Elektro-kimyasal prosesler

Tanımı

Kirlenme önleyici kaplamalar, kap yüzeyine bir voltaj potansiyeli uygulanarak sökülebilir. Bu işlem elektrolize neden olur. Kirletici maddeler, yüzeyde (tuzlu suda) üretilen toksik klor bileşikleri tarafından engellenir ve/veya yüzeydeki pH değeri değiştirilir ve bu da kirleticilerin çökmesini engeller. Bu teknik korozyonu azaltır.

Elde edilen çevresel faydalar

Bu zehirli boya sistemi biyosit içermez.

Çevresel performans ve işletim verileri

Serbest bırakılan bakır miktarları, bakır bazlı zehirli boyalarla karşılaştırılabilir. Bu yöntemin kirlenmeye karşı çok etkili olduğu kanıtlanmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Elektrotlar bakırdan imal edilebilmektedir ve bu da kirletici organizmalar için toksik olan bakır iyonlarının emisyonuna neden olur. Zehirli klor bileşikleri oluşur.

referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [33, Watermann ve arkadaşları 2003] [78, TWG 2005]

4.4.8 Çıkış gazı arıtma

Tanımı

Bölüm 17.10'da genel bir tanımlama verilmiştir.

Boyama ve püskürtme işlemlerinden kaynaklanan emisyonlar, kapalı atölyeler kullanılarak etkin bir şekilde azaltılabilir (bkz. Bölüm 4.4.2.2 ve 17.10.2.1). Bunlar, Bölüm 17.10'da açıklandığı gibi çıkış gazı arıtma teknikleriyle donatılabilir.

Örneğin, püskürtmeden kaynaklanan VOC içeren çıkış gazları aktif karbon yoluyla adsorbe edilebilir (bkz. Bölüm 17.10.6.2). Alternatif olarak, organik çözücüler bir termal oksitleyici içinde işlenebilir (bkz. Bölüm 17.10.5). VOC konsantrasyonlarının izin verdiği durumlarda, solvent absorpsiyon yoluyla yeniden üretilebilir veya kullanılan termal oksitleyici rejeneratif olabilir ve oksidasyon işleminden ısıyı geri kazanabilir.

Toz ve aşırı püskürtülmüş parçacıklar, Bölüm 17.10.4'te açıklanan tekniklerle işlenebilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Elde edilen avantajlar, VOC ve/veya toz emisyonlarında önemli bir azalmayı içerir.

Örnek bir tesiste 300.000 m^3/s kapasiteli bir çıkış gaz arıtma tesisi kullanılmaktadır. VOC emisyonları %75 oranında azaltılır ve ortalama 23 mg/m^3 temiz gaz konsantrasyonu elde edilir (2005 verileri).

Verimli havalandırma ve toz azaltma sistemleri, her saat beş kat hava değişimine olanak tanır ve temiz havada 5 mg/m3'ten daha düşük toz konsantrasyonları elde edilebilir.

Çevresel performans ve işletim verileri

VOC azaltımından önce toz seviyelerinin azaltılması gerekebilir.

Çapraz ortam etkileri

Gaz çıkışı ve arıtma için enerji tüketimi gerektirir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Tersanelerin tadilatı için geçerlidir.

Ekonomik boyut

Yüksek maliyetler söz konusudur. Örnek tesis için yapılan yatırım yaklaşık 21 milyon Avro seviyesinde olmuştur. Yıllık işletme maliyeti yaklaşık 1 milyon Avrodur ve bu, geleneksel prosesin işletme maliyetinden biraz daha düşüktür. Buna kum püskürtme işlemleri için filtre sistemleri de dahildir (2005 verileri).

Örnek tesisler

HDW Kiel, Almanya.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

4.4.9 Atık ve atıksu yönetimi

4.4.9.1 Atık ve atıksu akışlarının birbirinden ayrılması

Tanımı

Gemi havuzları ve kızaklar şu sistemler kullanılarak yapılmaktadır:

- Kuru atıkları etkili bir şekilde toplamaya, işlemeye ve ıslak atıklardan ayrı tutmaya yarayan bir sistem;
- Atık suyu yağmur suyundan ve akan sudan ayıran bir sistem.

Ayrıca bkz. Bölüm 17.12.1.

Elde edilen çevresel faydalar

- Su kirliliğini azaltır.
- Atık işleme, depolama ve sonraki yönetimi kolaylaştırır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu, inşaat işlerini içerdiğinden, yalnızca yeni rıhtımlar ve kızaklar ya da mevcut olanların büyük ölçüde yükseltilmesi için uygulanır.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanır.

Referans literatür

[151, CESA 2011]

4.4.9.2 Atıksu arıtma

Tanımı

Yağ, gres, potansiyel olarak ağır metaller ve biyositler içeren boya kalıntıları gibi çeşitli kirleticileri atı sudan etkin bir şekilde uzaklaştırabilen uygun atıksu arıtma (AAT) sistemlerinin kullanılması. Ayrıca bkz. Bölüm 17.11.

Teknik tanımlama

Atık su, deşarjdan önce kaynakta (örneğin, çamur püskürtme sırasında) arıtılabilir veya saha içinde veya dışında toplanarak atık su arıtma tesisine gönderilebilir. Gerekli arıtma, mevcut maddelere ve deşarj noktasına (liman gibi yüzey sularına veya belediye pis kanalizasyonlarına) bağlı olacaktır. Bölüm 17.11'de çeşitli atıksu arıtma teknikleri değerlendirilmiş ve diğer bilgi kaynakları sunulmuştur.

Elde edilen çevresel faydalar

Özellikle kapalı limanlarda veya nehir ağzı alanlarında su kirliliğinde azalma.

Çevresel performans ve işletim verileri

Aşağıda atıksu arıtmasına çeşitli örnekler verilmiştir:

i. Su püskürtme teknikleri kullanıldığında, atıksu havuzda toplanabilir, tanklara konulabilir ve atıksu arıtma tesislerine verilebilir (bkz. Bölüm 4.3.2.2).
ii. Bir tesiste, atıksu arıtımı, çökeltme ve flokülasyondan (örneğin demir (III) klorür kullanılarak), ardından ayırma ve filtrasyondan oluşan birkaç adımda gerçekleştirilir. Üretilen atığın hacmini ve ağırlığını azaltmak için ayrılan çamur, bertaraf edilmeden önce preslenir. Temizlenen atıksu tekrar kullanılır veya fazla su olması durumunda atık su olarak deşarj edilir. Bu sistem ile filtrelenebilir maddeler için arıtmadan sonra 10 mg/l'lik emisyon seviyeleri elde edilebilir.

Çapraz ortam etkileri

Arıtmada kullanılan her türlü enerji ve kimyasallar.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Maliyetler, tesisatın boyutuna bağlıdır. Yukarıda verilen örnek (ii)'de, tesisat dahil komple tesis için Almanya'daki maliyet yaklaşık 100.000 Avrodur (2000 yılı verileri).

Orta büyüklükteki gemilerin (> 15 000 GT) tamiriyle iştigal eden tesislerdeki su arıtma tesislerinin maliyetlerinin 2 milyon Avroyu aştığı belirtilimiştir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Su, liman ve liman kirliliği mevzuatına uygunluk.

Örnek tesisler

Flender-Werfft, Lückbeck, Almanya.
Ayrıca bkz. Tablo 4.2.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [78, TWG 2005]

4.4.9.3 Atık yönetimi ve en aza indirilmesi

Tanımı

Havuz disiplini kapsamında (bkz. Bölüm 4.4.1), atık yönetimi:

- en aza indirme; geri kazanma, yeniden kullanma ve geri dönüştürme (özellikle kuru kumlama kumu);
- Kapalı alanlarda belirlenmiş, etiketli kaplarda atıkların güvenli bir şekilde depolanmasını içerir.

Teknik tanımlama

Ayrıca bkz. Bölüm 17.12.

Aşağıda belirtilen artık maddeler ilgili mevzuat ve prosedürlere göre toplanarak bertarafi yönetilmektedir. Bunun özellikle kuru havuza su doldurulmadan önce yapılması önemlidir:

- Sökülmüş boya kalıntıları;
- boya artıkları ve kullanılmış boya alıcıları;
- Fazla püskürtülmüş kaplama maddesi;
- kullanılmış ve kirlenmiş püskürtme malzemeleri;
- temizlik malzemeleri;
- kazınmış veya çıkarılmış çamur, yağlı kalıntılar ve diğer maddeler.

Kullanılmış kuru kum ve hurda malzemeleri gibi bazı malzemeler, geri dönüşümlerine ve yeniden kullanımlarına yardımcı olmak için ayrı olarak toplanabilir.

Atık kuru kumlama kumunun (bakır cürufu) geri dönüşümü yalnızca diğer faaliyetler için (örneğin inşaat veya dolgu malzemesi olarak) mümkündür.

Elde edilen çevresel faydalar

Su ortamının kirlenmesinin önlenmesi.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bkz. kuru havuz disiplini, Bölüm 4.4.1.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Bakım ve onarım alanlarındaki kuru kumlama kumu (bakır cürufu), kaplama için yüzey hazırlığını elde etmek için açısallık gerektirir. Bu nedenle geri kazanılan kum bu amaç için uygun olmayabilir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 43 no.lu PT görüşü].

Ekonomik boyut

- Malzemelerin yeniden kullanılmasından elde edilen maliyet düşüşü (özellikle uygun türde kuru kumlama kumu için).
- Hurda malzemelerin geri dönüştürülmesinden dolayı maliyet geri kazanımı.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Su kirliliğini önleme, liman atıkları ve liman atık yönetimi yönetmeliklerine uygunluk.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanmaktadır.

Referans literatür

[78, TWG 2005] [121, Portekiz 2006] [212, TWG 2018]

5 UÇAKLARIN KAPLANMASI

5.4 Uçakların kaplanması hakkında genel bilgi

[176, ASD 2017] [258, ASD 2019]

Bu bölümde sivil uçak boyama anlatılmaktadır. Proseslerin farklı olması nedeniyle, bu bölüm inşaat ve bakıma ayrılmıştır.

Bakım kapsamında boya onarımı yapılır veya tamamen yeni uygulanır ve tüm boya uygulaması manuel olarak yapılır. Kaplama sisteminin seçimi, imalatçının varsayımlarına, uluslararası düzenlemelere ve müşterinin gereksinimlerine bağlıdır.

Bir sanayi federasyonunun sağladığı istatistiklere göre, havacılığın toplam cirosu 2016 yılı için 162 milyar Avro, sivil alan için %72 ve askeri alan için %28'lik bir paya sahiptir. Havacılık, bakım onarımları ve operasyonları ve hava trafik yönetimi yer sistemleri de dahil olmak üzere yaşam döngüsü boyunca insanlı ve insansız tüm sertifikalı uçan nesneleri içerir. 2016 yılında sektörün toplam istihdamı 543.000 işçi olup, bunun %66'sı sivil alanları kapsamaktadır. [258, ASD 2019].

5.2 Hava taşıtlarının kaplanmasında uygulanan işlemler ve teknikler

[176, ASD 2017]

5.2.1 Konstrüksiyon

Uçağın yaklaşık 25 yıllık kullanım ömrü boyunca korozyona karşı korunması gereklidir ve bu nedenle hava taşıtlarının bakımında olduğu gibi yalnızca belirli boya sistemleri kullanılabilir ve aynı zamanda müşteri gereksinimleri de dikkate alınır.

5.2.1.1 Bileşenlerin ve detaylı parçaların boyanması – yapısal kaplama

Bileşenler, montaj yapılmadan önce çoğunlukla kısmen boyanır. Bu parçalar bir astarla (metalik parçalarda krom içerir, kompozit parçalarda kromat içermez) kaplanır ve daha sonra bir son kat veya vernik ile boyanabilir. Bir yıkama astarı sadece istisnai durumlarda, yani rötuş ve onarımda uygulanır. Üretim proseslerinin yeterli iş hacmine izin verdiği durumlarda, spreyleme bazen akış prosesinde veya kombinasyon boyama ve kurutma (örneğin konveksiyonlu kurutucular ve kızılötesi kurutucularla) kullanılarak bileşenlerin hızlandırılmış kuruması için otomatikleştirilir. Harici üreticiler tarafından teslim edilen parçalar, normalde bir bazik astar ve istenirse son kat ile kaplanmış olarak tedarik edilir (alüminyum parçalar olması durumunda temel astar kromat içerir, ancak kompozit bileşenler için kromat içermeyen astar kullanılır).

Kromatlar, havacılık ve savunma sektörünün zorlu teknik, güvenlik ve uçuşa elverişlilik gereksinimlerini karşılayarak metalik yüzeylerin korunmasında korozyon önleyici olarak 50 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Kromatların kullanımıyla, uzun süreler boyunca korozyon koruması sağlanabilir ve böylece aşırı koşullarda bile uzun ömürlü ürünlerde yüksek düzeyde korozyon önleyici güvenilirlik sağlanır.

Bazı çok özel durumlarda, örn. belirli malzemeler (kompozit, titanyum) üzerinde yapısal uygulamalarda, engellenmeyen bir astar kullanılabilir.

Ancak, sektör tarafından son on yılda yürütülen yoğun araştırma çabalarına rağmen, şu anda havacılık ve savunma sektöründeki bazı spesifik süreçler için gerekli performans, güvenilirlik ve güvenlik seviyesini karşılayan kromatsız alternatifler mevcut değildir. Alternatiflerin kalifikasyonu ve sertifikasyonu açısından havacılık ve savunma sanayisine yönelik süreç, sanayi ile ortaklaşa hazırlanan bir EASA/ECHA raporuna[25] yansıtılmıştır.

REACH Tüzüğü [47, EU 2006] çerçevesinde, bazı kromatların boya, astar, yüzey işleme ve sert krom gibi uygun alternatiflerin bulunmadığı uygulamalarda, ilgili yasaktan önce uygulamaya devam edilmesiyle ilgili izin başvuruları ilgili tarihlerde (2017 ve 2019), Avrupa Kimyasallar Ajansı'na yapılmıştır. Bu toplu başvurular, havacılık ve savunma sektörü ile kimya endüstrisinden ana aktörler ile sanayi konsorsiyumları çerçevesinde hazırlanmıştır.

[25] Havacılık endüstrisi bağlamında izin sürecinin kilit yönlerinin ayrıntılı bir açıklaması, EASA-ECHA, Nisan 2014. DOI: 10.2823/9437.

5.2.1.2 Dış yüzeylerin boyanması

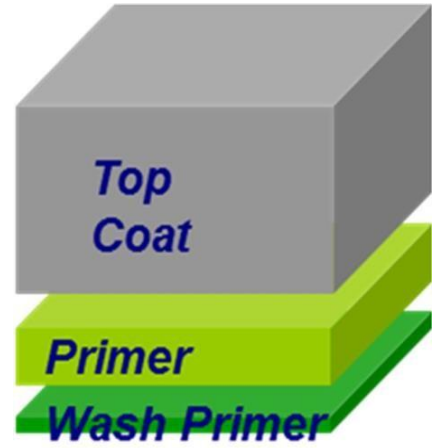
Tamamlanan uçağın dış yüzeyleri manuel olarak kaplanmaktadır. Uçağın son montajından sonra son cila uygulaması yapıldığından, yalnızca ortam sıcaklığında kürlenen kaplamalar kullanılabilir. Şu anda, ağırlıklı olarak yüksek katı maddeli boyalar (%30 ile %40 arasında bir solvent kısmı olan) kullanılmaktadır ve bu, havacılık endüstrisinde standarttır. Bununla birlikte, geleneksel solvent bazlı boyalar (solvent içeriği yaklaşık %55-65 olan), küçük ve/veya askeri uçak üreten şirketler tarafından hala kullanılmaktadır.

Bakımda olduğu gibi yeni uçakların kaplanması da kapalı atölyelerde yapılıyor. Uygulanan kaplamalar ortam sıcaklıklarında kürlenir. Genellikle gövde kaplanır ve önce tamamen kurutulur. Ardından, gövde maskeleme malzemeleri ile kaplanır ve ardından kanatlar ve arka kanat boyanır.

5.2.1.2.1 Geleneksel boya şeması

[176, ASD 2017]

Boyama işlemi yıkama astarı uygulaması, astar uygulaması ve son kat uygulaması olarak alt bölümlere ayrılır.



Kaynak: [176, ASD 2017]

Şekil 5.1: Geleneksel boya şeması

Geleneksel solvent bazlı boyalar, ağırlıkça aşağıdaki solvent içeriğine sahiptir:

- korozyon önleyici bileşik: %45-50 solvent içeriği;
- yapısal yıkama astarı: polivinil bütirat veya epoksi veya poliüretan reçine bazlı kromat içeren %70-90 solvent;
- yapısal bazik astar: epoksi veya poliüretan reçine bazlı, %5-25 kromat içeren %50-73 solvent;
- yapısal temel astar (engellenmemiş): %71 solvent, kromat içermez (kromatsız solüsyonlar için daha yüksek VOC solvent içeriği girdileri);
- yapısal son kat: %55-65 solvent;
- vernik / tutturucu koruması: %45-60 solvent;
- dış ara kat: %70-80 solvent.

Lake sisteminin seçimi, üretici varsayılanlarına, uluslararası düzenlemelere ve müşteri gereksinimlerine bağlıdır. Solvent içeren çıkış gazlarının arıtılması yaygın bir uygulama değildir.

Solvent bazlı boyalar, boyama işleminin tüm aşamalarında (yıkama astarı, astar, sonkat, vernik ve onarım) ve metal ve plastiklerde kullanılabilir. Üreticinin korozyona karşı koruma garantisi 25 yıl sürdüğü için sadece belirli boya sistemleri kullanılabilmektedir. Düşük VOC alternatifleri (uygun özelliklere ve uygun niteliklere sahip) mevcut olduğunda, bunlar tercih edilir.

Ön işlem

Dış yüzeyler kaplanmadan önce kirler, örn. kerosen, yağlar ve gres çıkarılır. Gövde, kanatlar ve arka kanat temizlik maddeleri ile temizlenir. Yüzeyler zımparalanır ve ardından tekrar temizlenir.

Yıkama astarının uygulanması

Ön işlemden sonra yıkama astarı elektrostatik püskürtme teknikleri kullanılarak manuel olarak uygulanır. Yıkama astarı, poliüretan veya epoksi reçineleri veya polivinil butirat (PVB) bazlı solvent ve kromat içeren bir malzemedir. Çözücü içeriği yaklaşık %70-90'dır. Daha fazla korozyon koruması için stronsiyum veya çinko kromat gereklidir. Tabaka kalınlığı 8 µm ila 10 µm arasında değişir. Uygulamadan sonra solventlerin buharlaşması ortam sıcaklığında gerçekleşir.

Astarın uygulanması

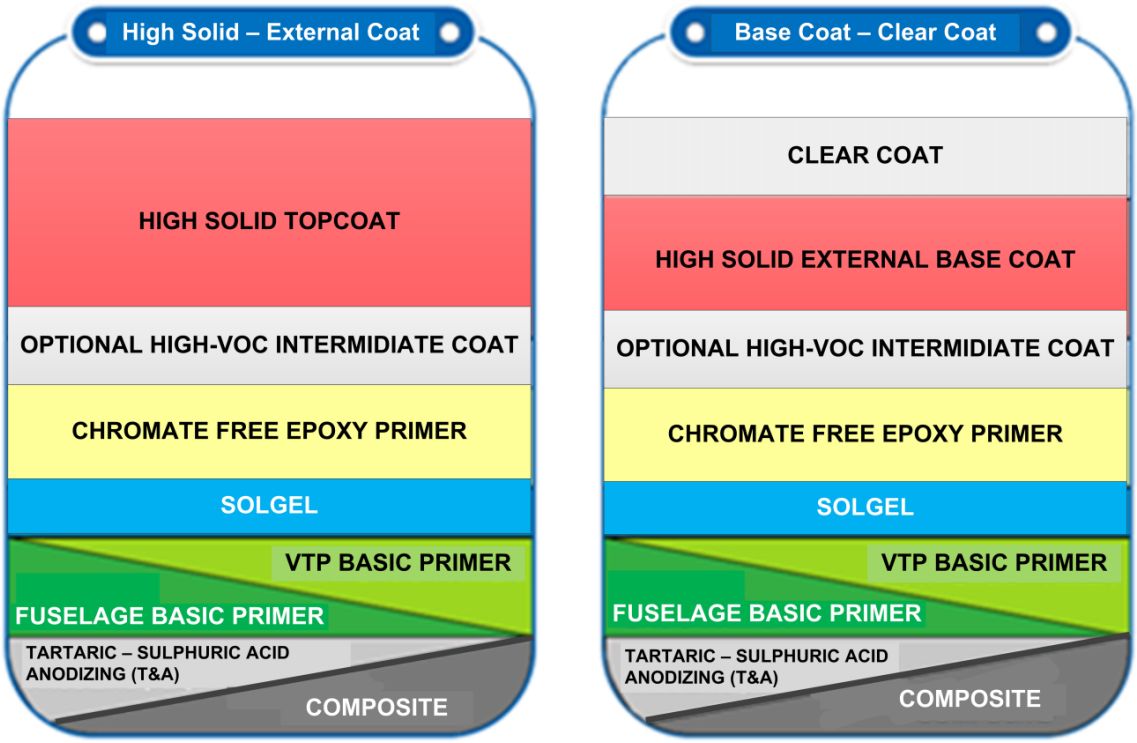
Yıkama astarından sonra solvent içerikli epoksi reçine veya poliüretan bazlı astar uygulanır. Bu, bir elektrostatik püskürtme uygulamasıyla manuel olarak yapılır. Bu malzemelerin solvent içeriği %50 ile %65 arasında değişmektedir. Stronsiyum veya çinko kromat içeriği %10-20'dir. Uygulanan tabaka kalınlığı ortalama 15-25 µm'dir. Malzeme ortam sıcaklığında kürlenir.

Son kat uygulaması

Son kat, müşterilerin isteklerine göre çok farklı olabilir. Sadece solvent içeriği %55-65 olan solvent bazlı iki bileşenli boyalar kullanılmaktadır. Son kat, elektrostatik püskürtme yoluyla birkaç kat (renge göre iki ila dört) halinde uygulanır. Uygulanan renge bağlı olarak tabaka kalınlığı 60-100 µm'dir. İlk katman uygulandığında, sınırlı bir fazla kaplama süresi penceresi sırasında bir sonraki katmanın uygulanabilmesi için teknik bir bekleme süresine uyulmalıdır. Bu, gerekli katman sayısına ulaşılana kadar tekrarlanır. Ardından, son kat katmanları kurutulur. Daha sonra dekorasyon renkleri ya her renk için bir dizi son kat sprey uygulamasıyla ya da dekoratif yapışkan filmlerle uygulanır. Müşterinin isteği üzerine son kat üzerine şeffaf bir kat uygulanabilir.

5.2.1.2.2 Yüksek katı madde içerikli boya şeması

Mevcut standart dış cephe boya sistemi, ayrıntılı parçaların temel korumasının üzerine uygulanan yüksek katı maddeli kromsuz epoksi astar ve yüksek katı maddeli poliüretan son kattan oluşur (bkz. Bölüm 5.4.1.1). Son kat yerine yüksek katı maddeli baz kat ve vernik kombinasyonları giderek daha fazla kullanılmaktadır. Artık bir yıkama astarı kullanılmamaktadır. Müşteri, daha sonra boya sisteminin sıyrılabilirliğini iyileştirmek için yüksek katı maddeli krom içermeyen epoksi astar ile son kat (veya temel kat) arasına bakım boyası olarak solvent bazlı bir ara katın uygulanmasını içeren bir seçeneği tercih edebilir.



NOT: PA: önceden uygulanmış.

Kaynak: [176, ASD 2017] [[212, TWG 2018] belgesindeki ASD görüşü]

Şekil 5.2: Yüksek katı madde içerikli boya şeması

5.2.1.3 Geçici korozyon koruması

"geçici korozyon koruması" adı verilen uygulama, hava taşıtının iç alanına suyu reddeden katmanların uygulanmasıyla elde edilir. Malzeme yüzeyde kalıcı olarak kalır. Ana alanlar, örneğin kapılar, kapılar, tekerlek yuvaları ve kargo depolama alanları ve yüksek korozyon riskleri veya yoğuşmanın meydana gelebileceği yerlerdir. Yakıt deposu sınırları içinde geçici korozyon koruması uygulanmaz. Geçici korozyon koruma malzemeleri solvent bazlı, mum benzeri maddelerdir. Uygulama fırça veya püskürtme ile yapılır. Ürünlerin solvent içeriği yaklaşık %40-60'tır.

5.2.2 Bakım

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

Boya uygulaması sıcaklık ve hava neminin ayarlanabildiği kapalı atölyelerde yapılır. Egzoz havası akışlarından aşırı püskürtmenin birikmesi için ıslak toz toplayıcılar kurulur. Uygulanan boyalar ortam sıcaklığında kurur.

5.2.2.1 Boyanın çıkarılması

Bakım bağlamında, her 6 ila 8 yılda bir ana kat ve son katlar sökülür. Havayolu şirketi değişikliği olursa boya sökme işlemi daha erken yapılır. Bu, kiralama şirketleri için en yaygın yöntemdir. Boya çıkarma (ve yeni boya uygulaması) optik nedenlerle ve yapının aşınma ve korozyon açısından incelenmesi için yapılır. Boya çıkarma işlemi genellikle kimyasal olarak yapılır. Çevresel nedenlerle tercih edilen su püskürtme, aşırı mekanik strese neden olduğu için artık uygulanmamaktadır. Uçak su bazlı, alkali bir temizlik maddesi ile temizlenir. Camlar, yürüyen aksam ve elyaf takviyeli plastik, kompozit malzemelerden oluşan parçalar kurutulduktan sonra maskelenir. Aşağıdaki boya çıkarma işlemi asitle temizleme veya mekanik zımparalama ile yapılır. Asit temizliği için havasız püskürtme teknikleri ile su bazlı benzil alkol formik asit uygulanır. Dikişlerdeki dolgu macunları elle çıkarılır. Kompozit malzemeler ve kısmen metal yüzeyler için ön işlem zımparalanarak yapılır.

5.2.2.2 Temizlik

Maserasyona uğramış boya tabakaları suyla çıkarılır. Ardından sulu-alkali nötralizasyon ve temizleme gerçekleşir. Boya uygulamasından önce yüzeyler organik solventler ve temizlik bezleri ile manuel olarak temizlenir. Genel olarak, solvent olarak bir butil asetat ve butil alkol karışımı kullanılır.

5.2.2.3 Ön işlem

Astar uygulanmadan önce metal yüzeylere solvent bazlı yıkama astarı uygulanır. Bu malzeme %76 organik çözücü ve yaklaşık %14 çinko kromat (katı içeriğinde) içerir. Malzeme elektrostatik püskürtme uygulaması ile uygulanır. Kompozit malzemeler üzerine yıkama astarı uygulanmaz.

5.2.2.4 Astar

Astar olarak iki farklı malzeme kullanılır:

- kromatsız %70 solvent içeriğine sahip poliüretan veya epoksi bazlı astar; ve
- stronsiyum kromat (katı içeriğinin yaklaşık %20'si) ve yaklaşık %67 organik çözücü içeren astar.

Kromat içeren astarlar, atmosferin yüksek nemli ve tuzlu olduğu iklim koşullarında veya müşterinin talebi üzerine korozyona karşı daha fazla koruma sağlamak için kullanılır. Uygulama elektrostatik destekli sprey uygulamaları ile manuel olarak yapılır.

5.2.2.5 Üst kat

Son kat olarak solvent içeriği yaklaşık %61 olan geleneksel iki bileşenli boyalar ve solvent içeriği yaklaşık %43 olan üç bileşenli yüksek katı boyalar kullanılır. Her iki boya da kromat ve kurşun içermez. Uygulama elektrostatik destekli püskürtme ile manuel olarak yapılır.

5.2.2.6 Vernik katı

Geleneksel son kat kaplamalar genellikle şeffaf bir kaplama tabakası ile kaplanır. Yüksek katı maddeli son katlar uygulanırsa, ek bir vernik katmanı gerekli değildir. Sadece müşterinin isteği üzerine kullanılır. Son katlarda olduğu gibi aynı uygulama yöntemi kullanılır.

5.3 Uçak kaplamada mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

5.3.1 Konstrüksiyon

5.3.1.1 Malzeme tüketimi

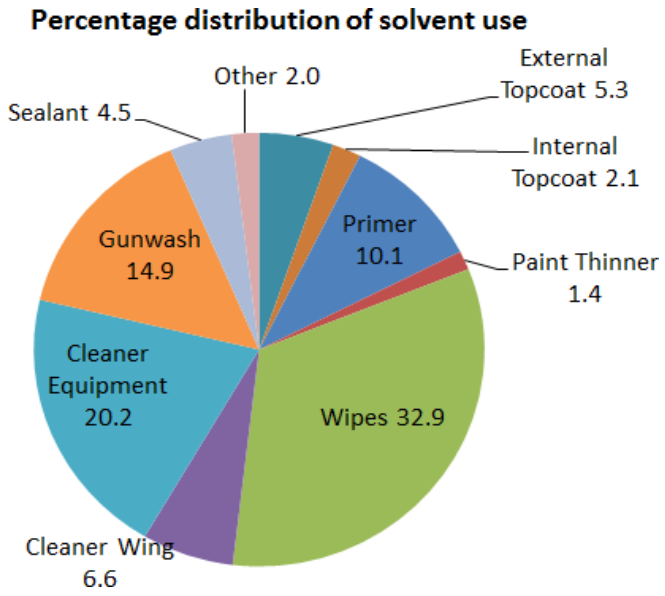
Bir uçağın kaplanması için gerekli malzeme tüketimi, kaplanacak toplam yüzey ile ilgili olmakla birlikte, müşterilerin özel isteklerine de bağlıdır. Dış yüzeye ek olarak, kaplanmış bileşen parçalarının yüzeyi de dikkate alınmalıdır. Tek koridorlu (SA) bir uçak için ortalama çevrim süresi, tasarımın karmaşıklığına bağlı olarak yaklaşık 5 ila 6 gün ve büyük veya çok büyük uçaklar (LA) için 7 ila 18 gün arasındadır. Maskeleme ve bitirme için zamanın önemli bir kısmına ihtiyaç vardır. Bileşen parçalarının kaplanması için tüketilen toplam boya miktarının önemli bir oranı gereklidir. Tablo 5.1'de, bir A320 (SA) ve bir A330 (LA) için genel ortalama bilgiler sunulmuştur.

Tablo 5.1: Airbus A320 (SA) ve Airbus A330 (LA) kaplama hakkında genel bilgiler

Kategori	SA – A320	LA – A330
Boyanacak alan	> 760 m^2	> 2 200 m^2
Boya miktarı	~ 600 l	~ 1 500 l
Uçakta son kütle	~ 120 kg	330 kg ila 400 kg arasında
Ortalama kaplama sayısı	5 (> 4 000 m^2)	5 (> 10 000 m^2)
Ortalama çevrim süresi	5 to 6 days	7 ila 18 gün arasında
Kaynak: [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 4 no.lu ASD görüşü]		

Bir Airbus A320'nin dış yüzeylerinin kaplanması için, tamamlanan uçağın toplam dış yüzey alanı 760 m2'nin üzerinde ve Airbus A330 için 2.200 m2'dir. Uygulanan kuru malzeme Airbus A330 için toplam 330-400 kg ağırlığa sahiptir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 4 no.lu ASD görüşü].

Bir tesiste (bileşen üretimi) proses başına solvent kullanımının yüzde dağılımı Şekil 5.3'te sunulmuştur. Temizleme faaliyetlerinin toplam solvent kullanımının yaklaşık %75'ini oluşturduğunu belirtmekte fayda var (ürün temizliği ~ %40'ı ve ekipman temizliği ~ %35'ini oluşturmaktadır) [[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 078 no.lu tesis]. Tüm sektör için, temizleme faaliyeti daha az önemlidir ve toplam solvent kullanımının yaklaşık %50 ila %60'ını temsil eder. [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 7 no.lu ASD görüşü].



Kaynak: [155, TWG 2016] belgesinde yer alan 078 no.lu tesis

Şekil 5.3: Bir kurulum için proses başına solvent kullanımının yüzdelik dağılımı (bileşen üretimi)

5.3.1.2 Su tüketimi

Su tüketim verileri iki tesis tarafından bildirilmiştir: birincisi, ana tüketim sektörü VOC emisyonunun azaltılması için ıslak yıkayıcıları içermek üzere 6.600 m3/yıllık bir toplam tüketimi değeri bildirmiştir [155, TWG 2016]. Bildirilen ikinci rakam 18 000 m3/yıl olup, en önemli tüketim sektörü ozmoz ve nemlendirme süreçleriyle ilgilidir. STS faaliyetleri, sitelerin toplam su tüketiminin yaklaşık %3 ila %6'sını temsil etmektedir. [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 9 no.lu ASD görüşü].

5.3.1.3 Enerji tüketimi

Enerji tüketiminin çoğu, STS faaliyetleri sırasında hava tahliyesi/sirkülasyon gereksinimlerinden kaynaklanmaktadır.

Genel olarak toplam enerji tüketimi onbinlerce MWh mertebesindedir ve enerji ölçümü yapılır.

Enerji tüketimini azaltmak ve enerji verimliliğini artırmak için tanımlanan ana teknikler şunlardır:

- Tüm hangarların havalandırma sistemlerinde egzoz havası ısı değişimi tahmini %20-30 civarında enerji tasarrufu ile;
- Hazırlama, flash-off ve kürleme prosesleri sırasında kabin havasının sirkülasyonu;
- %15 (gaz tüketimi) düzeyinde tahmini enerji tasarrufuyla proses havasının sıcaklık ve nem optimizasyonu;
- Kürleme için sıcak hava sirkülasyonu için enerji tüketiminin optimizasyonu, örn. bir hava türbülatörü kullanarak.

5.3.2 Yapım proseslerinden kaynaklanan emisyonlar

[155, TWG 2016]

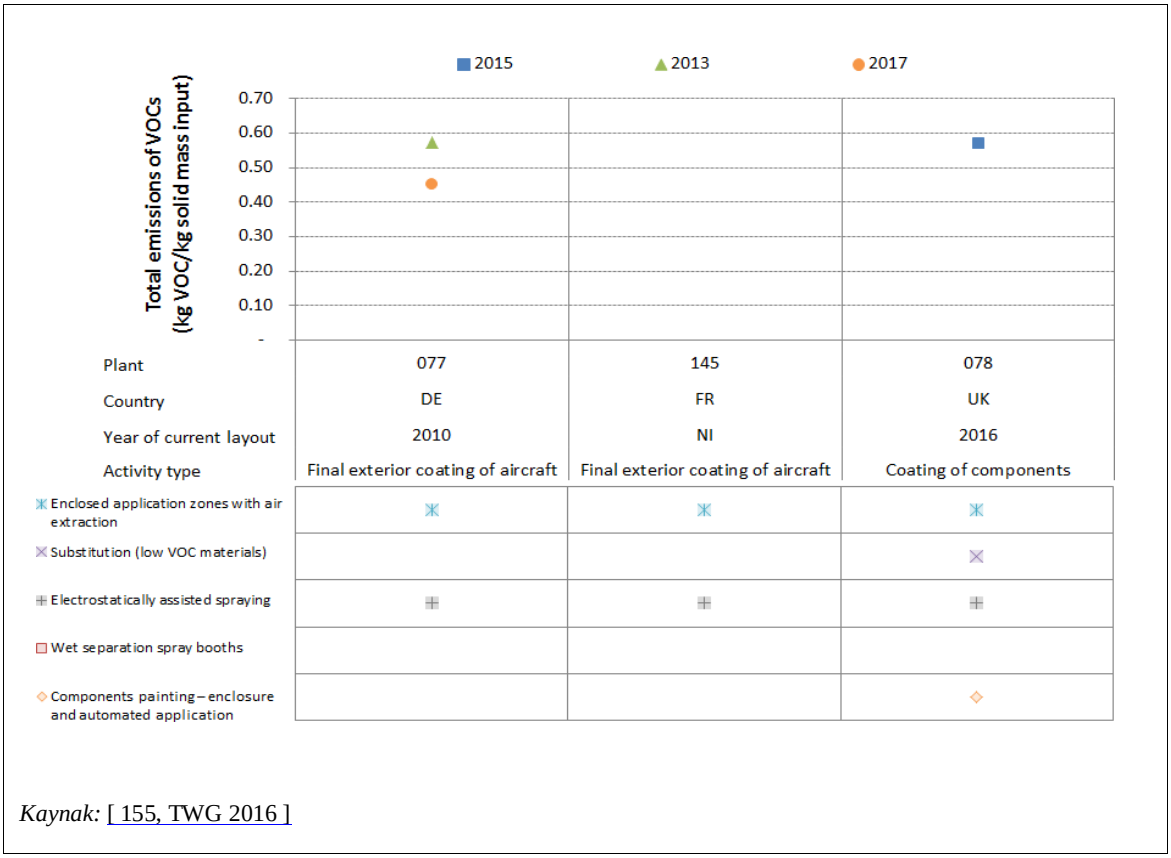
Avrupa'nın en büyük uçak üreticisinin faaliyetleri göz önüne alındığında, 2016 yılında yaklaşık 700 uçaklık bir üretim kapasitesi için toplam VOC emisyonları yaklaşık 1 000 t/yıl olmuştur. VOC emisyonları esas olarak temizlik faaliyetlerinden (ürünler ve ekipman) ve boyamadan kaynaklanmaktadır. [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 11 no.lu ASD görüşü].

Bileşen parçalarının boyanması, genellikle, tüm uçağın son montajına ve son boyanmasına ayrılmış tesislere farklı fabrika konumlarında gerçekleştirilir.

Bu nedenle, VOC emisyonlarını azaltma tekniği, önceden emprenye edilmiş mendiller kullanarak veya kullanılmış kaplamalarda, örneğin Bölüm 5.2 ve 5.4'de açıklandığı gibi yüksek katı madde içerikli ve/veya iki bileşenli kaplamalar kullanarak temizlik faaliyetleri gerçekleştirirken VOC miktarını azaltmaktadır.

5.3.2.1 Toplam VOC emisyonları

Ortalama olarak, bir kg katı kütle girdisi başına toplam VOC emisyonları, Şekil 5.4'te gösterildiği gibi, monte edilmiş uçakların dış yüzeylerinin kaplanması için 0,55-0,6 kg mertebesindedir. Bileşen kaplamasının aktivite oranının daha yüksek olduğu yerler için, solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları daha yüksektir.

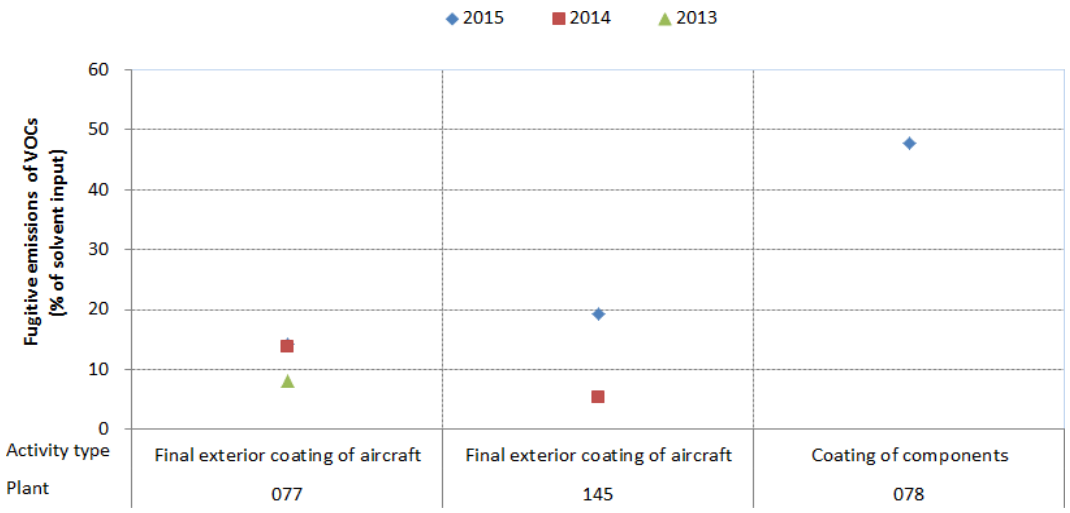


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 5.4: Katı kütle girdisinin kg'ı başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

5.3.2.2 Kaçak VOC emisyonları

Üç tesisten solvent kütle dengeleri hakkında rapor edilen veriler, kaçak emisyonların solvent girdisinin %10'undan azından %50'sine kadar değiştiğini göstermektedir (bkz. Şekil 5.5). Bileşen kaplama faaliyetinin oranının daha yüksek olduğu sahalar için, Şekil 5.5'te gösterildiği gibi kaçak emisyon yüzdesi daha yüksek olabilir.

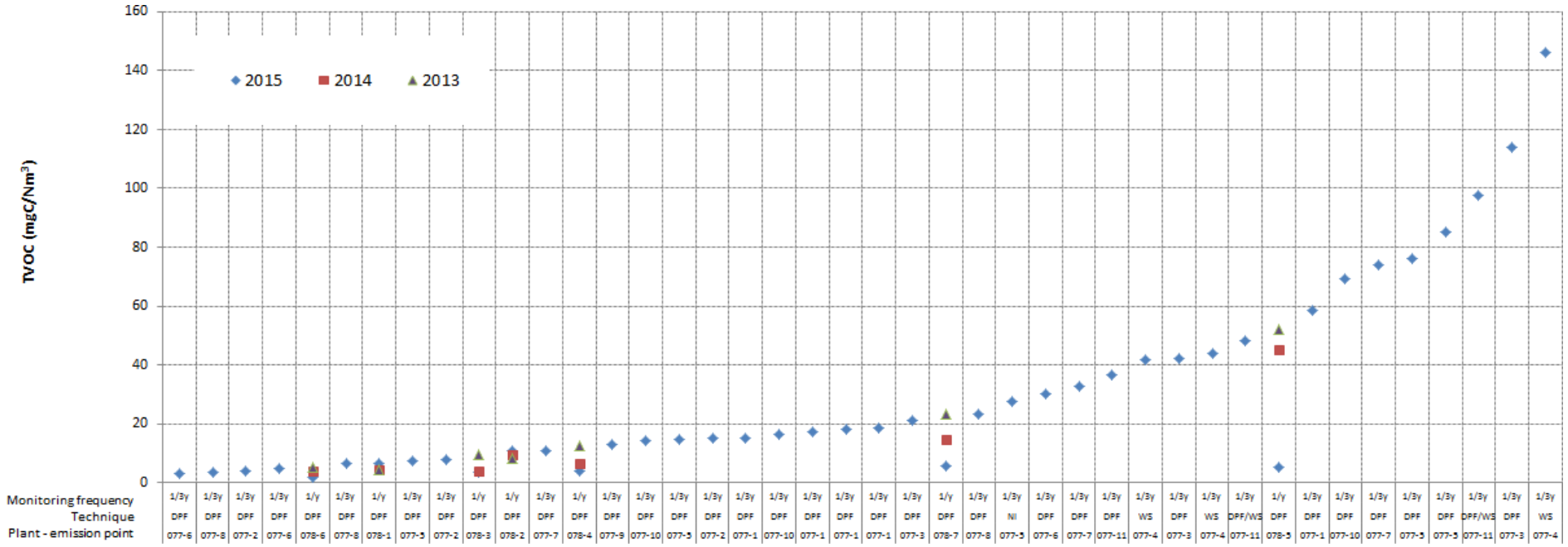


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 5.5: 2013-2015 döneminde solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen VOC kaçak emisyonları

5.3.2.3 Atık gazlardaki TVOC emisyonları

Atık gazlardaki TVOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için bildirilen değerler Şekil 5.6'da sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 5.6: Atık gazlardaki TVOC emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler

Uygulanan azaltma teknikleri esas olarak toz azaltımına odaklansa da, bildirilen VOC konsantrasyon değerleri genellikle düşüktür. Bildirilen atık gaz akış hızlarının 20 000 Nm3/s ile 180 000 Nm3/s arasında değiştiğine dikkat edilmelidir [155, TWG 2016]. Bununla birlikte, hava taşıtı sektöründeki faaliyet için temsili bir akış hızı aralığı, 20 000 Nm3/s'den 350 000 Nm3/s'e kadardır ve bazı boyahanelerin debisi 550 000 m3/s seviyesindedir. [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 14 no.lu ASD görüşü].

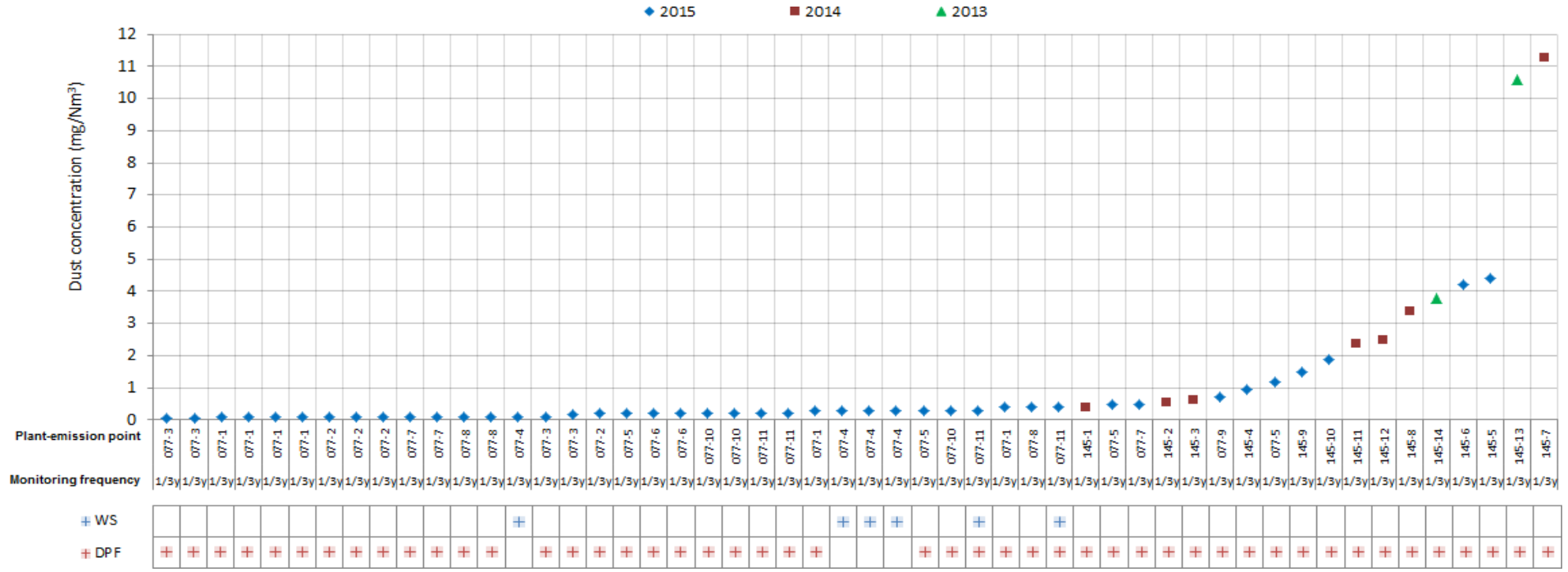
5.3.2.4 Atık gazlardaki toz emisyonları

Referans tesisatlardan bildirilen toplam toz emisyonu verileri Şekil 5.7'de sunulmaktadır. Genel olarak elde edilen toz emisyon konsantrasyon değerleri 3 mg/Nm3'ün altındadır. Bildirilen kromat tozu değerleri 0,002 mg/Nm3'ten düşüktür.

2015 yılı için bildirilen toz konsantrasyonu değerlerinin temel istatistiksel parametreleri Tablo 5.2'de sunulmaktadır.

Tablo 5.2: 2015 yılında atık gazlardaki toz emisyonlarına ilişkin istatistiksel parametreler

Nokta sayısı	Ortalama (mg/Nm^3)	Medyan (mg/Nm^3)	Yüzde 25 (mg/Nm^3)	Yüzde 75 (mg/Nm^3)
42	0.53	0.20	0.10	0.40
Kaynak: [155, TWG 2016]				



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 5.7: Atık gazlardaki toz emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler

5.3.2.5 Suya salınan emisyonlar

Boya çamuru ile birlikte, aşırı püskürtmenin ıslak birikmesinden atık su üretilir. Atık suyun arıtılması, binek otomobillerin seri boyamasında kullanılan işlemlere benzer niteliktedir.

Suya salınan emisyonlarla ilgili verilerde (veri toplama çalışmasına katılan üç tesisten) yalnızca bir tesisle ilgili olarak altı değerlikli krom için yalnızca bir değer belitilmiştir [155, TWG 2016].

5.3.2.6 Atık üretimi

Aşağıdaki tabloda, uçakların kaplamasında oluşan başlıca atık türleri ve bunların özellikleri genel hatlarıyla sunulmaktadır.

Tablo 5.3: Uçak kaplamasından kaynaklanan atık üretimi verileri

Atık türü	Kaynağı	Ortalama solvent içeriği (%)	Geri dönüştürme ya da bertaraf güzergahı
Solvent artıkları	Üretim prosesleri	100	Saha dışına aktarılır
Boya çamuru	Üretim prosesleri	30-55	Saha dışına aktarılır
Atık çözücü	Temizlik prosesleri	75-100	Saha dışına aktarılır
Atık taban kaplaması	Üretim prosesleri	30-40	Saha dışına aktarılır
Atık sertleştirici	Üretim prosesleri	50	Saha dışına aktarılır
Boya filtreleri	Üretim prosesleri	0	Saha dışına aktarılır
Boş boya kapları	Üretim prosesleri	NI	Saha dışına aktarılır

NOT:
NI: Bilgi verilmemiştir.
Kaynak: [155, TWG 2016]

Üretilen atığın en aza indirilmesi için önerilen teknikler aşağıdaki gibidir:

- hurda metal miktarını azaltmak için yeniden kullanılabilir kapların kullanılması;
- harici bir kontaktör tarafından yapılan tabanca temizliğinden kullanılmış solventin geri kazanılması;
- damıtma yoluyla kullanılmış solventlerin geri kazanılması (bir tesis için tahmini başlangıç geri kazanım oranı, zaman içinde azalan bir eğilim ile hacimce %60 olarak gerçekleşmiştir);
- Santrifüjler ve dekantörler kullanılarak atık su arıtma tesisinden çamurun susuzlaştırılması.

5.3.3 Bakım

Farklı uçak geometrilerinden dolayı Boeing 747-400 için tüketim ve emisyon değerleri verilmiştir (bkz. Tablo 5.4). Bu tip uçaklar için yaklaşık 2 780 m2'lik bir alanın boyanması gerekmektedir. Veriler, 2001'den itibaren Almanya'nın Lufthansa Technik kentinden alınmıştır.

Tablo 5.4: Lufthansa Technik'te Boeing 747-400 için malzeme tüketimi

Proses	Malzeme	Malzeme tüketimi (kg)	Solvent içeriği (%)	VOC emisyonları (kg / B747)
Boya sökme	Kimyasal soyma maddesi	3 000		No VOCs (1)
Ön işlem	Kromat içeren polivinil bütirat bazlı yıkama astarı	240	76	182
	Kromat içeren astar	450	67	301
	Kromatsız astar	450	71	319
Temizlik	Butil asetat, butil alkol	200	100	200
Üst kat	Yüksek katılar	1 200	43	516
	solvent bazlı	1 300	61	793
Vernik katı	solvent bazlı	1 200	65	780

(1) IED'nin tanımına göre VOC emisyonları mevcut değildir.

Kaynak: [5, DFIU ve arkadaşları 2002]

Kullanılan boya sistemine bağlı olarak, VOC emisyonları, kaplanmış Boeing 747-400 başına 1,2-2,3 t tutarındadır. Yüksek katı maddeli son katlar kullanılırsa, VOC emisyonları, geleneksel son katlara ve ek bir vernik katmanına kıyasla yaklaşık bir ton daha az olur. Çıkış gazı arıtma ekipmanı, örn. oksitleyiciler, büyük hacimli akışlar (yaklaşık 450.000 m3/saat) ve düşük VOC konsantrasyonları dolayısıyla tesis edilmemektedir.

Farklı uçak türleri fabrikada tamamen veya kısmen kaplanmaktadır; yılda 150 uçağın (A300) kaplanması, bir yıl içinde salınan VOC seviyesinin hesaplanması için bir kriter olarak kabul edilir. 2000 yılı için 67 t VOC'nin yayıldığı hesaplanmıştır. 150 kg/s emisyon baz değeri, kaplama işlemlerinde birden fazla çalışanın (12 boyacıya kadar) aynı anda boya uygulaması nedeniyle geçici olarak aşılmaktadır.

5.4 Hava taşıtlarının kaplaması için MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

Bölüm 17'de, uçakların kaplanmasına da uygulanabilecek teknikler değerlendirilmektedir. Tablo 5.5'te, Bölüm 17'de açıklanan hava aracı kaplamasıyla ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu bölümde bu tekniklere tekrar değinilmeyecektir. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Tablo 5.5: Sektörde genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve arıtma	17.10
Atık su arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

5.4.1 Malzeme-bazlı teknikler

5.4.1.1 Yüksek katı madde içerikli boyalar

[176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

Tanımı

Bölüm 17.7.2.1'de genel bir tanımlama yapılmıştır.

Yüksek seviyede katı madde içeren solvent bazlı boyalar, ağırlıkça aşağıdaki solvent içeriklerine sahiptir:

- harici astar: epoksi reçine bazlı %20-25'lik kromatsız solvent;
- dış son kat: poliüretan reçine bazlı %30-35'lik solvent;
- dış taban kaplaması: poliüretan reçine bazlı %30-35'lik solvent;
- vernik: %45-50'lik solvent, poliüretan reçine bazlı.

Yapısal kaplama uygulamaları için, temel astarlar (%30-40 solvent içeriği) ve son katlar (%35-45 solvent içeriği) yüksek katı madde varyantları olarak mevcuttur.

Elde edilen çevresel faydalar

Bu teknik, geleneksel solventli boya sistemlerine kıyasla, uygun olduğunda VOC emisyonlarını en aza indirmek için kullanılır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Yüksek katı madde içeren boyaların optik yüzey nitelikleri ve teknik özellikleri, geleneksel boyalarınkine eşit hatta onlardan daha iyidir.

Çapraz ortam etkileri

Kromat içermeyen malzemelerin kullanımı, daha yüksek VOC girdisi yüzdesi anlamına gelir. Boyama ekipmanının modifikasyonu gereklidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Belirli durumlarda yeni uçakların dış kaplaması için uygulanır.

Ekonomik boyut

Bakım işlemleri için malzeme maliyetleri ve boya çıkarma maliyetleri, geleneksel solvent bazlı malzemelere göre daha yüksektir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Bazı özel durumlarda geleneksel solvent bazlı boyaların ikamesi.
- Benzer kaplama kalınlığı için daha az malzeme gerekir.
- yangın tehlikesinin azaltılması.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 077, 078 ve 145 no.lu tesisler.

Referans literatür

[155, TWG 2016] [176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

5.4.1.2 Su bazlı boyalar

[176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

Tanımı

Genel bir tanımlama için bkz. Bölüm 17.7.2.2. Su bazlı boyalar yapısal uygulamalarda (harici uygulamalar için kullanılmaz), örneğin temel astar (engelli ve engelsiz), son kat ve vernik / bağlantı elemanı koruması olarak kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar

Su bazlı boyalar, diğer geleneksel boyalardan daha düşük bir VOC içeriğine sahiptir.

Çevresel performans ve işletim verileri

- Su bazlı boyalar 250-350 g/l VOC içerir.
- Renk bütünlüğü iyileştirilebilir.
- Püskürtme tabancaları gibi ekipmanlarda yapılan küçük değişikliklere rağmen, daha düşük film oluşumu nedeniyle kullanılan boya miktarındaki azalma nedeniyle, yinelenen maliyetler daha düşük olabilir.

Çapraz ortam etkileri

Metalik parçalar için hala kromat içeren boyalar kullanılmaktadır (karbon fiber takviyeli plastik (CFRP) parçalar hariç).

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu boyalar örneğin temel bir astar (engellenmiş ve engellenmemiş), bir son kat ve bir vernik / tutturucu koruması olarak sadece bazı yapısal uygulamalar için kullanılabilir (harici uygulamalar hariç).

Ekonomik boyut

Püskürtme tabancaları gibi ekipmanlarda yapılan küçük değişikliklere rağmen, daha düşük film oluşumu nedeniyle kullanılan boya miktarındaki azalma nedeniyle tekrar eden maliyet daha düşük olabilir.

Genel olarak, boya maliyeti daha düşüktür.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- VOC azaltımı.
- Kalitenin iyileştirilmesi: boya tabakasının kalınlığı.
- Estetik iyileştirme - su bazlı ve yeni nesil boyalar ortak bir renk eşleştirme sistemi (RAL) standardında yapıldığı için son boya öncesi montajlarda daha az renk değişimi gerçekleşir.
- Boya maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 78 no.lu tesis.

Referans literatür

[155, TWG 2016] [176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

5.4.2 Boya uygulama teknikleri ve ekipmanı

5.4.2.1 Elektrostatik desttekli sprey boya uygulaması

[176, ASD 2017]

Genel bir tanımlama için bkz. Bölüm 17.7.3.12. Bu teknik, çoğunlukla yassı bileşenler için yaygın olarak uygulanmaktadır.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 077, 078 ve 145 no.lu tesisler.

5.4.2.2 Bileşenlerin boyanması – muhafaza ve otomatik uygulama

[176, ASD 2017]

Tanımı

Bileşen parçaları, kapalı boya kabinlerinde boyama işlemleri uygulanarak boyanabilir (bkz. Bölüm 17.10.2.1).

Elde edilen çevresel faydalar

Elde edilen avantajlar arasında kaçak emisyonların ve gürültünün azaltması yer alır. Çıkarılacak havanın hacminde ve dolayısıyla kullanılan enerjide de bir azalma söz konusudur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Küçük bileşen parçalarında boya uygulaması için uygulanır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 077, 078 ve 145 no.lu tesisler.

Referans literatür

[155, TWG 2016] [176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

5.4.2.3 Doğrudan baskı

[176, ASD 2017]

Tanımı

Doğrudan baskı, uçak parçalarına özelleştirilmiş görünümleri doğrudan basmak için kullanılan bir teknolojidir. Bu sistemde solvent bazlı mürekkepler kullanılır. Özelleştirilmiş renk, CMYK renk tayfına göre (camgöbeği, macenta, sarı, siyah) dört farklı mürekkepten oluşur. Baskı cihazı, bir Kartezyen otomasyon sistemi tarafından parça boyunca hareket ettirilir ve dikey kuyruk düzlemi veya sharklets (kanat uçları) gibi basit 3D parçaları takip etmek için ek bir üçüncü eksen ile donatılmıştır.

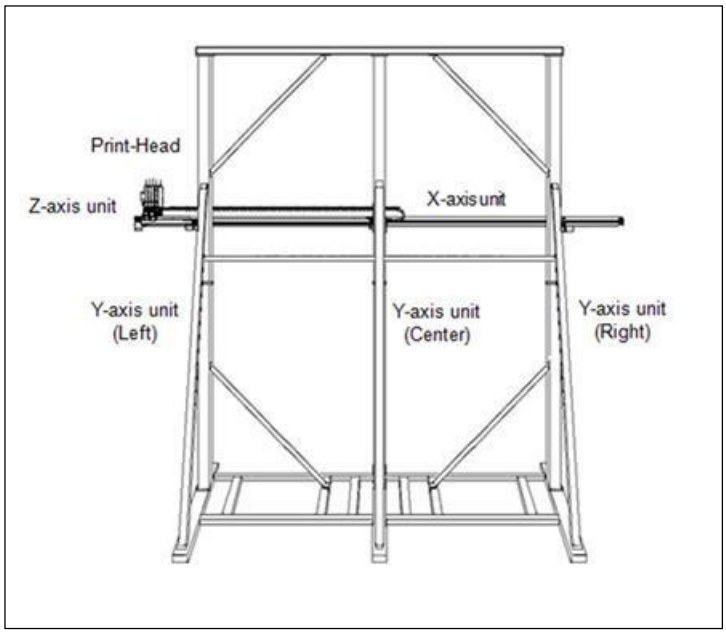
Teknik tanımlama

Doğrudan baskı teknolojisi, son derece karmaşık tasarımları uçak parçalarına uygulamak için kullanılabilir.Örneğin. dikey sabitleyici.

Baskı sisteminin ana parçaları iş istasyonu, kontrolör, x-, y- ve z-eksenli çerçeve, bir mesafe ölçüm birimi içeren yazıcı kafası ve mürekkep tanklarından oluşur. CYMK sistemi, makinenin temel renk sistemidir. Yazıcı kafaları, örneğin astar veya spot renk için ek püskürtme uçlarıyla donatılabilir.

Portal ünitesi

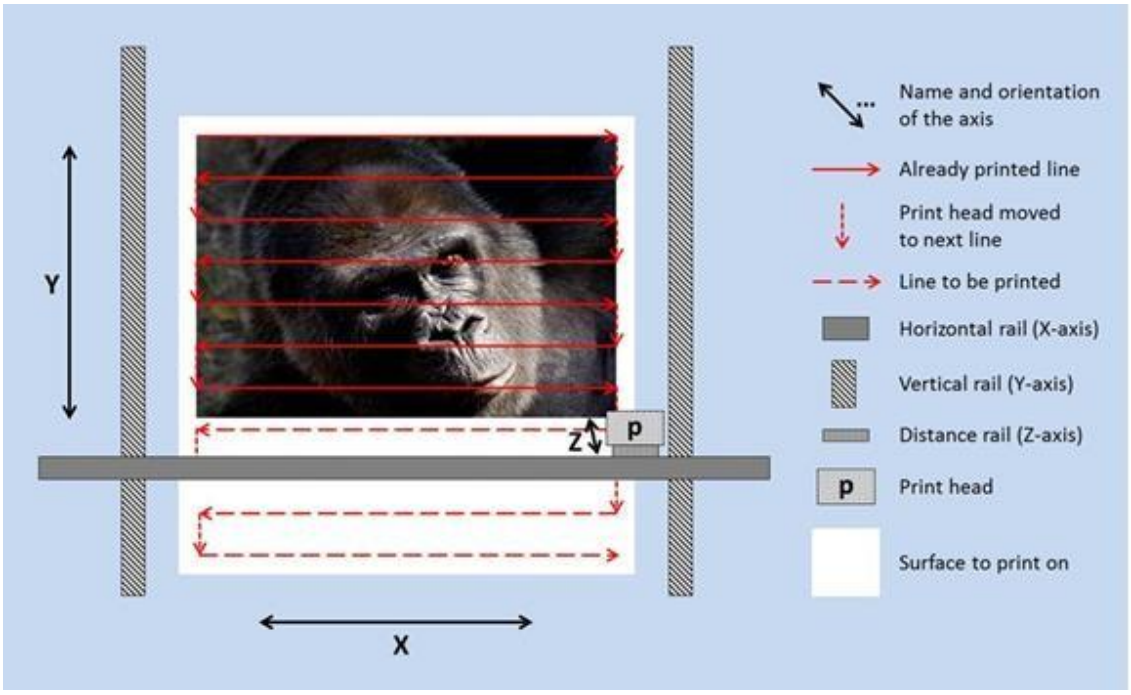
Temel ilke, hareketli bir kızak üzerinde bir baskı kafasına sahip Kartezyen bir taban çerçevesidir. Hareketli kızak z eksenini hareket ettirebilir. Böylece x ve y eksenleri çok yüksek stabiliteye sahip raylar üzerine inşa edilebilir. Bu kararlılık nedeniyle tekrarlamada gerekli doğruluk sağlanır.



Şekil 5.8: Tüm eksenleri ve yazıcı kafasını içeren portal ünitesi

Yazıcı kafası

Yazıcı kafası sol üst köşedeki baskı işlemiyle başlar ve yatay ray üzerinde düz bir çizgide yüzey üzerinde soldan sağa doğru hareket eder ve tabakayı piezoelektrik jet valfleri ile uygular. Bir çizgi sona erdikten sonra, yazıcı kafasıyla birlikte tüm yatay ray aşağı doğru hareket eder, çizgileri birbirine bağlar ve yüzeyleri oluşturur.



Kaynak: [176, ASD 2017]

Şekil 5.9: x-, y-, z-eksenleri çerçevesinin çalışma prensibi

Proses

Doğrudan baskı teknolojisi, baz kat veya son kat ile vernik arasına dekoratif katmanlar uygulamak için kullanılır (bkz. Şekil 5.11). Doğrudan baskı prosesi, aşağıda özet hatlarıyla açıklanan proses zincirini takip eder.



Şekil 5.10: Doğrudan baskı dahil proses zinciri



Şekil 5.11: BCCC sisteminde doğrudan baskı ile BCCC (baz kat / vernik) sisteminin karşılaştırması

Elde edilen çevresel faydalar

- boya malzemesi ve/veya maskeleme malzemesi tüketiminin azalması.
- Boyalı logolara kıyasla daha az VOC emisyonu.
- Uygulama sırasında daha az atık (daha az maskeleme malzemesi) oluşması ve daha yüksek verimlilik (daha az fazla püskürtme) elde edilmesi.
- Dekorasyon için yapışkan filmin ortadan kaldırılması.
- Minimum katman kalınlığı sayesinde ağırlık tasarrufu – yakıt tasarrufu.
- Daha az erozyon etkisi nedeniyle daha uzun kullanım ömrü – kaynak tasarrufu.
- Havalandırma sisteminde daha düşük gereksinimler olması nedeniyle enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Örnek – Thomas Cook güneşli kalp tasarımı (ilk endüstriyel uygulama):

- Mürekkep tüketimi: 500 ml.
- Müşteriye teslimat: 05/2016 - Uçuş saatleri/çevrimleri: 2 843 sa / 823 – Çatlak / soyulma / delaminasyon gözlemlenmedi.
- Ağırlıktan tasarruf yaklaşık 3 kg (190 g/m2).
- Tek taraflı baskı cihazı (20 meme sistemi) ile 20 saat baskı süresi (çalışansız).

Çapraz ortam etkileri

Vinil reçine (VR) pigmentleri ile aseton bazlı mürekkebin kullanımı. Mürekkepler yüksek bir VOC içeriğine sahiptir. Ancak geniş bir zaman diliminde yalnızca küçük miktarlarda mürekkep kullanılır/yayılır.

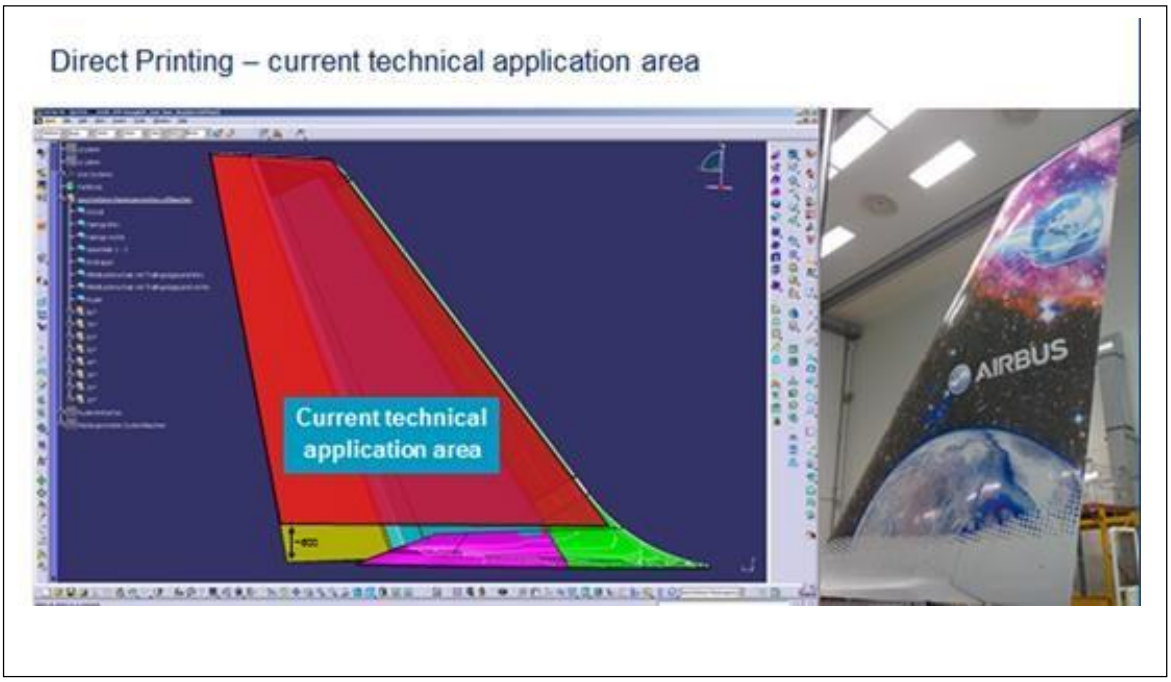
Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Renk tekrarlanabilirliği (renk tonu)

Baskı teknolojisi CMYK prensibine dayanmaktadır. Bu renk tayfı, daha geniş renk tayflarının yalnızca küçük bir bölümünü temsil eder, örn. Özelleştirilmiş renklerin çoğunun tanımlandığı Pantone. Bu nedenle, teknoloji tüm müşteri düzenlerini yazdırmak için kullanılamaz (yüksek renk uyumsuzluğu riski).

Erişilebilirlik

Gantry ünitesinin yazıcı kafası için bir kılavuz sistem olarak kullanılması nedeniyle tüm uçak parçalarına (VTP - dikey düzlemin bazı bölümlerine bile) tam erişim yoktur. Teknoloji şu anda VTP ve köpekbalığı/kanat uçları gibi hafif konturlu parçalarla sınırlıdır.



Şekil 5.12: Mevcut teknik uygulama alanı

Ekonomik boyut

Endüstriyel bir baskı cihazı için (2017 verileri):

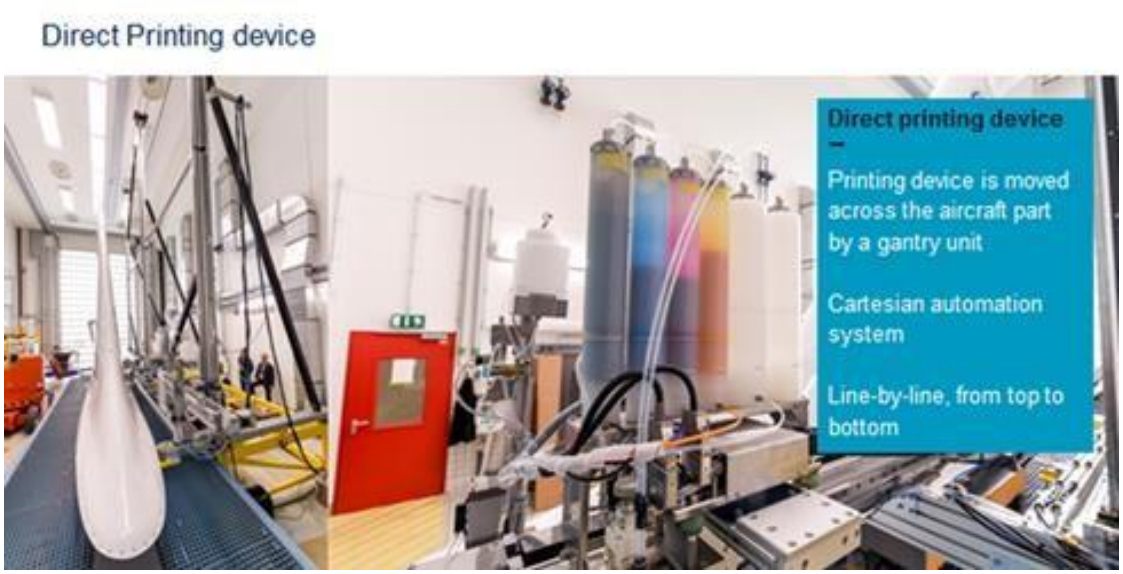
- Yatırım: Bina maliyetleri hariç 1,4 milyon Avrodur.
- Mürekkep fiyatı: 700 AVRO/l.
- Tasarruf:
  - LT (yükleme ve boşaltma süresi): yüksek karmaşıklıktaki VTP tasarımları için 114 saate kadar;
  - RC (alma maliyeti): ör. Thomas Cook güneşli kalp yapışkan filmi için 7000 AVRO (toplam boyut sadece 17 m2); 25.000 Avroya kadar tam VTP dekorasyon yapışkan filmi (toplam boyut 43 m2).

Uygulamanın ardındaki itici güç

Havayollarının sanatsal tasarımlara olan talebi göz önüne alındığında geleneksel yöntemler yetersiz kalmıştır ve bu da karmaşık canlı tabloları otomatik olarak oluşturmak ve esnekliği artırmak için yeni bir teknolojinin geliştirilmesine yol açmıştır.

Örnek tesisler

İlk prototip baskı cihazı Airbus Hamburg'da ([155, TWG 2016] belgesinde yer alan 077 no.lu tesis) çok programlı boya merkezinde bulunmaktadır. Bu prototip, maksimum 450 mm z ekseni uzunluğu ile 7.000 mm x 7.000 mm'lik bir yüzey alanına baskı yapabilmektedir. Yazıcı kafası, her renk için 4 adet olmak üzere 20 püskürtme ucuyla donatılmıştır (camgöbeği, macenta, sarı, siyah ve beyaz astar). Makine, meme başlığı (ölçü plakası) veya bir lazer takip cihazı (temassız) ile yarı otomatik olarak çalıştırılabilir.



Şekil 5.13: Doğrudan baslı cihazı

Referans literatür

[155, TWG 2016] [176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

5.4.3 Harici uçak boyamadan çıkan gazların arıtılması

[176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

Uçağa boya uygulaması kapalı atölyelerde (bkz. Bölüm 17.10.2.1) ve tamamen manuel olan uygulama tabancasıyla yapılır. Aşırı püskürtme yakalama dışında çıkış gazı arıtımı, önemli hacim akışları (yaklaşık 450 000 m3/saat), düşük VOC konsantrasyonları ve tesislerin kesintili çalışması nedeniyle tipik olarak uygulanmaz.

5.4.3.1 Yaş yıkama ünitesi

[176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

Tanımı

Yaş yıkama üniteleri, kuru bir filtreden (cam elyafı yapı) ve bir su temizleme sisteminden (pıhtılaştırıcı ile şartlandırılmış suyun püskürtüldüğü odalar) oluşur.

Teknik tanımlama

Genel bir tanımlama için bkz. Bölüm 17.10.4.2 ve 17.10.4.4. Boyama sırasında aşırı püskürtme meydana gelir (kullanılan boyanın %30 ila %50'si fazladan püskürtülür). Bir hava akımı, fazla püskürtmeyi kuru bir filtreye (aşırı püskürtmenin %90'a kadarı paspaslarda yakalanır), ardından ıslak yıkayıcılara (geri kalan aşırı püskürtme tutulur) yönlendirir. Kuru filtreler ve ıslak yıkayıcılar aşırı püskürtmeyi yakalayabilir ancak yalnızca ıslak yıkayıcı VOC emisyonlarını yakalayabilir.

Yaş yıkama ünitesinin pompasını başlatmak/durdurmak için bir karbon ölçüm sisteminin eşik değerlerinden yararlanılır. Bu çalışma şekli, elektrik tüketimini sınırlar ve VOC azaltımının maksimize edilmesini hedefler. Yıkama sırasında ve sonrasında yıkayıcının suyunun değiştirilmesi tavsiye edilir.

Elde edilen çevresel faydalar

VOC emisyonlarının azaltılması (çözünür VOC'lerin bir kısmının yakalanması), toz emisyonlarının azaltılması, atık su arıtımı için kullanılan kimyasalların ve elektrik tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Daha iyi filtreleme yüzeyi ve verim elde etmek için kuru filtrenin zikzak bir yapıya sahip olması gerekir.

VOC emisyonu yakalama ile ilgili tekniğin verimliliği aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir:

- boyama prosesinin türü (astar, son kat vb.);
- boyada kullanılan solventin çözünürlüğü;
- hava akımı hızı: çekilen havanın akış hızı yarıya düştüğünde (300 000 m3/sa).

Çapraz ortam etkileri

- Havalandırma sistemi ve yaş yıkama ünitesine su pompalamak için enerji tüketimi gereklidir.
- Kuru filtre matlarının kullanımından kaynaklanan atık oluşumu.
- Islak yıkama ünitesinden kaynaklanan atıksu. Atıksulardaki KOİ seviyelerine dikkat edilmelidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Daha iyi verimlilik (toz ve VOC'lerin tutulması) elde etmek ve bakım maliyetlerinin iyileştirilmesi için kuru filtreler ve yaş yıkama ünitelerinin birleştirilmesi gerekir. Kuru filtreler ve yaş yıkama üniteleri tek başına çalıştırıldığında bazı teknik sorunlar ortaya çıkabilir (artan bakım maliyeti).

Ekonomik boyut

Tesislerin yatırım veya tekrarlanan işlemler açısından maliyeti oldukça önemlidir.

Yatırım maliyetleri:

- Kuru filtre.
- Yaş yıkama ünitesinin sıyırma tertibatı.
- Havalandırma sisteminin uyarlanması (en maliyetli varlık).

İşletme maliyetleri:

- Havalandırma sisteminin bakımı (çok yüksek önemli maliyetler).
- Kuru filtre ömrü – düzenli değişiklikler gerektirir.
- Yaş yıkama ünitesinin temizliği (yaklaşık olarak 2 yılda bir).
- Atıksu arıtma sisteminin bakımı.
- Havalandırma ve karıştırma odasında boya temizliği.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 077 no.lu tesis.

Referans literatür

[155, TWG 2016] [176, ASD 2017] [212, TWG 2018]

6. RULO KAPLAMA SEKTÖRLERİ

6.1. Rulo kaplama hakkında genel bilgiler

[22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [212, TWG 2018]

EN-10169-1:2010'a göre bobin kaplama işleminin tanımı aşağıdaki gibidir: 'Gerekirse temizlik ve kimyasal da içeren sürekli bir proseste haddelenmiş metal şerit üzerine (organik) bir kaplama malzemesinin uygulandığı bir işlem, metal yüzeyin kimyasal ön işleme tabi tutulması ve daha sonra kürlenen ve/veya kalıcı plastik filmlerle lamine edilen (sıvı) boyaların veya kaplama tozlarının tek taraflı veya iki taraflı olarak tek tek veya çoklu uygulanması.

Substrat normal olarak ya soğuk haddelenmiş, çinko veya çinko alaşımı kaplı çelik (%75) veya yüzey alanının yüzdesi olarak ifade edilen alüminyumdur (%25). Kaplamaların %95'i boyalardan ve %5'i plastik laminatlardan oluşmaktadır.

Rulo kaplama işlemi, çok çeşitli renkler, parlaklık seviyeleri ve yüzey dokuları seçeneği sunar. Rulo, bobin şeklinde, yarık veya kesilmiş uzunluklarda teslim edilebilir; yüzey kaplamasına zarar vermeden daha sonra bükülebilir, profillenebilir, derin çekilebilir, sabitlenebilir vb. Prosesin tüm aşamaları ve parametreleri sürekli kontrol altındadır, örn. ön işlem birikimi, kaplama kalınlıkları, renk, parlaklık, kaplamanın yapışması ve mekanik özellikleri.

6.1.1 Rulo kaplama endüstrisinin büyüklüğü

Avrupa'daki rulo kaplayıcıların çoğu, normalde büyük miktarlarda önceden kaplanmış metal tedarik eden büyük çelik veya alüminyum gruplarına aittir. Dar şerit kaplayıcılar ve özel servis merkezleri gibi bazı rulo kaplayıcılar, kullanıcıya daha küçük ve daha özelleştirilmiş miktarlarda ürünler sunmaktadır.

Önceden boyanmış metal pazarı büyüdükçe, rulo kaplama hatlarının sayısı dünya çapında artmaya devam etmektedir; 61 farklı ülkede 2004 yılında 390 olan hat sayısı (Kuzey ve Güney Amerika hariç) 2017 yılında 575'e ulaşmıştır [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 36 no.lu ECCA görüşü].

Tablo 6.1, Avrupa'daki ülkelere göre üretim hatlarının sayısını ve bunların yıllık ön boyalı çelik ve alüminyum kapasitelerini vermektedir. Bunların hepsinin EED kapsamına girip girmediği bilinmemektedir.

Tablo 6.1: Avrupa rulo kaplama hatlarının sayısı ve kapasiteleri

Ülke	İmalat hatlarının sayısı	Kapasite	
		Çelik (kt/yıl)	Alüminyum (kt/yıl)
Avusturya	2	300	
Belçika	6	830	8
Çek Cumhuriyeti	2	50	*
Danimarka	1	20	*
Finlandiya	2	310	-
Fransa	15	1 649	128
Almanya	26	1 507	420*
Yunanistan	4	25	30
İtalya	27	1 669	95*
Hollanda	7	380	20*
Polonya	4	340	-
Portekiz	4	147	-
Romanya	2	170	-
Slovenya	1	NA	-
Slovakya	1	105	-
İspanya	21	585	59*
İsveç	5	215	0.5
Birleşik Krallık	7	503	*
Toplam	**137**	**8 805**	**166.5**

* Çelik ve alüminyum verileri bölünmüş olmadığından çelik rakamlarında toplam dikkate alınmıştır.

Kaynak: [ECCA verileri, [212, TWG 2018] belgesinde yer alan 2 no.lu görüş]

Önceden boyanmış sac ürünler, yapı ve inşaat, tüketici ürünleri, otomotiv endüstrisi, mobilya, aydınlatma, tüketici ambalajları vb. gibi çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Avrupa ve Amerika'nın önceden boyanmış metal talebi Tablo 6.2'de gösterilmektedir; Avrupa pazarı 1990'ların başından bu yana iki katına çıkmıştır ve daha fazla büyümesi beklenmektedir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 38 no.lu ECCA görüşü].

Tablo 6.2: 2016 yılına ait rulo kaplama istatistikleri

İlgili Kurum	Çelik		Alüminyum	
	(kt)	(%)	(kt)	(%)
ECCA	5 205	57	386	43
NCCA	3 978	43	513	57
Toplam	**9 183**	**100**	**899**	**100**

NOT:

ECCA: Avrupa Rulo Kaplama Birliği.

NCCA: Ulusal Bobin Kaplama Birliği (Amerika Birleşik Devletleri).

Kaynak: [ECCA verileri, [212, TWG 2018] belgesinde yer alan 3 no.lu görüş]

6.2 Rulo kaplamada uygulanan işlemler ve teknikler

[22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [174, Finlandiya 2017] [175, ECCA 2016]

[212, TWG 2018] [264, TWG 2019]

Rulo kaplama hattı, metalik bir alt tabakanın her iki tarafını bir boya veya laminat veya her ikisi ile kaplar. Bir yüzü, ürünün estetik ve fonksiyonel performansını sağlayan astar ve sonkat ile kaplanır; arka taraf astar ve/veya arka kat ile kaplanmıştır.

Tipik metalik substratlar şunlardır:

a) sıcak daldırma galvanizli veya elektrolizle kaplanmış çelik;

b) kaplanmamış soğuk haddelenmiş çelik;

c) alüminyum.

Paslanmaz çelik ve bakır alaşımları gibi diğer metaller de niş uygulamalar için kaplanabilir. Avrupa'daki rulo kaplama hatları aşağıda sıralanan tesisler görünümündedir:

i. Rulo kaplama işleminin tesis sahibi tarafından yürütülen çeşitli imalat işlemlerinden biri olduğu, büyük çelik veya alüminyum üretim fabrikalarında (genellikle entegre tesis olarak anılır) yer alan tesisler. Bu durumlarda, rulo kaplama tesislerinin ihtiyaç duyduğu elektrik, su ve diğer hizmetler genellikle tesisatı destekleyen genel altyapının bir parçasıdır. Tesisat genellikle, sahada bulunan tüm farklı tesisler ve süreçler genelinde bütünsel bir yaklaşımla çevresel etkisini en aza indiren bir çevre yönetim planı geliştirir. Bu durum, rulo kaplama tesisinin çalışmasını doğrudan etkileyebilir, ör: Yan ürün gazının termal oksitleyiciyi alevlendirmek yerine kullanımı ve hatta enerji tüketimi gibi ilgili çevresel ölçütler.

ii. Rulo kaplama prosesinin uygulanmasına ayrılmış bir sahanın tek sakini olan tesisler. Bazı durumlarda, birden fazla rulo kaplama tesisatı aynı tesisin parçası olabilir. Rulo kaplama tesisleriyle ilgili hizmetler açıkça tanımlanır ve miktarları belirlenir. Bu durumlarda, tesisat için çevre yönetim planı, rulo kaplama tesisinin/tesislerinin işletilmesine güçlü bir şekilde odaklanır.

Endüstride, önceden boyanmış metal üreten rulo kaplama tesisleri için bir dizi farklı üretim konfigürasyonu uygulanmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

a) Bağımsız: bu en yaygın konfigürasyondur ve Bölüm 6.2.1.1'de detaylı olarak açıklanmıştır.

b) Combiline: Sıcak daldırma galvanizleme ve organik kaplama/sertleştirme proseslerinin tek bir sürekli üretim tesisinde birleştirildiği sektördeki en son yeniliği temsil eder. Bunlar amaca yönelik tesisleri içerebilir veya kaplama/kürleme ünitelerinin mevcut metalik kaplama tesisine uyarlanmasıyla oluşturulabilir (bkz. Bölüm 6.2.1.2).

c) Uzman: Belirli pazarlar için çelik üreten bir tesise organik kaplama ve kurutma ekipmanının kurulduğu tesisatlardır: ör: genellikle geleneksel rulo kaplama tesisleri tarafından tedarik edilmeyen elektrik çelikleri, paketleme çelikleri. Kaplama işleminde, ürünün metalurjik özelliklerinin birincil öneme sahip olduğu (tipik rulo kaplamasından farklı olarak) özel çeliğe son bir organik katman eklenir.

6.2.1 Tipik rulo kaplama hattı prosesinin tanımı

6.2.1.1 Bağımsız hat

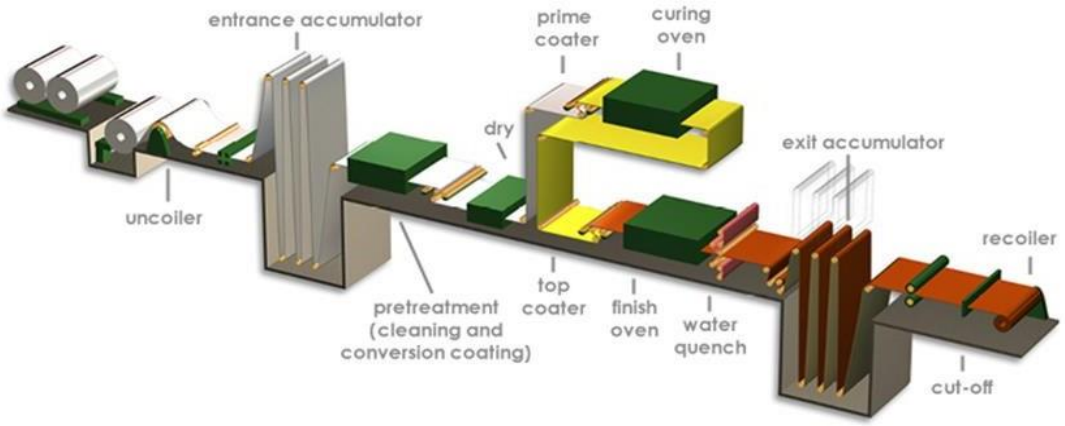
En yaygın donanımda; rulo açıcılar, bir giriş şeridi akümülatörü, temizleme, dönüştürme kaplaması, astar kaplama, son kaplama, bir çıkış akümülatörü ve bobinlerden oluşan bir organik bobin kaplama hattıdır. Bu konfigürasyon, hattın maksimum verimlilik için haftanın 7 günü,

günde 24 saat sürekli yüksek hızda çalışmasına olanak vermektedir. Etkin çalışmayı sağlamak için tüm proses parametreleri kontrol edilir.

Tablo 6.3, bir organik bobin kaplama hattının tipik çalışma parametrelerini ve Şekil 6.1 de hattın temel yerleşimini göstermektedir.

Tablo 6.3: Bir organik rulo kaplama hattının tipik çalışma parametreleri

Parametre	Değeri
Çalışma hızları (m/dak)	30-180
Gösterge (mm)	0.1-3
Genişlik (mm)	150-2 700
Kaplama kalınlığı (her iki tarafta ?m)	3-200
Kaynak: [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [212, TWG 2018] belgesinde yer alan 67 no.lu ECCA görüşü	



Kaynak: [212, TWG 2018]] belgesinde yer alan 39 no.lu ECCA görüşü

Şekil 6.1: Bir rulo kaplama hattının tipik yerleşimi

Rulo kaplama hattının farklı kısımları aşağıdaki bölümlerde daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

6.2.1.1.1 Giriş

Sarılmış şerit, bir bobin arabası ve dengeleme makarası vasıtasıyla hatta verilir. Rulo, kalite standartlarına uygunluğunun kontrol edilmesi için kontrol edilir ve daha sonra, ön kenarlarında mevcut olabilecek hasarlı malzemenin giderilmesi için bir kesme işleminden geçirilir. Yeni rulonun ön kenarı ve hatta işlenmekte olan rulonun ucu arasında, işleme bölümünde sürekli bir malzeme akışına olanak sağlamak için bir dikiş veya kaynak oluşturulur. Şerit daha sonra bir çentikten geçirilerek dikişin hat boyunca izlenmesini sağlar.

6.2.1.1.2 Tesviye aleti

İyi bir düzlük standardının elde edilmesini sağlamak için gerilim dengeleme kullanılabilir. Bu, malzemenin silindir kaplayıcılardan ve fırınlardan geçişini kolaylaştırmak ve müşteri gereksinimlerini karşılamak için gereklidir. Şerit şeklinin kötü olması, düzensiz bir boya tabakasına ve çiziklere neden olabilir. Tesviye aletinin konumu bazı durumlarda giriş akümülatöründen sonra olabilir.

6.2.1.1.3 Akümülatör

Tesviye aletinden sonra şerit bir giriş akümülatörüne girer. Bu cihaz normalde tam kapasitede çalışır ve giriş bölümünün durması ve bobinleri birbirine dikmesi veya kaynaklaması için yeterli zaman tanımak üzere depolanmış şeridi serbest bırakır.

6.2.1.1.4 Temizlik bölümü

Bazı hatlar, korozyonu önlemek için önceden yağlanmış soğuk haddelenmiş çelik (CRS) bobinlerle çalıştığından, giriş akümülatöründen önce bir ön temizleme bölümünün tesis edilmesi yaygın bir uygulamadır. Yağlanmış bir şeridi yönlendirmek çok zordur ve bu nedenle de şeridi akümülatörden önce önceden temizlemek normal hızda çalışmayı mümkün kılar. Bazı durumlarda hatlarda akümülatörden önce ve sonra temizleme bölümleri olabilir. Bununla birlikte, en yaygın alt tabaka (sıcak daldırma galvanizli (HDG) bobin) akümülatörden önce temizlik gerektirmez ve bazı durumlarda hiç temizlik gerektirmeyebilir, bu durumda hatta bu bölüm yoktur.

Şerit, bir daldırma ve/veya püskürtme sistemi (her iki tarafa püskürtülür) yoluyla, ılık sulu temizleme solüsyonunda kimyasal olarak temizlenir ve yağdan arındırılır. Şerit yüzeyinin gres, yağ veya aşınmış metalik ince parçacıklar gibi yabancı maddelerden arınmış olması, dönüşüm kaplaması ile tamamen kaplanabilmesi ve böylece nihai ürünün optimum performansının sağlanması için esastır. Tüm artık kimyasalları uzaklaştırmak için temizliği sıcak ve soğuk suyla durulamalar takip eder. Yağ giderme bölümünden düşük taşıma sağlamak ve atıksu miktarını en aza indirmek için genellikle bir silecek silindiri kurulumu kullanılır.

6.2.1.1.5 Dönüşümlü kaplama (ön işlem)

Şerit, bir dönüştürme kaplaması ile işlenmeden önce kurutulur. Boya tabakasının/tabakalarının doğru yapışmasını ve nihai üründe iyi korozyona dayanıklı davranışı sağlamak için bir ön işlem gereklidir. Ön arıtma işleminde kullanılan kimyasalların seçimi, bu iki amaca ulaşma yeteneklerine dayanmaktadır.

Ön arıtma sistemlerinde altı değerlikli krom (Cr(VI)) kimyasallarının kullanımına ilişkin REACH mevzuatına [47, EU 2006] dayanarak (gün batımı tarihi: 21.9.2017), Avrupa rulo kaplama endüstrisinde bir dizi Cr(VI) geliştirilmiştir. - Gerekli düzeyde yapışma ve korozyon direnci sağlayan ücretsiz ürünler. REACH tarafından izne bağlanan Cr(VI) sistemlerini kullanmaya devam eden bazı rulo kaplama hatları mevcuttur; Halihazırda Cr(VI) ön işlemi gerektiren belirli niş ürün-pazar kombinasyonları için uygun alternatifler bulunduğundan, sektörde Cr(VI) sistemlerinin kullanımının azalmaya devam etmesi beklenmektedir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 7 no.lu ECCA görüşü ve 13 no.lu DK görüşü].

Soğuk ve sıcak haddelenmiş çelik ve çeşitli galvanizli çelik formları gibi metaller için bunun yerine demir veya çinko fosfat kaplama veya titanyum florür bazlı işlem uygulanabilir. Farklı metaller üzerinde kaplama birikimini teşvik etmek ve proses verimliliğini artırmak için tipik olarak özel katkı maddeleri de kullanılır. [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 7 no.lu ECCA görüşü].

Kaplama, kimyasal bir merdane kaplayıcı (durulama gerektirmeyen 'chemcoater'26) veya bir sprey veya daldırma ve ardından silecek merdaneleri ile uygulanabilir. Bazı kaplamalar, kaplama bölümüne girmeden önce kurumuş olan şerit üzerinde kalan kalıntıları gidermek için son bir durulama gerektirir.

[26] "Yerinde kurutma" veya "durulama gerektirmeyen" olarak da bilinir.

6.2.1.1.6 Astar kat uygulaması

Boyama işlemi, astar uygulaması ve bitiş uygulaması olmak üzere iki aşamadan oluşur. İlk aşamada şerit, şeridin bir veya iki tarafına astar uygulayan bir rulo kaplama makinesinden geçer. Rulo kaplayıcı, şerit yüzeylerine uygulanan boya miktarını düzenlemek için ayarlanabilir. Uygulama işlemleri, personel için güvenli çalışma koşulları sağlamak için cebri havalandırmalı kapalı bir alanda gerçekleştirilir. Bir metre rulo, şeridi bir toplama rulosuna doğru bastırır ve boyanın ıslak film kalınlığını kontrol etmeye yardımcı olur. Normalde astar boya iki merdane tekniği (toplayıcı rulo ve uygulama rulosu) kullanılarak uygulanır.

Astarın uygulanmasından sonra, tüm uçucuların giderilmesini ve boyanın düzgün bir şekilde kürlenmesini sağlamak için şerit, istenen kalış süresi için uygun sıcaklıkta bir fırından geçer. Bu, uygulanan boya sistemine ve şeridin kesit alanına bağlı olacaktır. Fırında kürlemeden sonra şerit, bir hava ve/veya su soğutma sistemi ile soğutulur.

6.2.1.1.7 Son kat uygulaması

Kuruduktan sonra şerit, son kat boyayı bir veya her iki yüzeye uygulayan ikinci bir merdane kaplama makinesinden geçer. Bobinin arka tarafına benzer veya farklı bir kaplama uygulanabilir. Boya, ürüne bağlı olarak iki rulo (toplayıcı ve uygulama ruloları) veya üç rulo (metre, toplama ve uygulama ruloları) kullanılarak şeridin üst ve alt taraflarından birine veya her ikisine birden uygulanabilir. Finiş kaplayıcıda, şeridin üst tarafı için iki farklı boyama kafası ve ayrıca alt taraf için iki farklı boyama kafası bulunmaktadır. Bu, şeridin her iki tarafında hızlı bir renk değişimi yapmayı mümkün kılar. Yine, şeridin her iki tarafına uygulanan boyanın kalınlığı kontrol edilebilir. Daha sonra şerit, tüm uçucuların giderildiğinden ve boyanın tamamen kürlendiğinden emin olmak için uygun sıcaklığa ayarlanmış bir fırından geçer. Fırında kürlemeden sonra şerit, bir hava ve/veya su soğutma sistemi ile soğutulur.

Tüm son kaplama işlemleri, normal olarak, yerel ve Avrupa yönetmelikleri uyarınca personel için güvenli çalışma koşulları sağlamak üzere yeterince havalandırılan kapalı bir alanda gerçekleştirilir.

6.2.1.1.8 Kabartma ve laminasyon

Kabartma ruloları, desenleri veya dokuları daha kalın kaplamalara (plastisol ürünleri gibi) basmak için kullanılır. Kabaratma işlemini su verme ve kurutma işlemi takip eder.

Lamine malzemelerin üretimi için, şeride ince polimer film ruloları yapıştırılır. Lamine malzemeler üretilirken, yapıştırıcı bir son kat kaplayıcı ile uygulanır ve laminatör ve su soğutması ile işlenmeden önce bir fırında etkinleştirilir.

6.2.1.1.9 Soğutma sistemleri

Su kullanımını en aza indirmek için, ürün kalite gereksinimleri ile tutarlı olduğunda şerit soğutma için kapalı bir sistem sağlamak üzere bir evaporatif veya başka bir soğutma kulesi kullanılabilir.

6.2.1.1.10 Çıkış

Soğutulduktan sonra şerit bir çıkış akümülatöründen ve giyotin/makaslardan geçer. Bu akümülatör, bitmiş bir rulonun hattan çıkarılması için çıkış bölümü yavaşlarken veya dururken hattın sürekli çalışmasına olanak verir. Şerit, kalite standartlarına uygun olduğundan emin olmak için incelenir ve test edilir ve ardından bir gergi makarasına sarılır. Tamamlanan rulo çıkarılır ve çemberleme uygulanır. Daha sonra tanımlanır ve müşteri gereksinimlerine göre paketlendiği paketleme alanına taşınır.

6.2.1.2 Kombi hattı

[175, ECCA 2016] [212, TWG 2018]

Sıcak daldırma galvanizli çelik, çelik bobin kaplama endüstrisinde kullanılan en yaygın alt tabakadır. Bazı tesisatlar hem sıcak daldırma galvanizleme hem de rulo kaplama tesislerini içerir ve uygun maliyetli bir endüstriyel yerleşim potansiyeli içermesi nedeniyle bu iki işlemi aynı endüstriyel hat üzerinde birleştirme fikri geliştirilmiştir.

Son on yılda, hem rulo kaplamada kullanılan boyalar hem de ilgili kürleme teknolojisinde gerçekleştirilen teknik gelişmeler, sıcak daldırma kaplama ile organik kaplamayı tek bir sürekli üretim tesisinde birleştirmeyi mümkün kılmıştır. Kombineler artık Avrupa'da ve dünyanın diğer bölgelerinde bobin kaplı çelik üretmektedir. Bazı şirketler, her iki proses adımını da içeren yeni tesislere yatırım yapmayı seçmiştir; diğerleri ise organik kaplama ve kürleme ünitelerini mevcut bir galvanizleme tesisi üzerinde güçlendirmeyi tercih etmiştir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 40 no.lu ECCA görüşü].

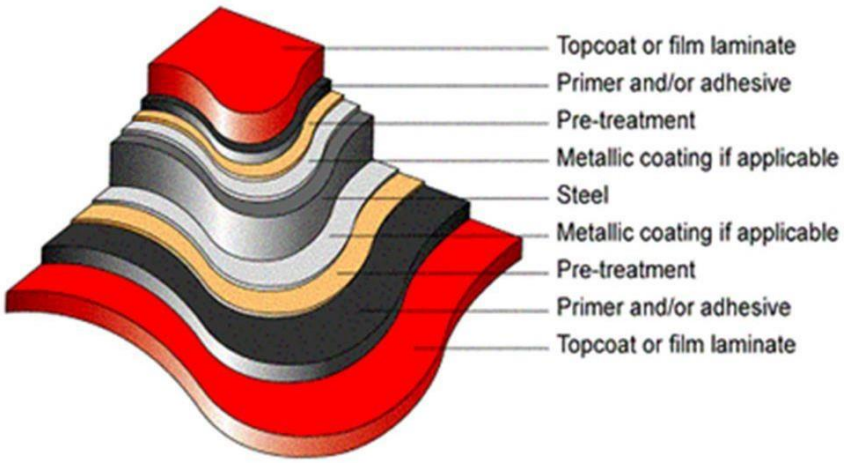
Boyama bölümü genellikle sıcak daldırma galvanizleme hattının temper haddehanesinden hemen sonra, hattın orta bölümünde (yani iki akü kulesi arasında) yer alır. Galvanizleme ve boyama için hat hızı aynıdır. Kaplama etkinliği için şerit, bağımsız bir bobin kaplama hattı durumunda olduğu gibi aynı işlem adımlarından geçer.

6.2.2 Kaplama türleri

[22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [175, ECCA 2016]

Rulo kaplama hattı, bir alt tabakaya boya veya laminat uygulama kabiliyetine sahip olduğundan, çok çeşitli ürünler üretilebilmektedir. Esas olarak polyesterler, poliviniliden diflorür (PVF2 veya PVdF), poliüretanlar, plastisoller, epoksi ve epoksi fenolik kaplamalar, astarlar, arka kaplamalar ve laminatları içeren kaplamalar, tipik olarak birkaç mikron ile 200 mikron arasındaki kalınlıklarda uygulanır. Bazı poliamid veya akrilik kaplamalar da bulmak mümkündür. Boya genellikle doğru genel özellikleri (parlaklık, mekanik özellikler, dayanıklılık) verecek olan uygun katkı maddelerini veya parçacıkları içerir.

Daha sonra uygulanan son kata iyi bir yapışma ve dayanıklılık sağlamak için ön işleme tabi tutulmuş metalik şerit üzerine esnek bir korozyon önleyici astar veya bir temel kat uygulanır. Her ürün için kaplama birkaç katmandan oluşur. Kaplamalı çelik malzemenin tipik bir örneği Şekil 6.2'de görülebilir.



Kaynak: [22, ECCA 2004]

Şekil 6.2: Kaplanmış bir çelik ürünün tipik katmanları

Tablo 6.4'te rulo kaplama endüstrisinde kullanılan bazı tipik organik kaplama türleri sıralanmıştır.

Tablo 6.4: Bobin kaplama sektöründe kullanılan organik kaplama çeşitleri

Kaplama	Kuru film kalınlığı (µm)	Reçine türleri	Solvent içeriği (%)	Solvent türleri	Kür sıcaklığı (°C)
Konvansiyon el astarlar	4-9	Epoksi/üre, epoksi/melamin, polyester/melamin, poliüretan, akrilik	50-70	Yüksek kaynama noktalı aromatikler; alkoller; glikol eterler/esterler; yüksek kaynama esterler	210-230
Yüksek yapılı astarlar	12-25	Polyester/melamin, poliüretan	40-50	Yüksek kaynama noktalı aromatikler; alkoller; glikol eterler/esterler; yüksek kaynayan esterler	210-230
Ara katlar	4-15	Polyester/melamin, epoksi/melamin, epoksi/fenolik, alkid/melamin	50-70	Yüksek kaynama noktalı aromatikler; alkoller; glikol eterleri/esterleri	180-250
Üst katlar					
Polyester	18-25	Melamin-formaldehit reçineleri ile çapraz bağlı doymuş polyesterler	35-55	Yüksek kaynama noktalı aromatikler; glikol eterler/esterler; yüksek kaynama noktalı esterler/alkoller	210-250
SMP (silikon-modifiyeli polyester)	Yukarıdaki gibi	Polyester reçinede silikon modifikasyonu hariç yukarıdaki gibidir	45-55	Yüksek kaynama noktalı aromatikler; glikol eterler/esterler; yüksek kaynayan esterler	210-250
Poliüretan	20-30	Üretan çapraz bağlı doymuş polyesterler	30-50	Yüksek kaynama noktalı aromatikler; glikol eter/esterler; yüksek kaynayan esterler	220-250
PVDF PVF_2	20-25	Poliviniliden diflorür + akrilik polimer	40-65	Yüksek kaynama noktalı aromatikler; glikol eterler/esterler; yüksek kaynayan ketonlar	240-260
PVC plastisol	100-200	Polivinil klorür + plastikleştiriciler	<10	Yüksek kaynama noktalı esterler; yüksek kaynama noktalı alifatikler	190-210
Su bazlı ürünler (bazı astarlar ve arka katlar içerir)	10-25	Akrilik/melamin	5-15	Yüksek kaynama noktalı esterler; glikol eterleri/esterleri	220-230
Yapışmaz fırın kabı kaplamaları	12-15 (2-coat 7+7)	Polieter-sülfon, PTFE	65-80	bütirolakton; yüksek kaynama noktalı aromatikler	350-370
Laminat film kaplamalar	15-120	Polivinil klorür (PVC), polivinil florür (PVF), polietilen tereftalat (PET), akrilik, polipropilen	0	Filmde mevcut değildir, ancak astar/yapıştırıcıda kullanılır	Laminasyon at 180-230
Toz kaplamalar	35-100	Polyester/epoksi poliüretan	0		200-250

Kaynak: [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004], [175, ECCA 2016] ile güncellenmiştir.

6.3 Rulo kaplamada mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

Veri toplama çalışmasında 33 rulo kaplama tesisine ait veriler alınmış ve bunların analizleri aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur. [155, TWG 2016].

6.3.1 Tüketim

6.3.1.1 Malzemeler

[22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

[175, ECCA 2016] [212, TWG 2018]

Tablo 6.5'te 2016 yılına ait çeşitli kaplama türlerinin kullanımını sunulmuştur.

Tablo 6.5: Avrupa rulo kaplama endüstrisinde boya kullanımı (2016 verileri)

Kaplama türleri	**Göreli kullanım (%)**
Astarlar	**21.1**
Ara katlar	**16.5**
Son katlar (aşağıda listelenmiştir)	**62.4**
Polyester	67
PVdF (poliviniliden diflorür)	3
PVC plastisol	13
Poliüretan sistemler	13
Su bazlı son katlar	0.1
Diğer	4
Toplam (t/yıl)	**203 025**
Kaynak: [212, TWG 2018] belgesinde yer alan 4 no.lu ECCA görüşü	

Organik rulo kaplama proseslerinde aşağıdaki malzemeler kullanılmaktadır:

- metalik yüzeyler (ör: çelik, çinko kaplı çelik, alüminyum vb.);
- boya;
- solventler;
- temizleme ve ön arıtma kimyasalları;
- makine yağları;
- (demineralize) su;
- diğerleri: biyositler, gres, temizlik malzemeleri.

Tablo 6.6, rulo kaplama prosesine ilişkin girdileri, bunların kullanımlarını ve tipik kullanım ömrü sonu hedefini göstermektedir.

Tablo 6.6: Bobin kaplama işlemine ilişkin girdiler, kullanımları ve tipik kullanım ömrü sonu hedefi

Madde	Kullanımı	Tipik kullanım ömrü sonu hedefi
Katı haldeki girdiler		
Metal şerit (bobin olarak)	Substrat	Ürün veya hurda
Temizlik bezleri (kumaş)	Temizlik	Lisanslı giderim
Sıvı haldeki girdiler		
Boya	Şerit kaplama	Ürün / lisanslı kaldırma / yeniden kullanım için boya tedarikçisine iade
Solvent	Temizleme ve inceltme boyası	Lisanslı giderim
Temizlik kimyasalları	Temizleme şeridi	Arıtma tesisi / lisanslı kaldırma
Ön arıtma kimyasalları	Şerit ön işlemi	Ürün / arıtma tesisi / lisanslı giderim
Boya sökücü	Boya kafalarının temizlenmesi	Lisanslı giderim
Su	Soğutma/işlem	Atık akışı / çıkış suyu
Makine yağları	Yağlayıcı	Lisanslı giderim
Kaplama yağları	Korozyon önleme	Ürün / lisanslı giderim
Biyositler	Su soğutma (→ suyun daha uzun süre kullanımı)	Atık akışı çıkışı
Gaz halindeki girdiler		
Buhar veya sıcak su (1)	Şerit kurutma/çözelti ısıtma	Kondensat – tahliye sistemi
Doğalgaz (1)	Yakıt	Havaya salınan yanma ürünleri
Hidrojen	Fırın izleme	Havaya salınan yanma ürünleri
Hava içinde etilen	Fırın izleme	Havaya salınan yanma ürünleri

(1) Alternatif bir seçenek de elektrik kullanmaktır.

Kaynak: [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [175, ECCA 2016]

Organik kaplama

Rulo kaplama sektörü için solvent bazlı kaplamalar, endüstri genelinde kullanılan baskın sistemlerdir (bkz. Tablo 6.5). Organik kaplama sistemleri polyester, poliüretan (veya her ikisinin kombinasyonu), epoksi veya epoksi-fenoller, PVC plastisol ve poliviniliden diflorür (PVdF veya PVF2) bazlıdır. Özel yüzeyler için, polivinil klorür (PVC) veya polietilen tereftalat (PET) bazlı termoplastik folyolarla kaplamalar da yaygın olarak uygulanır. Ayrıca polivinil florür (PVF) ve diğer polimerleri de içerebilirler. Astarlar için reçine bazı spesifikasyona bağlı olarak epoksi, polyester, melamin, poliüretan veya akrilik olabilir. Astar, korozyon direnci için çok önemlidir çünkü bu tabaka antikorozif pigmentler içerir. Endüstri şimdi, özellikle bina uygulamaları için gerekli hizmet içi performansı sağlayan astarlarda bir dizi krom(VI) içermeyen pigment kullanıyor. REACH mevzuatına [47, EU 2006] dayanarak, stronsiyum kromat gibi kromat içeren pigmentler için 22.1.2019 gün batımı tarihi, bu tür bileşiklerin endüstride kullanımının artık izne tabi olması nedeniyle azalmaya devam etmesini sağlar.

En sık kullanılan solventler Tablo 6.7'de gösterilmiştir.

Tablo 6.7: Organik kaplamada en sık kullanılan solventler

Solvent türleri	Birkaç örnek
Alkoller	Diaseton alkol
Glikol asetatlar	Propilen glikol metil eter asetat, etil diglikol asetat
Glikoller	Butil diglikol, butilglikol, propilen glikol monometil eter
Yüksek kaynama noktalı esterler	Dibazik esterler, adipik, glutarik ve süksinik asitlerin rafine dimetil esterlerinin karışımları
Ketonlar	İzoforon
Petrol hidrokarbonları	Ticari aromatik fraksiyonlar, ksilen
Kaynak: [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]	

Halihazırda uygulanan solvent bazlı boyalar, ağırlıkça %30-70 aralığında bir katı içeriğine sahiptir. Akrilat, epoksi, poliüretan veya polyester bazlı sistemler için uygulanan tabaka kalınlığı 1 µm'den az ile 50 µm arasında değişmektedir; bununla birlikte, en yaygın olarak 25 µm civarındadır.

%5-10 solvent içerikli plastisoller için 200 um'lik bir tabaka kalınlığı tipiktir. Toz kaplama sistemleri için ortak bir katman kalınlığı 60-100 µm aralığındadır.

50-60 µm kalınlığındaki toz veya sıvı kaplamanın bir metrekare kaplamalı ruloya uygulanmasına ilişkin tipik tüketim rakamları Tablo 6.8'de gösterilmektedir.

Tablo 6.8: Rulo kaplamada tipik boya tüketimi

Boya sistemi	Boya tüketimi (g/m^2 rulo)
Solvent bazlı (ağırlıkça %50)	32-53
Toz boya	60-80
NOT: Çeşitli kaplama sistemleri ve katman yapıları nedeniyle, bu rakamlar yalnızca tahmini bir değerlendirmeyi temsil etmektedir. *Kaynak*: [5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]	

Büyük tesisatlarda, solventler saatte yüzlerce kilogram hızında kullanılmaktadır.

Tablo 6.9'da listelenen solvent harici sarf malzemeleri, temizleme ve ön işlem kimyasallarını içermektedir.

Tablo 6.9: Organik madde içermeyen-solventlerle karıştırılmamış kimyasallar

Proses	Ürün	Uygulama metodu	Substrat	Temel bileşenler	Tüketim hızı (kg/1 000 m^2)
Temizlik	Alkali sıvı	Sprey	Soğuk haddelenmiş çelik, çinko kaplı çelik	Potasyum hidroksit, sodyum hidroksit, fosfatlar, şeker bazlı kompleks oluşturucu, yüzey aktif maddeler	1.6
Temizlik	Alkali sıvı	Sprey	Alüminyum	Potasyum hidroksit, sodyum hidroksit, fosfatlar, şeker bazlı kompleks oluşturucu, yüzey aktif maddeler	2.5
Temizlik	Alkali sıvı	Sprey	Alüminyum	Sülfürik asit, fosforik asit, hidroflorik asit, yüzey aktif maddeler	1.3
Ön arıtma ([1])	Alkali oksit (aşama 1)	Sprey ve daldırma	çinko kaplı çelik	Sodyum hidroksit, şeker bazlı kompleks yapıcı, ferrik nitrat, kobalt nitrat	4.8
Ön arıtma	Alkali oksit (son aşama durulaması)	Spray	çinko kaplı çelik	Cr^{3+}, Zn, HF	0.94
Ön arıtma	Çinko fosfat	Sprey	çinko kaplı çelik	Çinko fosfat	6.6
Ön arıtma	Krom içermez (durulama gerektirmez)	Kimyasal kat	çinko kaplı çelik	Titanyum, manganez, zirkonyum, fosforik asit, organik polimer	0.4
Ön arıtma	Krom içermez (durulama gerektirmez)	Kimyasal kat	Alüminyum	Titanyum, manganez, zirkonyum, fosforik asit, organik polimer	0.40
Ön arıtma	krom içermez	Sprey ve daldırma	Alüminyum	Titanyum, zirkonyum,	2.00

([1]) Bu uygulama teknolojileri, Cr(VI) içeren sistemlerin kullanımı için de uygundur. 21.9.2017 CrO3 için son kullanma tarihinden sonra bu tür sistemlerin kullanımı için izin gereklidir; bu sistemler endüstri genelinde yaygın olarak krom(VI) içermeyen ürünlerle değiştirilmiştir.
Kaynak: [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005], [212, TWG 2018] belgesinde yer alan 11 no.lu ECCA görüşü.

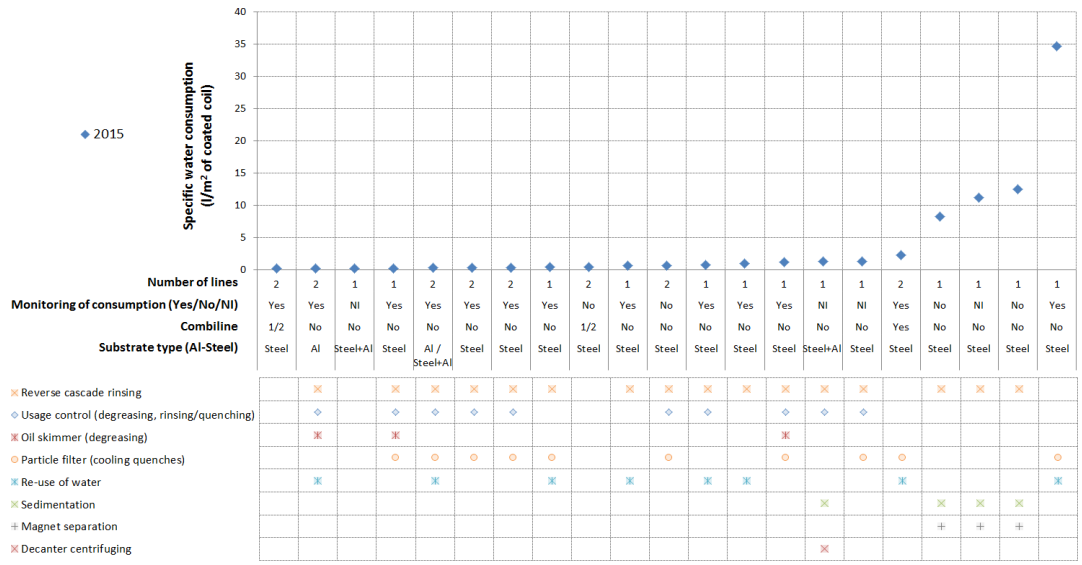
6.3.1.2 Su

[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Ana su kullanımı temizleme ve ön arıtma istasyonları içindir, ancak bazıları kaplama ve kabartma sonrası su vermede kullanılır. Su kullanımını kontrol etmeye ve azaltmaya yönelik teknikler STM BREF [23, COM 2006]'da verilmektedir. Tanımlanan temel teknikler şunlardır: [155, TWG 2016]:

- Su kullanımıyla ilgili tüm proseslerde su kullanımının kontrolü – özellikle yağdan arındırma ve durulama süreçlerinde ve soğutma suyu dağıtımında;
- yağdan arındırma ve durulama işlemleri için ters kademeli durulama;
- Bir yağ sıyırıcı, çökeltme, mıknatıs ayırma, partikül filtresi veya membran filtrasyonu kullanılarak yeniden kullanım için yağ giderme ve soğutma işlemlerinden geri dönüştürülmüş suyun arıtılması.

Sektördeki spesifik su tüketimi için bildirilen değerler Şekil 6.3'te sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.3: Kaplanmış rulo ürünün m2'si başına l olarak ifade edilen spesifik su tüketimi (2015 verileri)

21 spesifik su tüketim değerinden 16'sı kaplanmış bataryanın m2'si başına 1,3 l'nin altındadır. 1,3 l/m2'den yüksek kaplamalı serpantin değerleri, ya kombine (bir tesis) ya da tek geçişli soğutma suyunun spesifik su tüketiminin hesaplanmasına dahil edildiği durumlara (üç durum) karşılık gelir. Yüksek özgül su tüketiminin nedenlerine ilişkin herhangi bir gösterge, en yüksek özgül su tüketimine sahip tesis için sunulmamıştır.

6.3.1.3 Enerji

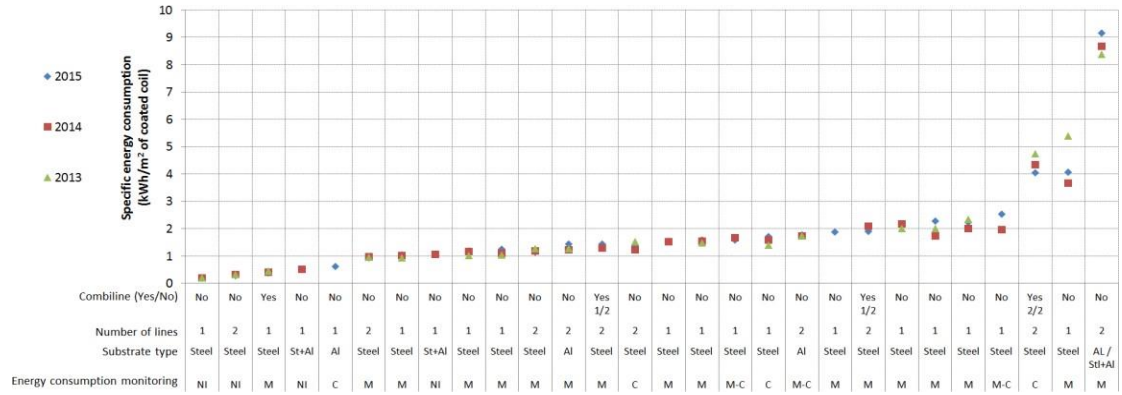
[22, ECCA 2004] [155, TWG 2016] [175, ECCA 2016] [212, TWG 2018]

Boya konveksiyonla kürlendiğinde fırınlar için yakıt kaynağı olarak normalde doğal gaz kullanılır. Oksitleyici (yanma işlemi) için de kullanılır. Genellikle, bir rejeneratif veya reküperatif oksitleyici uygulanır. Üretilen ısı proseste kullanılabilir veya buhar üretimi veya sıcak su için kullanılabilir. Doğal gaz, şeride uygulanan ön işlem solüsyonunu kurutan durulama gerektirmeyen kaplama sistemi fırınını ısıtmak için de kullanılabilir. Fırın ayarlarının kontrol edilmesini sağlamak için damper ve hararet göstergeleri kullanılmaktadır. Entegre bir çelik fabrikasında, kaplama hattının enerji geri kazanım sistemi, sitenin genel enerji sistemine bağlanabilir.

Bazı hatlarda, boyayı sertleştirmek veya kurutmak için indüksiyon veya yakın kızılötesi ısıtma kullanılır; bu üniteler genellikle kombilerde veya sonradan takılan bir organik kaplama ünitesi içeren sıcak daldırma galvanizleme (HDG) tesislerinde bulunur [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 10 no.lu ECCA görüşü].

Elektrik, hatta güç sağlamak için kullanılır ve ulusal şebekeden sağlanır. Elektriğin ana kullanımı, tamamı elektrikle çalışan gezer vinçler ve hat tahrikleri ile proses operasyonları ve bobin hareketleri içindir.

Spesifik enerji tüketimi için rapor edilen değerler (kaplanmış rulonun kWs/m2 olarak ifade edilen rulo kaplama tesisi için toplam enerji tüketimi) Şekil 6.4'te sunulmaktadır.



NOT: M: ölçülen, C: hesaplanan, M-C: ölçüm ve hesaplama kombinasyonu ile elde edilen

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.4: 2013-2015 dönemi için kaplanmış rulo ürününün m2 başına kWh cinsinden ifade edilen özgül enerji tüketimi

Enerji tüketiminin en aza indirilmesi için rapor edilen başlıca teknikler şunlardır: [155, TWG 2016]:

- Isıtılmış sıvılarla tankların ve fıçıların ısı yalıtımı;
- kurutucu fırınlarda hava sızdırmazlığı;
- boşta çalışma veya bakım sırasında azaltılmış havalandırma;
- havalandırma sistemlerinde egzoz havası ısı eşanjörü;
- kurutma işlemlerinden hava çıkarma ve enerji geri kazanımı;
- soğutma bölgesi için hava tahliyesi ve enerji geri kazanımı;
- gazdan arındırma işleminden ısı geri kazanımı;
- Değişken frekanslı sürücülerle merkezi gaz tahliyesi.

6.3.2 Emisyonlar

[5, DFIU et al. 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

[175, ECCA 2016] [212, TWG 2018]

Solventler, özellikle kaplama (yaklaşık %8), kurutma (yaklaşık %90) ve su ve/veya hava ile soğutma (yaklaşık %2) proses aşamaları sırasında VOC emisyonları olarak salınmaktadır.

Genel olarak, tipik bir rulo kaplama hattında havaya emisyonların dört ana kaynağı vardır. Bunlar:

- Yerinde kurutma veya daldırma uygulaması kullanılmazsa (Cr(VI) kimyasallarının sprey uygulaması Avrupa bobin kaplama endüstrisinde artık kullanılmamaktadır), dönüştürmeli kaplama bölümünden çıkan dumanlar (sis);
- kaplayıcılardan ve fırınlardan çıkan boya/çözücü dumanları;
- boya mutfağından ve karıştırma bölmelerinden gelen uçucular;
- soğutma sisteminden kaynaklanan emisyonlar; bunlar nokta kaynaklı emisyonlar veya kaçak emisyonlar olabilir.

Havaya salınan tipik emisyonlar aşağıdaki Tablo 6.10'da verilmiştir. Bunların hepsi nokta kaynaklardır.

Tablo 6.10: Rulo kaplama proseslerinden havaya salınan tipik emisyonlar

Emisyon kaynağı	yayılan kirleticiler
oksitleyici	VOCler, CO, NO_X
Fırın hava söndürmeyi bitirin	VOCler
Laboratuvar çeker ocak	Düşük seviyeli çeşitli dumanlar
Kaplama odalarından iş sağlığı havalandırması	VOCler
Ön arıtma yıkayıcı egzozu	Mineral içerikli sis Potasyum hidroksit Sodyum hidroksit
Ön temizleme yıkayıcısı	Potasyum hidroksit Sodyum hidroksit
HCl toplu tank yıkayıcısı	HCl dumanı
Flokülasyon tankı dumanı	SO_2
Kaynak: [22, ECCA 2004], [38, TWG 2004], [78, TWG 2005], [175, ECCA 2016]	

Azaltma ekipmanına sahip nokta kaynaklardan havaya verilen tipik emisyonlar, TVOC ve karbon ve nitrojen oksitleridir.

Azaltımlı hatlar için TVOC ve CO emisyonları, üretilen ürüne bağlı olarak değişebilir. Yüksek solvent yüküne sahip olanlar, düşük solvent yüküne sahip olanlardan daha yüksek emisyon değerlerine yol açabilir. Daha kalın kaplamalar (ör: plastisoller ve laminatlar), ince kaplama katmanlarından kaynaklı daha düşük emisyonlara yol açabilir.

Azaltılmayan salınım noktalarından gelen TVOC seviyeleri değişebilir ve hat temizliği ve tava temizliği gibi kaplayıcı evinde aralıklı lokalize faaliyetler nedeniyle zaman zaman > 50 mg/m3 olabilir. Bununla birlikte, emisyonların saha bazında gözden geçirilmesi gerekmesine rağmen, azaltılmış emisyonlara kıyasla hacimleri hala çok düşüktür.

Endüstri çapında temiz gaz TVOC konsantrasyonları genel olarak 20 mg C/Nm3'ün altındadır (bkz. 6.3.2.2 aşağıda). Diğer emisyonlar, poliüretan ürünlerinden izosiyanatları ve emisyon seviyelerinin tipik olarak < 0.1 mg/m3 olduğu florür içeren kaplamalardan kaynaklı florürleri içerebilir.

Bununla birlikte, organik boya sistemlerinden florürler yayılmaz ve izosiyanat emisyonlarını ortadan kaldırdığı için çoğu poliüretan kaplamada bloke izosiyanatlar kullanılır.

Tablo 6.11, ortalama kaplama kalınlığı 55 µm olan farklı kaplama sistemleri için bazı özel VOC emisyon değerlerini göstermektedir. Tesisat fırınlarının VOC içeriği 8,75-9,3 g/m3 olup bu da 40 g/m3 LEL'nin yaklaşık %22'sidir.

Bir dizi rulo kaplama hattı, rulo kaplama işlemi boyunca meydana gelen VOC emisyonları için çok çeşitli azaltma işlemleri uyguladıklarını bildirmiştir. Çoğu tesis %97-99 aralığında genel bir azaltma verimliliği bildirirken, az sayıda tesis daha düşük seviyeler bildirmiştir (bkz. Bölüm 6.3.2.1). Bu değer aralığı, bobin kaplama işleminin doğası gereği önemli belirsizliklerin bulunabileceği solvent kütle dengesi (SMB) hesaplamasında yapılan varsayımların bir sonucu olabilir. Oksitleyicide %99 uzaklaştırma verimliliği ile birlikte ağırlıkça %50 solvent içeriğine sahip bir kaplama sistemi kullanılması durumunda, kullanılan kaplama katılarının kg'ı başına yaklaşık 0.04 kg solvent salınır.

Tablo 6.11: Bazı kaplama sistemlerine ait toplam VOC emisyonları

Kaplama sistemi	Toplam VOC emisyonu (g/m^2 kaplanmış rulo)	Azaltma tekniği
Solvent bazlı	0.73-0.84	Fırına bağlı oksidasyon
Solvent bazlı (kütlece %50)	28-29 ([1])	Yok
Toz kaplama	0-0.8 ([2])	Yok

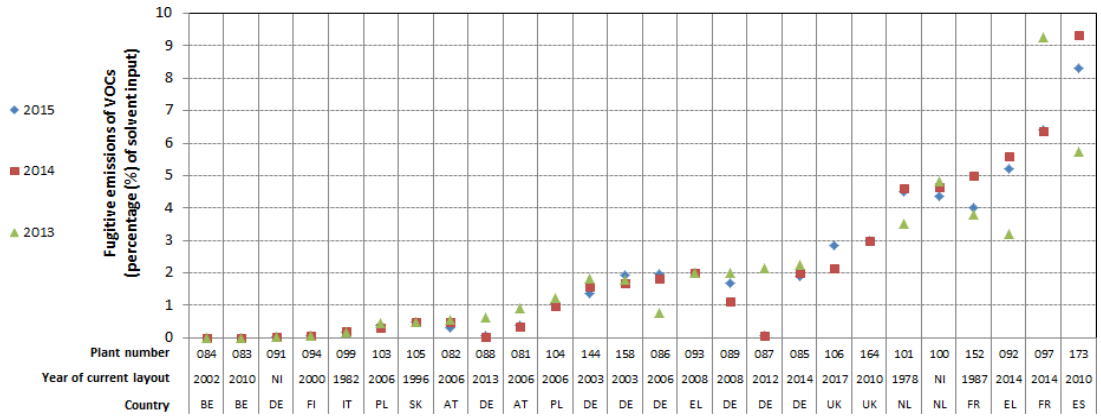
1. Hava akımında daha fazla azalma olmaksızın elde edilen konsantrasyon değerleri.
2. VOC emisyonları solventlerden ziyade kürleme reaksiyonları ile ilgilidir.

Kaynak: [5, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

6.3.2.1 Kaçak VOC emisyonları

[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

2013-2015 referans dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak kaçak emisyonların bildirilen değerleri Şekil 6.5'te sunulmaktadır.



NOT: #081 & #082 2011-2012-2013 verileri

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.5: 2013-2015 referans dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen VOC'lerin kaçak emisyonları

Kaçak emisyonların sınırlandırılması için rapor edilen başlıca teknikler aşağıdakilerle ilgilidir[155, TWG 2016]:

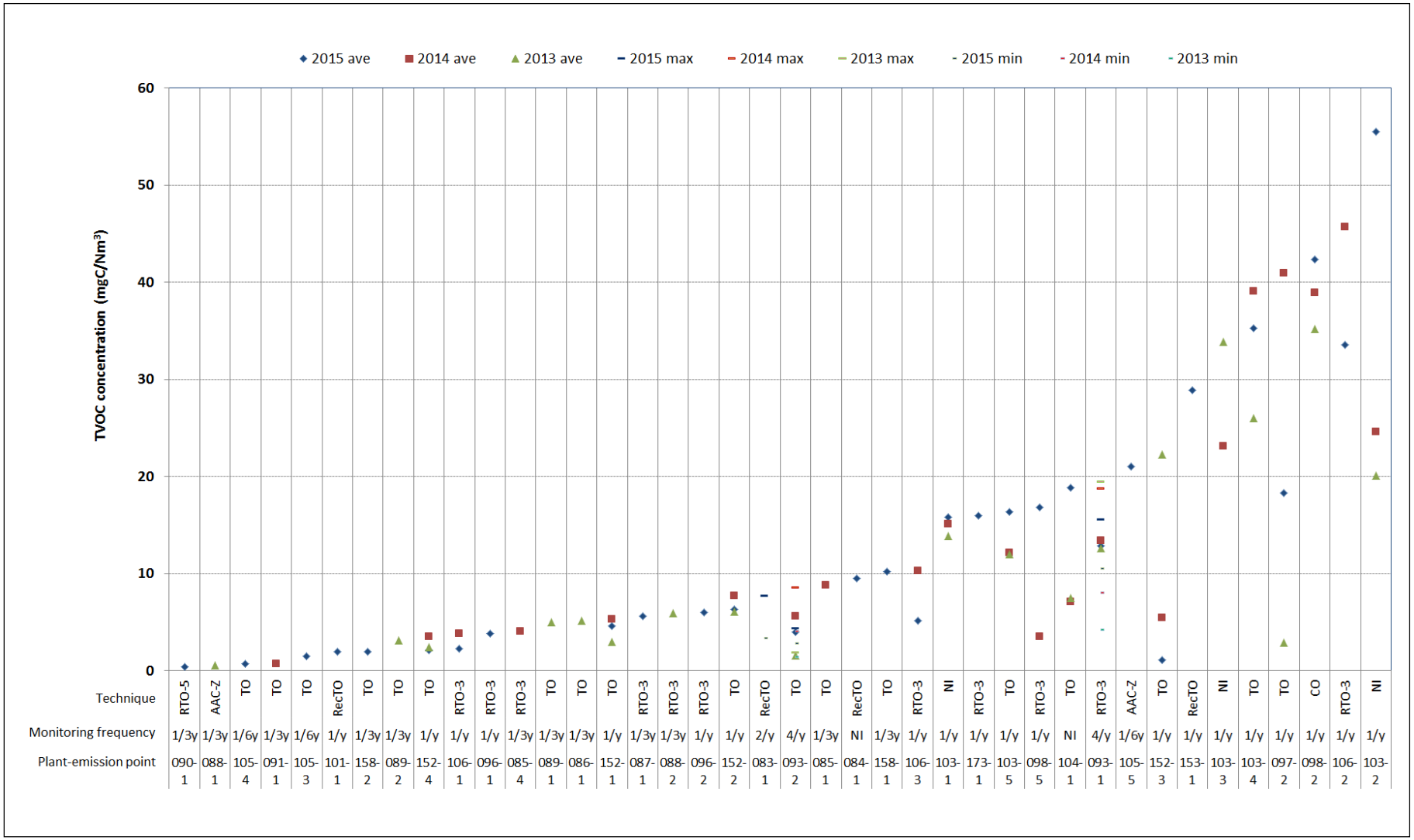
- plansız salımları önlemeye yönelik genel önlemler;
- Tehlikeli maddelerin güvenli depolanması ve taşınması;
- hava tahliyesi ve müteakip arıtma ile kapalı uygulama bölgeleri;
- kurutma işlemlerinden hava çıkarma ve müteakip arıtma;
- soğutma bölgesinden havanın çıkarılması ve işlenmesi;
- yüksek çözücü içerikli kaplamaların daha düşük çözücü içerikli veya yüksek katı içerikli kaplama ile ikame edilmesi;
- boya hazırlama odasının (mutfak) kapatılması.

Kaçak emisyon kontrolünde iyileştirmeler için büyük bir potansiyel mevcut olduğu, bir referans tesiste (097 No.lu Tesis) bildirilen kaçak emisyonların %30'unun (toplam girdinin yüzdesi olarak %10'dan %7'ye) düşürülmesiyle vurgulanmaktadır. Bu azalma, özellikle fırın ve oksitleyici alanındaki ekstraksiyon proseslerini ve fırınlara girmeden önce boya kaplayıcıların ve ıslak şeridin üzerindeki ekstraksiyon sistemini iyileştirerek boya odalarında iyileştirmeler uygulayarak elde edilmiştir. Bu çözüm bu hat için uygundur; kaplayıcıları çevreleyen çalışma ortamının boyut ve yapı bakımından farklılık gösterdiği diğer hatların farklı iyileştirme çözümleri bulması gerekebilir.

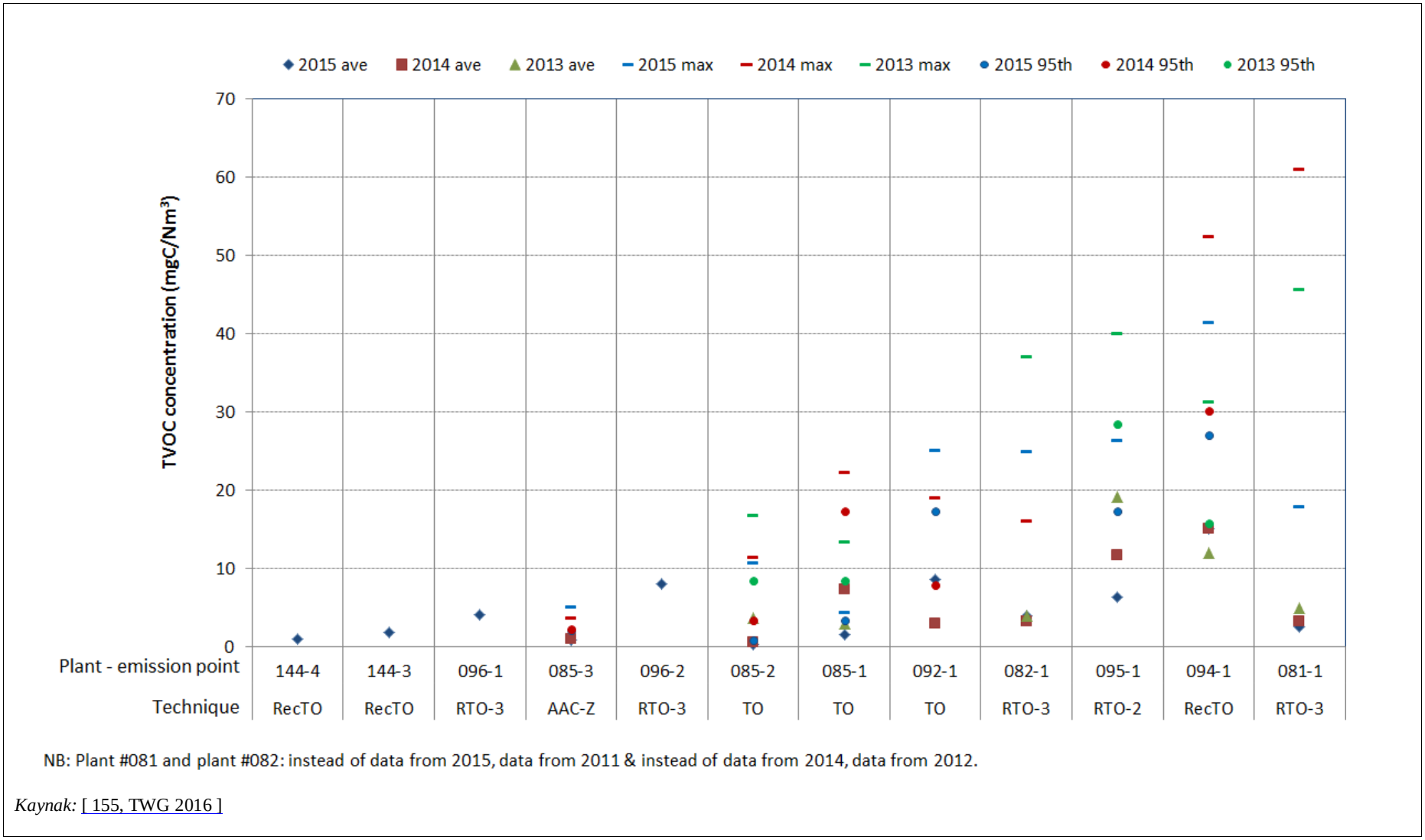
Kaçak emisyonlarla ilgili tüm değerlendirmeler, işletim seviyeleri bildirirken ve bireysel rulo kaplama tesisleri için iyileştirme hedeflerini belirlerken tanımlanması ve mümkün olduğunca en aza indirilmesi gereken solvent kütle dengesi hesaplamalarındaki belirsizlikleri içermektedir (bkz. Bölüm 17.3.1, 17.3.2, 17.3. 3 ve 17.3.4).

6.3.2.2 Atık gazlardaki TVOC emisyonları

Bildirilen TVOC emisyon verilerinin büyük bölümü, yılda dört kez ile 3 yılda bir kez arasında değişen sıklıklarla periyodik izlemeye atıfta bulunmaktadır (bkz. Şekil 6.6). Daha az durumda sürekli izleme yapılmıştır (bkz. Şekil 6.7) ve bazı durumlarda ise hem sürekli hem de periyodik izleme yapılmıştır.



Şekil 6.6: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (periyodik izleme)



NB: Plant #081 and plant #082: instead of data from 2015, data from 2011 & instead of data from 2014, data from 2012.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (sürekli izleme)

Bölüm 6

6.3.2.3 Atık gazlardaki NO_X ve CO emisyonları

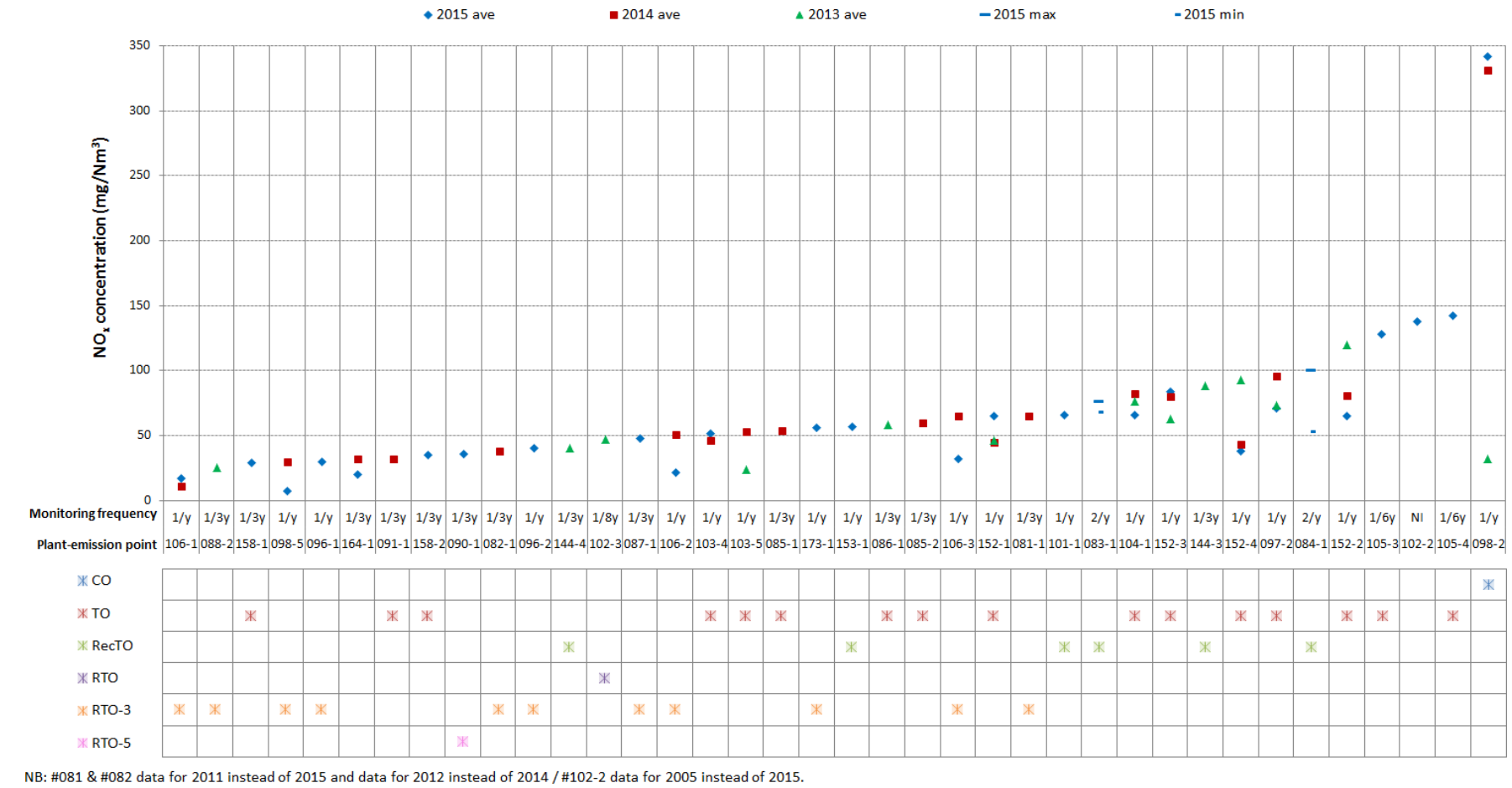
NOX emisyonları, TVOC emisyonlarının ısıl olarak azaltılmasından kaynaklanır ve uygulanan teknik ve ilgili koşullarla ilişkilidir. Genel olarak, NOX emisyonları periyodik olarak ölçülmekte olup ölçüm sıklıklarının yılda iki kez ile 6 yılda bir arasında değiştiği bildirilmiştir.

Azaltma sürecinin ana hedefi TVOC emisyonlarının sınırlandırılması olduğundan, NOX emisyonlarını azaltmak için hiçbir tekniğin kurulu olduğu bildirilmemiştir. Yalnızca bir istisna dışında, rapor edilen tüm değerler, örnekleme dönemi boyunca ortalama olarak 150 mg/Nm3'ün altındadır.

Şekil 6.8, atık gazlardaki NOX emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için rapor edilen değerleri göstermektedir.

CO emisyonları da VOC emisyonlarının ısıl olarak azaltılmasından kaynaklanır ve uygulanan teknik ve ilgili koşullarla ilişkilidir. Genel olarak, CO emisyonları ayda bir ila 3 yılda bir arasında değişen sıklıklarla periyodik olarak ölçülür.

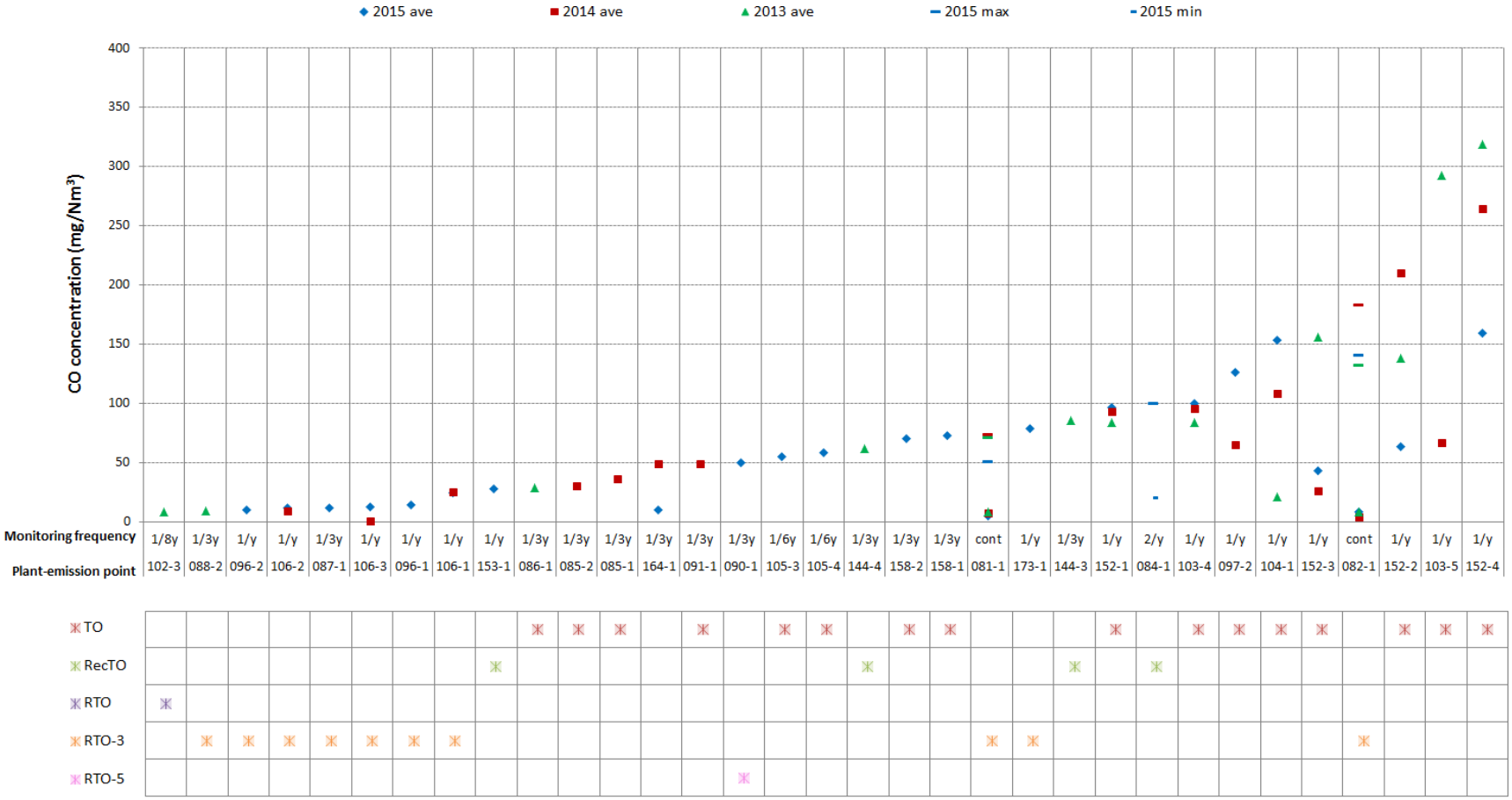
Şekil 6.9, bobin kaplama tesislerinden kaynaklanan atık gazlardaki CO emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için bildirilen değerleri göstermektedir.



NB: #081 & #082 data for 2011 instead of 2015 and data for 2012 instead of 2014 / #102-2 data for 2005 instead of 2015.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.9: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları

6.3.2.4 Suya salınan emisyonlar

[5, DFIU ve arkadaşları 2002][22, ECCA 2004] [23, COM 2006] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Bir serpantin kaplama hattından çıkan ana atık su kaynakları, giriş temizleme bölümünden ve ardından durulama gerektiren bazı ön arıtma işlemlerinden gelir ve bunlar STM BREF'te tartışılmaktadır. Ön terbiye işlemleri, durulama gerektirmeyen yöntem (merdane tekniği ile uygulama) kullanılarak da uygulanabilir. Bu yöntem önemli miktarda atıksu üretmez. Ön arıtma ve temizleme solüsyonları ve bunlarla ilişkili durulama suları, yerinde bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir veya arıtma veya bertaraf için sahadan alınabilir.

Astar ve son kat uygulamasında kürlendikten sonra ve gofraj sonrası kullanılan söndürme suyuna salınan bazı emisyonlar mevcut olsa da bunlar özel bir öneme sahip değildir. Tüm boya sistemleri söndürme gerektirdiğinden, farklı boya sistemleri için üretilen atık su miktarlarında herhangi bir farklılık yoktur, ancak gerçek kirletici seviyelerinde/türlerinde küçük farklılıklar olabilir. Bir çelik kaplama hattı için temizleme ve ön işlem bölümlerinden kaynaklanan emisyonların türü, metalik alt tabakaya ve temizleme ve ön işlem bölümlerinin kimyasal yapısına bağlıdır.

Suya emisyonlara ilişkin veriler 11 tesis tarafından bildirilmiştir [155, TWG 2016]. 'İlgilenilen ana parametreler' olarak tanımlanan27 parametre şunlar olmuştur: Cr(toplam), Cr(VI), nikel, çinko ve florür. Diğer olası ilgi parametreleri DEHP ve NP/NPE olmuştur.

Uygulanan başlıca teknikler şunlardır:

- pıhtılaşma ve flokülasyon;
- nötralizasyon;
- sedimantasyon (yerleşim);
- yağdırma;
- süzme;
- yüzdürme;
- biyolojik arıtma.

Atıksuların kesin proses kaynakları her durumda tam olarak net değildir (ancak bu, verilen ön arıtma türüne göre kontrol edilmiştir). Bazı durumlarda atıksu arıtma (WWT) yapılıp yapılmadığı veya uygulanan teknikler hakkında bilgi verilmemiştir. Kategorilere ayrıldığında değerler küçük olsa da, tahsis edilmiş WWT ve birleşik WWT'den kaynaklanan emisyonlar arasında veya doğrudan yüzey sularına deşarj yapan tesisler ile kentsel atıksu arıtma tesisleri aracılığıyla dolaylı olarak deşarj olanlar arasında bir fark olmadığı görülmektedir.

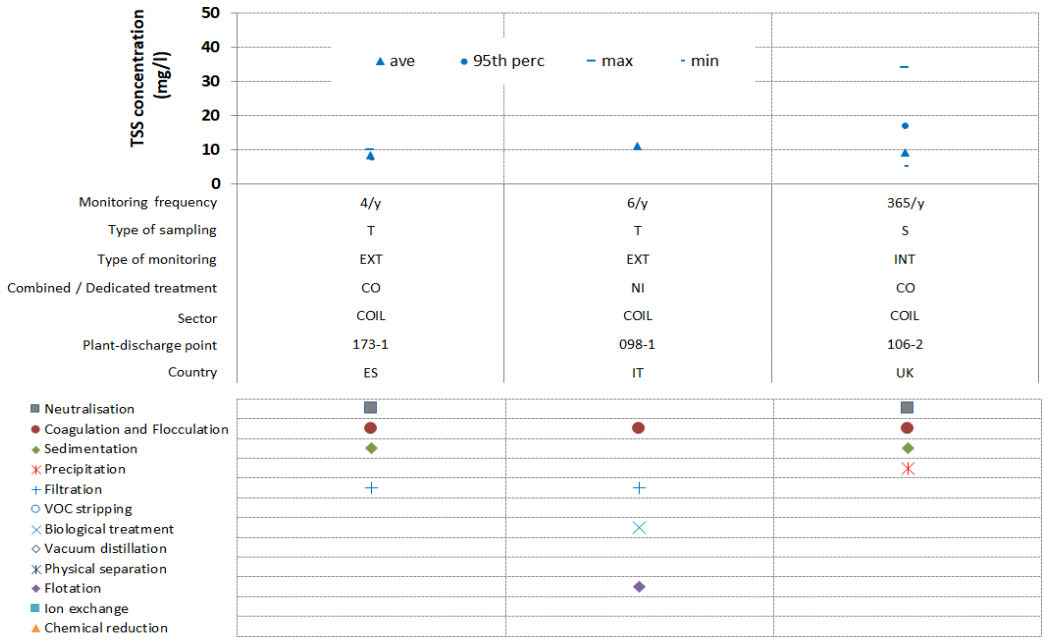
Avrupa pazarına yönelik ürünler büyük ölçüde Cr içermez. Dört tesis, ön arıtmalarda Cr kullandığını bildirmiştir (ancak Cr(III) veya Cr(VI) kullanılıp kullanılmadığını belirtmemiştir). Bunlardan sadece biri, veri toplama çalışması sırasında Cr(VI) azaltımı gerçekleştirdiğini bildirmiştir. REACH mevzuatı [47, EU 2006] kapsamında 21.9.2017 son kullanma tarihini mütakip endüstri genelinde kromat içermeyen ön arıtma uygulanmasına yönelik güçlü bir eğilim olmuştur ve bu da Cr(VI) içeren sistemler için izin alınmasının gerekli olduğu anlamına gelmektedir. İkamenin uygun olmadığı veya belirli durumlar için mevcut olmadığı durumlarda verilebilecek bu izinler, periyodik incelemeye tabidir ve Cr(VI) kullanımının, endüstrinin yalnızca kromat içermeyen ön aarıtma ürünlerikullanacağı bir zamana kadar azalmaya devam etmesi beklenmektedir. [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 15 no.lu ECCA görüşü].

[27] COM çalışma belgesi EIPPCB 09/06/2016: IED Ek 1 6.7 faaliyetlerini yürüten tesisler için Temel Çevresel Konular olarak değerlendirilmeleri için metaller ve suya salınan diğer emisyonlar hakkında sunulan Teknik Çalışma Grubu (TWG) verilerinin değerlendirilmesi.

Her bir kirletici madde için bildirilen konsantrasyon değerleri aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır. Suya salınan emisyon verileri için kullanılan kısaltmaların açıklaması Tablo 2.22'de verilmiştir.

6.3.2.4.1 Toplam askıda katı madde (AKM)

AKM'nin alıcı su kütlesine doğrudan deşarjında üç emisyon noktasına ilişkin veriler sunulmuş ve Şekil 6.10'da aktarılmıştır.

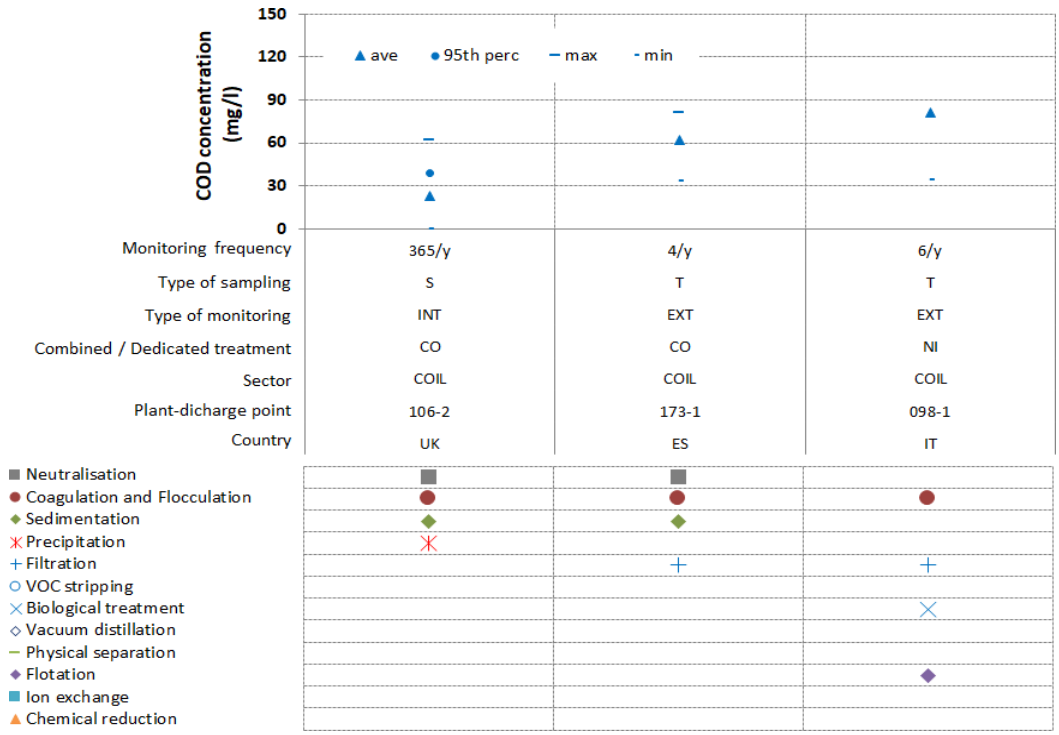


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.10: Rulo kaplama tesislerinden bildirilen atık suyun doğrudan deşarjıyla ilgili AKM konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

6.3.2.4.2 Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

KOİ'nin alıcı su kütlesine doğrudan deşarjıyla ilgili olarak üç emisyon noktası için veriler sunulmuş ve Şekil 6.11'de aktarılmıştır.

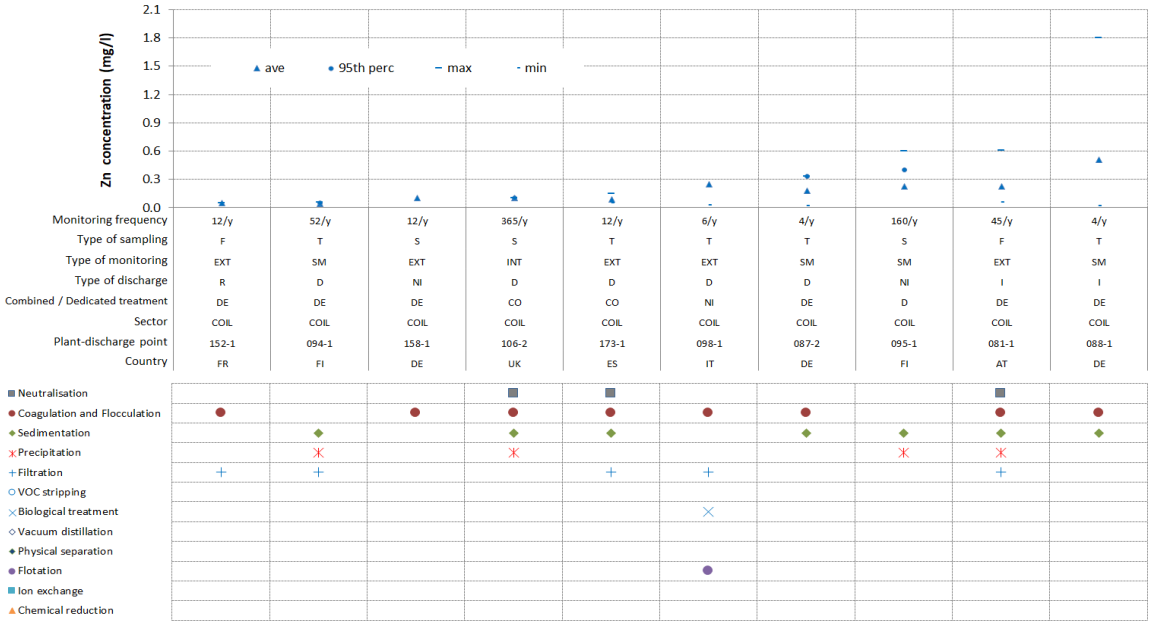


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.11: Rulo kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan deşarjı için KOİ konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

6.3.2.4.3 Çinko (Zn)

Çinko emisyonlarıyla ilgili olarak 10 tesise ait veriler sunulmuştur. Bildirilen maksimum değerlerin çoğu (10 üzerinden 9) 0,6 mg/l'den düşüktür.

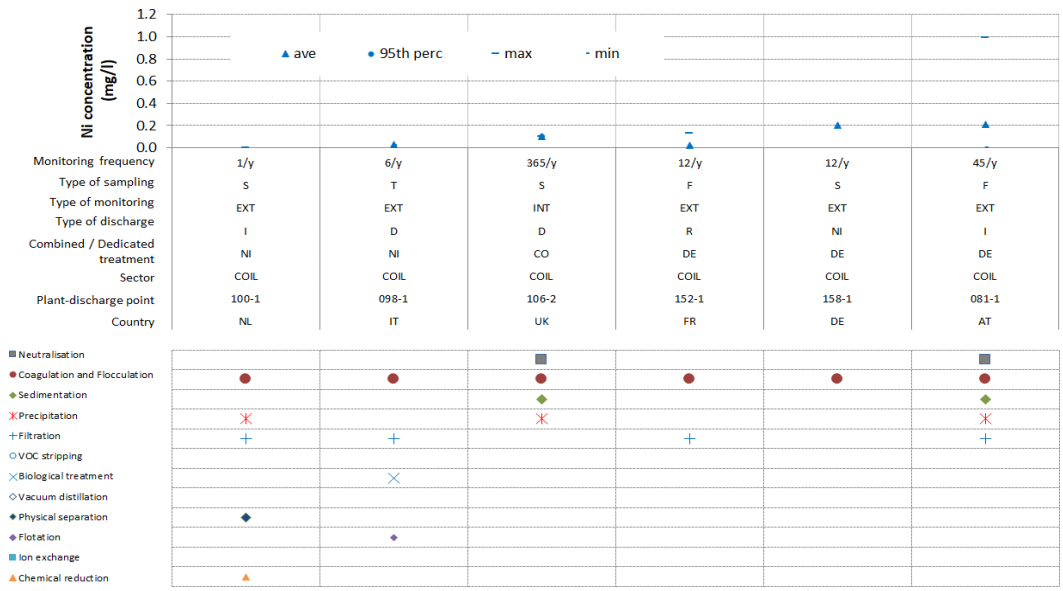


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.12: Rulo kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjlarıyla ilgili Zn konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

6.3.2.4.4 Nikel (Ni)

Suya salınan nikel emisyonlarıyla ilgili olarak altı tesise ait veriler sunulmuştur. Biri hariç rapor edilen değerlerin tümü 0,2 mg/l'den düşüktür.

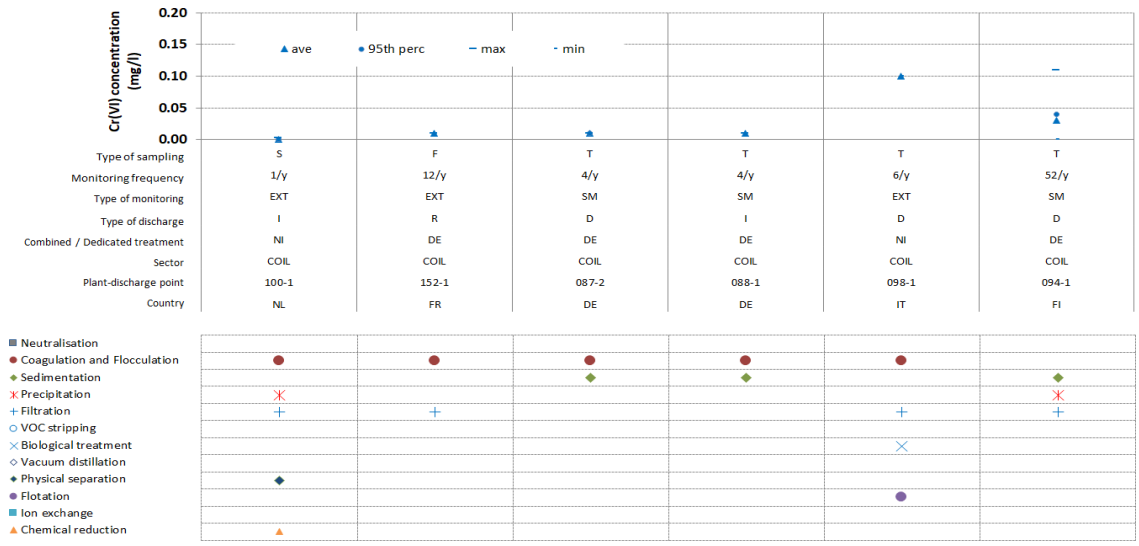


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.13: Rulo kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjlarıyla ilgili Ni konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

6.3.2.4.5 Altı değerlikli krom (Cr(VI))

Altı tesis, atık suya salınan altı değerlikli krom emisyonu verilerini sunmuştur. Tüm değerler 0.11 mg/l'den düşüktür ve rapor edilen altı değerden dördü 0.044 mg/l'den düşüktür.

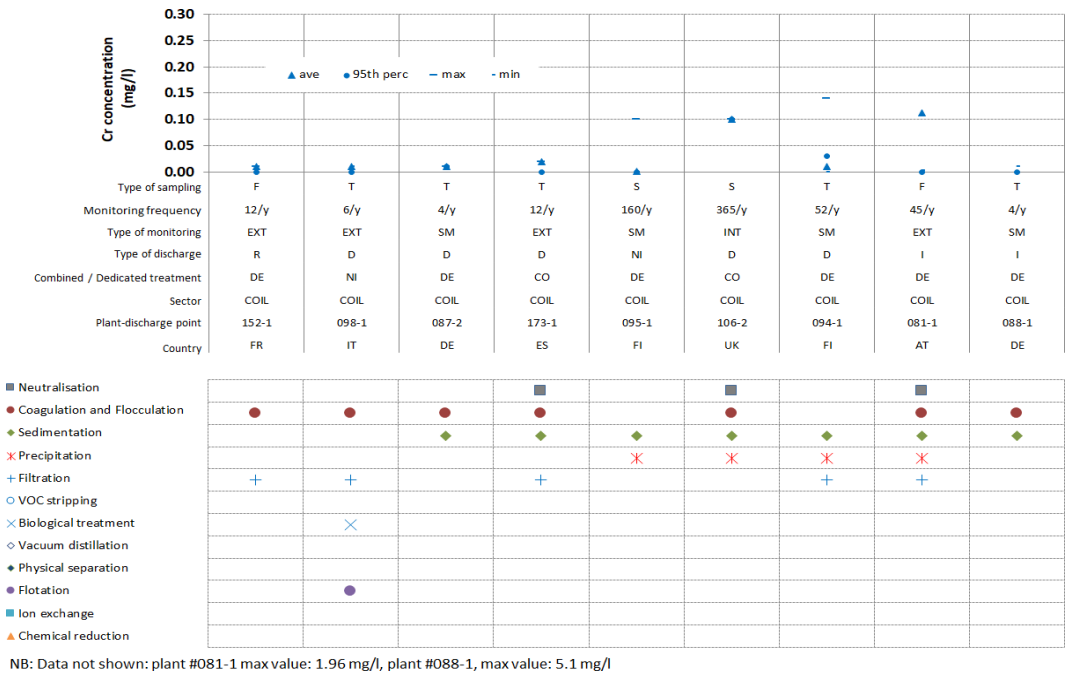


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.14: Rulo kaplama tesislerinden bildirilenb atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjlarıyla ilgili Cr(VI) konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

6.3.2.4.6 Toplam krom (Cr_{toplam})

Toplam kromun atık suya salınan emisyonlarıyla ilgili olarak dokuz tesise ait veriler sunulmuştur. İkisi hariç bildirilen tüm maksimum değerler 0.14 mg/l'den düşüktür. Bildirilen değerler Şekil 6.15'te sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.15: Bobin kaplama tesislerinden bildirilen atıksuyun doğrudan ve dolaylı deşarjlarıyla ilgili Cr konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

6.3.2.4.7 Florür (F^-)

Atıksuya salınan florür emisyonları için sekiz tesise ait veriler sunulmuştur. Bildirilen değerler Şekil 6.16'da sunulmaktadır. Bildirilen maksimum değerlerin ikisi hariç tümü 7 mg/l'den düşüktür ve yalnızca iki değer 53-62 mg/l mertebesindedir.

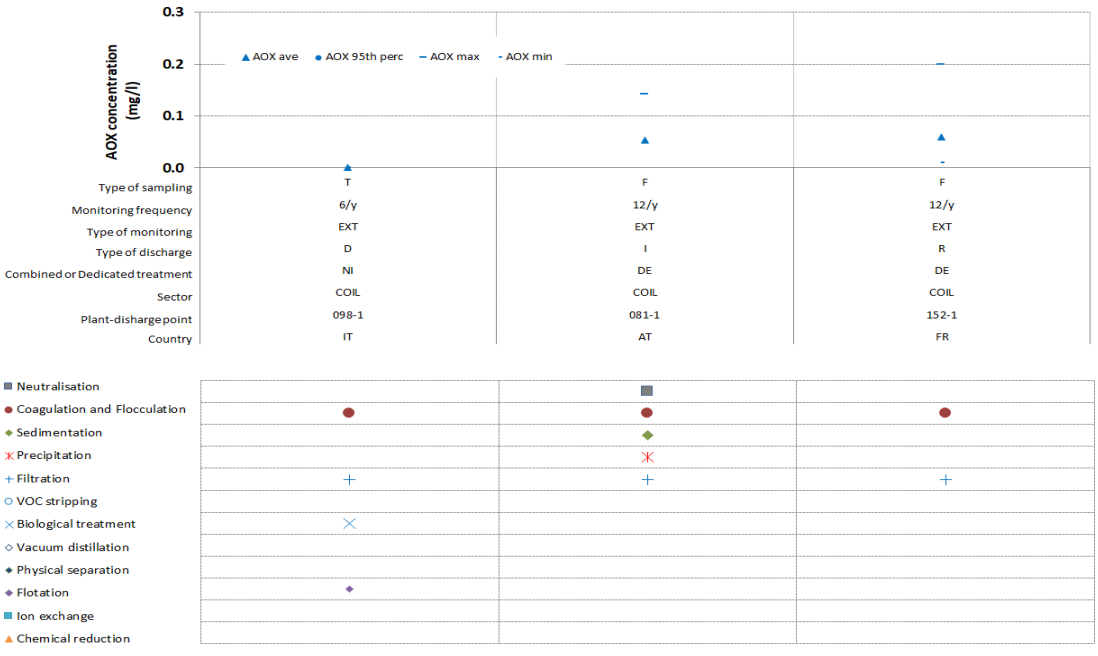


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.16: Rulo kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjlarıyla ilgili florür konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

6.3.2.4.8 Adsorplanabilir organik olarak bağlı halojenler (AOX)

Atıksuya salınan AOX emisyonlarıyla ilgili olarak üç tesise ait veriler sunulmuştur. Bildirilen değerler Şekil 6.17'de sunulmaktadır. Bildirilen tüm maksimum değerler 0,2 mg/l.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 6.17: Rulo kaplama tesislerinden atık suyun doğrudan ve dolaylı deşarjlarıyla ilgili AOX konsantrasyon değerleri (2015 verileri)

6.3.2.5 Atık üretimi

[155, TWG 2016]

Rulo kaplama işleminden kaynaklanan başlıca atık türleri ve bunların geri dönüşüm veya bertaraf yolları Tablo 6.12'de sunulmaktadır.

Tablo 6.12: Rulo kaplama sektöründe üretilen başlıca atık türleri

Atık türü	Kaynağı	Miktarı (ürünün tonu başına düşen kg cinsinden atık miktarı)	Ortalama solvent içeriği (%)	Geri dönüşüm veya bertaraf güzergahı
Atık solvent	Temizlik prosesleri	0.6-2.9	50-100	Tehlikeli atık olarak saha dışına taşınır
Organik solventler veya diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler	Üretim prosesleri	0.02-1.3	40-60	Tehlikeli atık olarak saha dışına taşınır
Yağ emülsiyon atığı	Atıksu (ön)arıtma	0.04-0.06	NI	Tehlikeli atık olarak saha dışına taşınır
Boyahane atıkları (filtre malzemeleri, solvent içeren mendiller ve temizlik bezleri)	Üretim / temizlik prosesleri	0.3-2.4	35-50	Tehlikeli atık olarak saha dışına taşınır
Metal hurda (konteynerler, variller vb.) ve plastik kaplar	Üretim prosesleri	0.05-2.1	0.1-3	Tedarikçiye iade edilir
Halojenli maddeler içeren solvent atıkları	Üretim prosesleri	1.0-1.3	NI	Tehlikeli atık olarak saha dışına taşınır
Atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan çamurlar	Atıksu (ön)arıtma	0.3-0.8	5	Tehlikeli atık olarak saha dışına taşınır
Atık PE/PVC tabakaları	Üretim prosesleri	0.6-0.8	NI	Tehlikeli atık olarak saha dışına taşınır

NOT:
NI: Bilgi verilmemiştir.
Kaynak: [155, TWG 2016]

Atık oluşumunun en aza indirilmesi için uygulanan teknikler
Üretilen atık miktarlarının en aza indirilmesi için kullanılan rapor edilen başlıca teknikler şunlardır: [155, TWG 2016]:

- Hurda metal miktarını azaltmak için yeniden kullanılabilir kapların kullanılması;
- yeniden kullanılabilir temizlik bezleri;
- Ürün değişikliği sırasında kaplayıcı kafasından geri dönen boyanın yeniden kullanılması;
- kullanılmış solventlerin damıtılması;
- Yağdan arındırma, durulama ve desmutting işlemlerinden kaynaklanan atık su için vakumlu evaporatör; bu çalışma şekli, geri dönüştürülmüş suyun artmasına ve bertaraf edilecek fiziko-kimyasal çamurun azalmasına neden olur;
- Bertaraf edilecek fiziko-kimyasal çamuru azaltmak amacıyla atıksu çamuru için filtre pres, santrifüjler ve dekantörler kullanılması;
- Atıksu üretimi olmayan ön arıtmada durulama sistemi;
- atık işleme proseslerinde, özellikle artan toplama sıklığı ve dökme tanker toplamanın ortadan kaldırılmasıyla çamur atıklarının ortadan kaldırılmasına odaklanan iyileştirmeler;
- Ön işlemden sonra şeridi soğutmak için kullanılan suyun yeniden kullanılması.

6.4 Rulo kaplama için MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

Bölüm 17'de, rulo kaplama için de uygulanabilecek teknikler değerlendirilmiştir. Tablo 6.13'te, Bölüm 17'de açıklanan rulo kaplamayla ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre has bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmayacaktır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Rulo kaplama için EGTEI arka plan belgesi (bkz. Ek 21.3.1), Avrupa düzeyinde VOC emisyonlarını azaltmak için bazı tekniklerin maliyetleri ve faydaları hakkında bazı veriler sunmaktadır. Ancak, EGTEI yaklaşımının zorunlu olarak karmaşıklığını sınırlaması gerekir ve çapraz ortam etkileri gibi diğer MET faktörleri veya münfert tesisatların teknik özellikleri dikkate alınmadan yalnızca temel teknikler verilmiştir.

Tablo 6.13: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama prosesleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gaz çıkarma ve arıtma	17.10
Atıksu arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

6.4.1 Rulo kaplama tesisi için solvent kütle dengesi

[177, ECCA 2017] [185, ECCA 2017] [212, TWG 2018]

Tanımı
Bölüm 17.3.1'de genel bir tanımlama yapılmıştır.
Kaçak emisyonların hesaplanmasındaki ana belirsizlik kaynaklarının analizi ile birlikte endüstri (ECCA) tarafından önerilen KOBİ metodolojisinin ayrıntılı bir açıklaması Ek 21.5.2'de sunulmuştur.

6.4.2 Malzeme-bazlı teknikler (ikame dahil)

6.4.2.1 Dönüşüm kaplamaları

Dönüşüm kaplaması, metal ve kimyasal bir çözelti arasındaki kimyasal reaksiyonla oluşturulan bir metal üzerinde koruyucu bir yüzey tabakasıdır. Ayrıca boya gibi sonraki kaplamalar için geliştirilmiş yapışma sağlayabilir.

Dönüşüm kaplamaları, STM BREF [23, COM 2006]'da daha ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Rulo kaplamadaki dönüşüm kaplamalarında, ön işlemden sonra geleneksel olarak Cr(VI) (kromat) durulamaları uygulanır. Ancak, REACH Tüzüğü [47, EU 2006] uyarınca, bu tür durulamalarda kullanılan Cr(VI) bileşikleri 21 Eylül 2017'deki son kullanma tarihlerini geçmiştir ve artık her kullanım için özel izin gerektirmektedir (ayrıca bkz. Bölüm 6.2.1.1.5).

6.4.2.2 Krom(VI) içermeyen dönüşüm kaplamaları

[[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 17 no.lu ECCA görüşü]

Krom(VI) içermeyen dönüşüm kaplamaları artık işlemin ön işlem aşamasında 'yerinde kurutma' uygulaması için geliştirilmiştir. Kapsamlı Ar-Ge çalışmaları sayesinde, çinko kaplı çelik alt tabakalar için TiF6 / ZrF6 / fosfat / polimerlerin ve alüminyum alt tabaka için TiF6 / ZrF6 / polimerlerin uygun bir kombinasyonuna dayanan bir dizi sistem üretilmiştir.

6.4.2.3 Yüksek katı madde içeren kaplamalar

Tanımı
Rulo kaplamada kullanılan solvent bazlı boyaların katı içeriği yaklaşık %40'tır.
% 70-95 katı içeriğine sahip yüksek katı kaplama sistemleri, bazı özel uygulamalar için bobin kaplama işlemlerinde de uygulanabilir.

Teknik tanımlama
Bkz. Bölüm 17.7.2.1.
PVC plastisol kaplama, rulo kaplamada yaygın olarak kullanılan bir üründür ve genellikle %10'dan az solvent içerir. PVC plastisol, 2016 yılında tüm son katların %12,5'ini oluşturan, rulo kaplama endüstrisinde açık ara en yaygın kullanılan yüksek katı maddeli kaplamadır [265, TWG 2019].

Elde edilen çevresel faydalar
Fırınlar içindeki azaltılmış solvent yüklemeleri, havadaki belirli bir konsantrasyon için çekilen hava akışlarında azalmaya veya hat hızlarında artışa olanak verebilir.

Çevresel performans ve işletim verileri.
Bitmiş ürünün uygulama özellikleri ve performans talepleri ile tutarlı olarak diğer kaplama kimyalarında solvent içeriğini azaltma eğilimi söz konusudur. Bununla birlikte, kaplanabilirlik (yani düşük viskozite), gerçekçi işlem koşulları (yani silindir kaplayıcı parametreleri, özellikle rulo basıncı) ve kalınlık (yani standart bir rulo kaplı ürün için 20 µm kuru kalınlık) arasında bir denge bulmak zordur.
Ayrıca yukarıdaki Teknik tanımlamaya bakın.

Çapraz ortam etkileri
Hedef kalınlık standart kaplamadan daha yüksek olduğunda, düşük solvent konsantrasyonu daha yüksek kalınlıkla dengelenir; fırından çıkarılan havadaki toplam solvent içeriği kabaca aynı kalır. Hedef kalınlık standart kaplamaya daha yakınsa, atık akışındaki solvent buharlarının azaltılması oksitleyicide gaz/fosil yakıt talebini artırabilir ve/veya fırın havasının ön ısıtılması için geri kazanılan enerjiyi azaltabilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Genel olarak performans ve ekonomik kriterlerin karşılandığı durumlarda geçerlidir. PVC plastisollerin uygulanması için ekstra/farklı ekipman gereklidir.

Ekonomik boyut
Daha yüksek katı içerikli kaplamalar, aynı nihai kuru kaplama kalınlığını elde etmek için azaltılmış bir ıslak film kalınlığında uygulama gerektirir. Bu, uygulama silindirlerine daha fazla baskı uygular ve daha yüksek bakım maliyetlerine ve kaplayıcıyı çalıştırmak için artan elektrik enerjisine neden olabilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Plastisol kullanımının ardındaki itici güç, bu özel ürüne yönelik piyasa talebidir.
- Diğer ürünler için ana etken, rulo kaplayıcılarda kilogram başına boya satın aldığından, uygulanan mikron başına daha düşük bir fiyatla potansiyel maliyet düşüşüdür.
- Rulo kaplamada kullanılan boyaların solvent içeriğini azaltmak için genellikle hem rulo kaplayıcıların hem de boya tedarikçilerinin baskısı vardır. Bununla birlikte, gerçek bir atılımdan çok sürekli bir iyileştirmedir: son ürünün özelliklerinde/maliyetinde önemli bir değişiklik olmaksızın solvent içeriğini %30'un altına düşürmenin mümkün olduğu sadece birkaç durum vardır.
- Boya işleme alanlarındaki VOC seviyeleri için sağlık ve güvenlik gereksinimleri.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 152, 084, 086, 090, 095, 102, 106, 153 ve 164 No.lu tesisler.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [22, ECCA 2004] [155, TWG 2016] [185, ECCA 2017]

6.4.2.4 Su-bazlı boylar/kaplamalar

Tanımı

Su bazlı boyalar, genellikle polyester, akrilik, melamin ve epoksi reçinelerine dayanan suyla seyreltilebilir veya suda dağılabilir reçineler içerir. Halihazırda mevcut olan suyla seyreltilebilir boyaların çoğu, aynı zamanda, birleştirici olarak %20'ye kadar organik solventler içerir. Ayrıca bkz. Bölüm 17.7.2.2.

Teknik tanımlama

Bobin kaplama için su bazlı boya sistemleri genellikle tek bileşenli boyalardır. Esas olarak polyester, akrilik, melamin ve epoksi reçine esaslıdır. Su bazlı boya sistemleri normalde ağırlıkça %10-65'lik bir su içeriğine sahiptir ve genellikle birleştirici olarak ve ıslak film tabakasının özelliklerinin iyileştirilmesi için < %3-20 organik solventler içerir.

Elde edilen çevresel faydalar

Bkz. Bölüm 17.7.2.2.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bkz. Bölüm 17.7.2.2.

Çapraz ortam etkileri

Bkz. Bölüm 17.7.2.2.

Su, organik çözücülerden daha yüksek bir buharlaşma enerjisine sahiptir, bu nedenle rulo kaplamadaki su bazlı kaplamalar genellikle kürleme fırınlarında daha fazla enerji girdisi gerektirir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu, su bazlı boya sistemleri geniş bir kullanım yelpazesi için geçerli olmadığından, bobin kaplamalar için küçük miktarlarda kullanılan bir niş kaplamadır. Halihazırda işlenmiş su bazlı boyalar, Batı Avrupa'daki rulo kaplama proseslerinde toplam boya tüketiminin %0,2'sini geçmemektedir. Su bazlı kaplamalar kullanılıyorsa, uygulama çoğunlukla astarlar ve arka veya baz katlarla sınırlıdır. Bazı rulo kaplama hatlarında su bazlı kaplama sistemleri kullanılmıştır, ancak bunlar çok çeşitli son kullanım spesifikasyonları için geçerli değildir. Spesifik formülasyon geliştirmenin performans taleplerini karşıladığı sınırlı bir ürün yelpazesine ayrılmış hatlarda kullanılabilirler.

Ekonomik boyut

Bkz. Bölüm 17.7.2.2.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Bkz. Bölüm 17.7.2.2.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] .belgesinde yer alan 081, 082, 089, 090, 092, 144 ve 164 No.lu tesisler.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016] [185, ECCA 2017]

6.4.2.5 Toz kaplamalar

Tanımı

Bkz. Bölüm 17.7.2.6.

Teknik tanımlama

Toz parçacıkları normal olarak püskürtme tabancalarında veya bir bulut odasında elektrostatik yükleme ile uygulanır ve daha sonra geçerken topraklanmış metal şeride çekilir. Uygulama genellikle şeridin bir tarafında, tipik bir katman kalınlığı 50 um ila 60 um olan bir katman ile gerçekleştirilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Bkz. Bölüm 17.7.2.6.

Çevresel performans ve işletim verileri

Yüzey için uygulanan kimyasal ön işlemi, solvent bazlı ürünlerin uygulanmasına benzerdir. Kurutma veya sertleştirme tipik olarak kızılötesi ve dolaşan sıcak havanın bir kombinasyonu ile veya NIR veya indüksiyon fırınlarıyla gerçekleştirilir. 180-250 °C'lik hedef sıcaklıklarına ulaşılır. Kürleme işlemi tipik olarak 1.5-2 dakika içinde tamamlanır.

Çapraz ortam etkileri

Bkz. Bölüm 17.7.2.6.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Rulo kaplama hatlarının çoğu, toz teknolojileri kullanılarak elde edilenden çok daha yüksek bir hızda çalıştığından, toz uygulaması, eritme, füzyon, akış ve kürleme için hat hızında ciddi bir azalma vardır (genelde son bobin kaplama hatları için 20 toz boya için m/dak). Bu nedenle toz boya, bu kısa sürelerde uygulanabilen ve kürlenebilen çok sınırlı bir toz boya kalitesi yelpazesi olduğundan, bazı spesifik ürünlerde düşük hat hızlarıyla sınırlıdır.

Mevcut teknoloji, 30 mikrondan daha az film kalınlıklarında toz kaplamalarda henüz homojenlik sağlayamıyor. Bu sınırlamalar birlikte, şu anda geleneksel kurulumlar için toz boyalara geçişin mümkün olmadığı anlamına gelir. Bu teknik özellikle inşaat sektörü tarafından kullanılmaktadır, ör: düz paneller, pencere çerçeveleri, sıhhi kabinler ve sac işleme endüstrisi (bilgisayar muhafazaları ve diğerleri) için. Küçük hacimli niş ürünlerde de kullanılmaktadır. Rulo kaplama hattında iki taraflı toz kaplama hala sorunludur.

Ekonomik boyut

Ağır hız kısıtlamaları ve uygulanan film kalınlığının kontrol edilmesindeki zorluk nedeniyle üretim maliyetleri sıvı kaplama proseslerine göre daha yüksektir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Çözücülerin ortadan kaldırılması.

Örnek tesisler

Avrupa'da alüminyum ve çelik bobinler için çok az sayıda tam genişlikte toz boya tesisi bulunmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [22, ECCA 2004] [78, TWG 2005]REFERENCE_BOOKMARK_13079

[185, ECCA 2017]

6.4.2.6 Laminat film kaplamalar

Tanımı

Estetik veya fonksiyonel özellikler kazandırmak için bobin veya ağ üzerine uygulanan polimer filmlerin kullanılması, ihtiyaç duyulan kaplama katmanlarının sayısını azaltmaktadır.

Teknik tanımlama

Bazı özel son kullanımlar için, rulo kaplama tesislerinde solventsiz, katı polimer filmler uygulanır. Bu filmler, aşağıdakileri içeren bir dizi polimere dayalı olabilir:

- PVC (polivinil klorür);
- PVF (polivinil florür);
- PET (polietilen tereftalat);
- akrilikler;
- polipropilen.

Bazı durumlarda, filmler renkli veya opaktır ve baskılı desenlerle süslenebilir. Diğerlerinde, belirli sertlik, leke direnci vb. özellikleri sunan şeffaf filmlerdir. Hemen hemen her durumda, film bir sıvı boya taban katı veya yapışkan tabaka üzerine uygulanır. Plastik filmi şerit üzerine lamine etmek için özel ekipman gereklidir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Filmler, genellikle kürleme fırınından çıktıktan hemen sonra, önceden ısıtılmış bir uygun taban kaplama/yapıştırıcı kaplaması üzerine bir basınç silindiriyle uygulanır.

Göreceli çevresel performans (standart boyaya karşı) kaplama sisteminin nihai bileşimine bağlıdır. Normal bir boya tabakası yerine film kullanılırsa, ağ üzerine önceden ısıtılmış yapıştırıcı ile yapıştırılırsa, sıvı bobin kaplamadan daha iyi bir çevresel performans kanıtı yoktur. Lamine film bir boya sisteminin üzerine uygulandığında, toplam hammadde ve enerji tüketimi önemli ölçüde daha düşük olabilir.

Laminat filmi yapıştırmak için kullanılan yapıştırıcıların yüksek solvent içeriği nedeniyle, laminat filmler kullanıldığında solvent emisyonlarındaki azalmalar beklenenden çok daha az olabilir. [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 19 no.lu ECCA görüşü.

Bazı harici uygulamalarda, laminat filmler üstün hava koşullarına dayanıklılık performansı sunar. Bununla birlikte, bu genellikle laminat filmin ek maliyeti ve çelik alt tabakadan ayrılma eğilimi ile dengelenir. Laminat bazlı ürünlerin birincil kullanımı, çok çeşitli yüzey kaplamaları sundukları ahşap doku gibi iç mekan uygulamaları içindir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 20 No.lu ECCA görüşü].

Çapraz ortam etkileri

Polimer filmler, bir ekstrüzyon veya perdahlama işlemi ile saha dışında üretilir. Sipariş edilen genişlik, laminat için bobinlerin tam boyutlarıyla nadiren eşleşir. Fazla film yandanlar kesilir ve bir proses atığıdır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genellikle çok özel son kullanım özellikleri için kullanılır. Laminat film kaplamalar, tüm standart durumlar için sıvı bobin kaplama ile rekabet edemez.

Ekonomik boyut

Bu proses özel ekipman gerektirir. Bu ekipman, hat inşa edildiğinde kurulmadıysa, yenilemek zor ve pahalı olabilir.

Lamine filmler, geleneksel sıvı kaplamalardan daha pahalıdır. İşlem, yalnızca sıvı kaplama ile elde edilmesi zor veya imkansız olan bazı özel işlevler gerektiğinde ilgi çekicidir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Ürün özellikleri ve yenilik.
- Proses, belirli amaçlar için bazı niş ürünleri teslim etme imkanı sunar.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 081 ve 082 no.lu tesisler (polietilen koruyucu filmleri), 087, 088, 090, 094, 097, 101 ve 103 ve 105 and 152 No.lu tesisler.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [155, TWG 2016]REFERENCE BOOKMARK 13079 [185, ECCA 2017] [212, TWG 2018]

6.4.2.7 Radyasyonla kürlenen kaplamalar (radcure)

Bkz. Bölüm 17.7.2.3 ve Bölüm 17.8.5.

6.4.3 Kaplama uygulama teknikleri ve ekipmanları

6.4.3.1 Dönüşüm kaplamalarının 'sprey, silecek ve durulama' uygulaması

Tanımı

Spreyler, temizleyicilerin uygulanması, ön işlemler ve durulama için kullanılır. Püskürtmeden sonra, solüsyonun sürüklenmesini en aza indirmek için silecekler kullanılır ve ardından da durulama yapılır.

Teknik tanımlama

Sprey uygulaması kapalı dolaplarda yapılmaktadır. Her durumda, başka bir suyla durulama aşamasının kullanılması kesinlikle gereklidir.

Soğuk haddelenmiş çelik şeritler için demir fosfatlama ürünleri, genellikle Cr(VI) içermeyen kompleksler içeren bir son durulama ile birlikte kullanılır. Alkali dönüşüm kaplamaları (kobalt bazlı veya kobaltsız), Cr(VI) içermeyen son durulamalarla birlikte çinko veya çinko alaşımı kaplı yüzeylerde mükemmel boya yapışması ve korozyon koruması sağlar.

Elde edilen çevresel faydalar

Yüksek dayanıklılık elde edilir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Proses sıcaklığı, oda sıcaklığı ile yaklaşık 70 °C arasındadır. Uygulanan püskürtme basıncı 0,5 bar ile 2 bar arasındadır [185, ECCA 2017].

Çapraz ortam etkileri

Bu teknik, yüksek miktarda yüzey işleme kimyasalları tüketimine neden olur. Daha sonraki atık su arıtma ve ek atık için kirli durulama suyuna neden olan yüksek bir sürtünme vardır.

Bu işlem için büyük miktarda suya ihtiyaç vardır. Bu hacimleri uygun bir durulama adımı tasarımı ile önemli ölçüde azaltmak mümkündür (Bölüm 17.4.3'teki kademeli durulama örneğine bakın), ancak durulama banyolarının taşma ile çalışması gerektiğinden su tüketimi asla sıfıra düşmeyecektir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Bu iyi bilinen ve yaygın bir uygulama teknolojisidir; bununla birlikte, kimyasal proses kontrolü için yüksek bir talep gerektirir. Böyle bir işlem genellikle sıcaklığa, kimyasal konsantrasyonlara, yüzeyin temizliğine ve dönüşüm süresine karşı oldukça hassastır. Bu nedenle biriktirme hızının mükemmel şekilde ayarlanması nispeten zordur.

Bu kapalı dolapların bakımı bir kimyasal kapla ünitesininkinden daha kolaydır.

Ekonomik boyut

Böyle bir yüzey işleme bölümünün montajı büyük miktarda alan gerektirir. Çoğu durumda, temizleme ve dönüştürme banyoları yataydır, yani normal hızda çalışan bir bobin kaplama hattı için 50 m3'ten fazla gereklidir.

Dikey banyolar kurmak da mümkündür ancak bu, proses kontrolünü yatay bir sisteme göre daha zor hale getirir. Bu tür ekipman daha sonra nispeten ucuzdur (bir kimyasal kaplamaya kıyasla), ancak yalnızca gerekli alan mevcutsa kurulabilir.

İşletme maliyetleri açısından, atıksu ihtiyaçları göz önünde bulundurulmalıdır ve bu genellikle gizli bir maliyettir, çünkü çoğu su arıtma tesisi farklı endüstriyel proseslerden su toplamakta ve küresel maliyeti nadiren azaltabilmektedir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Bu yöntem iyi bilinen ve güvenli bir teknolojidir.

Örnek tesis

Yaygın olarak kullanılmaktadır: [155, TWG 2016].belgesinde yer alan 081, 082, 101, 102, 103, 104, 105 ve 158 No.lu tesisler.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [155, TWG 2016], [38, TWG 2004] [185, ECCA 2017] [212, TWG 2018]

6.4.3.2 Dönüşüm kaplamalarının 'durulama gerektirmeyen' veya 'yerinde kurutma' uygulaması

Tanımı

"Durulamasız" veya "yerinde kurutma" teknolojisi, daha fazla suyla durulama gerektirmeyen dönüşüm kaplamalarını rulo kaplayıcı (chemcoater) veya silecek ruloları ile uygulamak için kullanılır.

Teknik tanımlama

Dönüşüm kaplamalarının uygulanması için "durulama gerektirmeyen" veya "yerinde kuruyan" teknoloji, daha fazla su ile durulama gerektirmez. Rulo kaplayıcı, kimyasal kaplayıcı veya çekçek merdaneleri ile ön işlem ürünlerini şerit yüzeyine uygular. Aerosol oluşumunu engellediği için havada herhangi bir kirletici ölçülemez. Herhangi bir durulama olmadan, ıslak film IR radyasyonu veya konveksiyon ısısı kullanılarak yerinde kurutulur ve hemen ardından boyanır. Bu tür bir işlem, ön arıtma bölümündeki hat hızını sınırlamaz (reaksiyon süresi yoktur), ön arıtma bölümünden sonra durulama aşaması gerektirmez ve son derece düşük seviyelerde atıksu üretir. Geleneksel durulama prosesi ürünlerine kıyasla bir diğer avantajı, çoklu metal ön işlemeye uygun olmasıdır.

Elde edilen çevresel faydalar

Taşma olmadığı için su tüketimi sprey, silecek ve durulama sistemine göre önemli ölçüde daha düşüktür. Kimyasallar ayrıca aşırı tüketimden kaçınılarak tam olarak gereken miktarda tüketilir. Sprey, silecek ve durulama yüzey işleme sisteminde su ve kimyasalların tüketimi bu nedenle yerinde kurutma sisteminden önemli ölçüde daha yüksektir.

Düşük atıksu miktarı ve düşük konsantrasyondaki kirleticiler nedeniyle su arıtma tesisi gerekli değildir.

Kullanılan kimyasalların küçük damlacıkları veya buharları genellikle zararlıdır ve alternatif yüzey işleme yöntemleri genellikle banyoların üstündeki buğu ve buharları gidermek için hava tahliyesi olmadan kullanılamaz. Bu çekilen hava daha sonra ya atmosfere salınır (böylece hava kirliliği oluşturur) ya da oksidasyon sistemine gider (ve daha sonra soğuk, nemlendirilmiş havayı işlemek için ekstra enerjiye ihtiyaç duyar). Yerinde kurutma tekniği ile sis ve buhar oluşmaz. Bu, kirli havanın arıtılması için hava kirliliği veya ekstra enerji gereksinimi olmadığı anlamına gelir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Durulama gerektirmeyen dönüşüm kaplama uygulamasından önce temizleme bölümünün son durulamasındaki su kalitesi, iletkenlik ölçümleri ile dikkatle izlenmelidir.

Uygulanan ıslak tabaka kalınlığı, kullanılan uygulama tekniğine ve kullanılan kimyasalın konsantrasyonuna bağlıdır. Kurutma, kızılötesi veya sıcak hava kurutucuları ile dönüştürme kaplaması uygulandıktan hemen sonra gerçekleşir ve kısa bir zaman alır.

Çapraz ortam etkileri

Kurutucular elektrik enerjisi veya doğal gaz gerektirir. Enerji tüketimi, yüzey işleme için alternatif yöntemlerden biraz daha yüksektir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Bu teknoloji şu anda iyi bilinmekte, onaylanmakta ve Avrupa genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ekonomik boyut

Bir yüzey işleme bölümünün kurulması için önemli bir sermaye harcaması (CAPEX) söz konusudur. Mevcut bir hatta, mevcut yüzey işlemi bir sprey, silecek ve durulama sistemi ise, bu durumda gerekli boş alan ve su arıtma tesisi genellikle zaten mevcuttur ve yatırım maliyeti daha az dikkate alınır.

Yeni bir hatta, yerinde kurutma sisteminin toplam maliyeti, daha düşük boş alan gereksinimi ve su arıtma tesisine ihtiyaç duyulmaması nedeniyle bir sprey, silecek ve durulama sisteminin maliyetine eşdeğerdir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Düşük yüzey işleme kimyasalları tüketimi ve çok düşük hacimlerde atık.
- İşçiler için kimyasallara maruz kalma riskinin daha düşük olması.

Örnek tesisler

Avrupa genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır. [155, TWG 2016] belgesinde yer alan 083, 084, 088, 090, 092, 093, 094, 095, 097, 144, 153, 164, 172 ve 173 No.lu tesisler.

Referans literatür

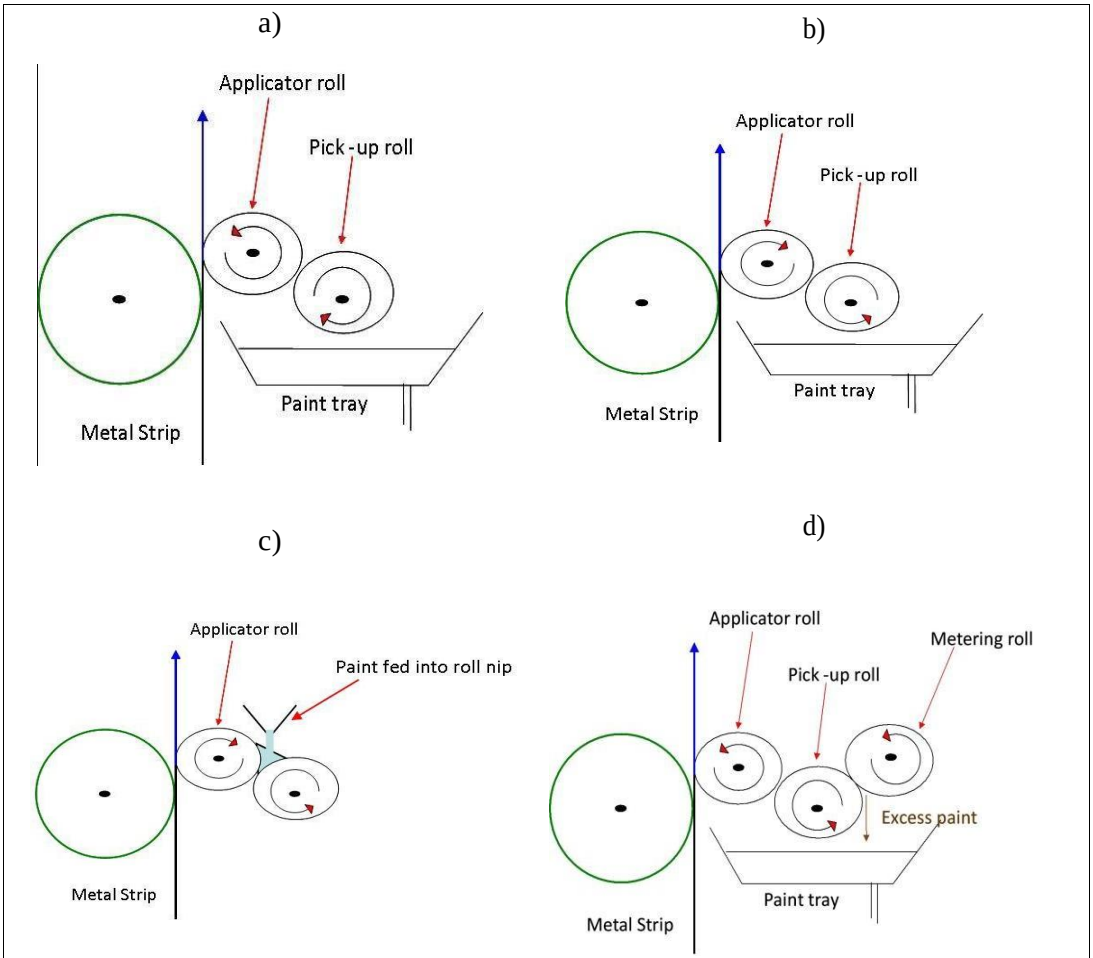
[22, ECCA 2004] [155, TWG 2016], [38, TWG 2004], [185, ECCA 2017]

6.4.3.3 Rulo boya kaplama

Tanımı

Ayrıca bkz. Bölüm 17.7.3.1.

İki veya üç silindirli bir tren, kaplamayı yüksek hızda hareketli şerit üzerine almaya, ölçmeye ve uygulamaya hizmet eder.



Kaynak: [257, ECCA 2019]

Şekil 6.18: Rulolu boya kaplayıcının şeması: a) İki silindirli kaplayıcı, b) İki silindirli ileri kaplayıcı, c) Kıstırma beslemeli silindir kaplayıcı, d) Ölçüm silindiri

Teknik tanımlama

Yatay veya dikey şerit yolu ile veya karşı rulolu veya rulosuz (bkz. Şekil 6.18) uygulamalar gibi kullanımda olan farklı kaplayıcı türleri vardır. Film kalınlığını ayarlamak ve ıslak kaplamanın transfer özelliklerini ve akışını optimize etmek için silindir yönleri, dönüş hızları, aralıklar ve basınçlar kontrol edilir.

Silindir kaplama, esas olarak hedeflenen kalınlığa daha hızlı, daha eşit ve daha doğru bir şekilde ulaşmak amacıyla sürekli olarak geliştirilmekte olan olgun bir teknolojidir.

Elde edilen çevresel faydalar

%100'e yaklaşan çok yüksek transfer verimliliği, böylece boya katıları ve solventler için yüksek malzeme verimliliği ve minimum malzeme israfı elde edilir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Aşağıdaki faktörlerden dolayı çok yüksek aktarım verimliliği:

- kaplayıcıların daha iyi mekanik hassasiyete sahip olması;

- Rulolarda ve genel boya akışında daha iyi sıcaklık yönetimi;
- Otomasyonda ilerleme ve bunun karşılığında kapalı döngü düzenlemesine (veya en azından operatörün hızlı tepki vermesine) olanak veren hızlı ve doğru kalınlık ölçümü veren bazı ıslak kalınlık ölçerlerin mevcudiyeti.

Kaplayıcılar, tesis alanına organik solvent buharlarının salınımını en aza indirmek için normalde muhafazalar içinde yer alır. Kaplama yuvaları, kaplama odası içindeki operatörler için her zaman tatmin edici çalışma koşullarını sağlamak üzere tasarlanmış akış hızlarıyla binanın dışına havalandırılır. Sağlık ve güvenlik için olumlu sonuçların ötesinde, çalışma alanından VOC içeren havanın çıkarılmasını da mümkün kılar (bkz. Bölüm 17.10.2.1).

Kaplamaların çoğu, doğru viskoziteyi elde etmek ve doğru boya kalınlığına ulaşmak için organik çözücülerle seyreltilir. Çözücüler fırında buharlaştırılır ve ısıl atık gaz işlemine tabi tutulur.

Bir merdane kaplama makinesinin temizlenmesi, genellikle %100 güvenli bir yöntemle ve önemli miktarda solvent kullanmadan yapmak zordur. Günümüzde manuel temizleme hala en yaygın yöntemdir ancak en güvenlisi değildir.

Uygulama silindirleri genellikle, torna tezgâhında yeniden kaplama gerektirebilecek şekilde hasar görebilen kalın bir elastomerik, poliüretan kaplamaya sahiptir. Son olarak, kaplama uzman bir yüklenici tarafından yenilenmelidir. Toplama ve ölçüm merdaneleri normalde çeliktir ve hasara daha az eğilimlidir.

Silindirlerin düzenli bakımı, üretim sırasında boya israfını ve solvent kullanımını en aza indirir.

Çapraz ortam etkileri

En güvenli temizleme yöntemleri daha fazla çözücü kullanma eğiliminde olduğundan, temizlik için artan çözücü kullanımını gerektirebilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, sıvı boyaların kullanıldığı hemen hemen tüm bobin kaplama hatlarında kullanılmaktadır. Yöntem elbette toz kaplama için uygun değildir. Yüksek viskoziteli (örneğin yüksek katı içerikli) boyalar söz konusu olduğunda, ya daha gelişmiş bir merdane kaplayıcıya sahip olmak ve/veya daha yüksek bir boya kalınlığını kabul etmek gerekir

Ekonomik boyut

Bu kaplama yöntemi, yüksek başlangıç maliyetleri nedeniyle nispeten pahalıdır. Bir tarafın mı yoksa iki tarafın mı boyandığına, ürün türüne (ve ardından merdane kaplama makinesinin konfigürasyonuna) ve otomasyon düzeyine bağlı olarak, CAPEX önemli ölçüde değişebilir. Çoğu durumda, rulo kaplamada maliyeti 1 milyon Avroyu aşabilir veya çok daha yüksek olabilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Bu teknik, çok yüksek bir aktarım verimliliği ve dolayısıyla da asgari düzeyde malzeme israfı sağlar. Tipik olarak, bir silindir kaplayıcı, ideal durumlarda teorik olarak 20 ± 1 µm kuru kalınlıkta kaplama yapabilir; düz yüzeylerde ise diğer kaplama yöntemlerinden çok daha iyidir. Yüksek yatırım maliyeti daha sonra genellikle önemli ölçüde daha düşük işletme maliyetleriyle hızla dengelenir.

Örnek tesisler

Endüstri standardı olarak tespit edilmiştir ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[22, ECCA 2004], [38, TWG 2004], [185, ECCA 2017] [212, TWG 2018]

6.4.3.4 Uygulama ekipmanının hava tahliyesi ve ardından VOC azaltımıyla temizlenmesi

Tanımı

Rulo kaplama tesislerinde makine parçalarının ve ekipmanlarının temizlenmesi için bilinen iki yöntem vardır:

- tüm temizlik yerinde, yani fırınlara veya azaltımlara lokalize hava tahliyesi olan kaplama odası/odası içinde gerçekleştirilir (ayrıca bkz. Bölüm 17.10.2.1);
- boya tepsileri, pompalar ve karıştırıcılar gibi hareketli parçalar bir yardımcı temizleme istasyonuna kaldırılarak sabit ekipman için yerinde temizlik, bkz. Bölüm 17.9.7.

Tesis ve ekipmanın manuel temizliği yapıldığında solvent emdirilmiş mendiller (bkz. Bölüm 17.9.4) kullanılır. Tek kullanımlık kirli mendiller kapalı kaplarda tutulur ve genellikle yakılarak imha edilir. Yeniden kullanılabilir kirli mendiller ayrıca kapalı kaplarda tutulur ve genellikle yıkanır.

Ayrıca yüksek basınçlı su spreyi ile temizlik (bkz. Bölüm 17.9.9) da bildirilmiştir.

Elde edilen çevresel faydalar

Fırınlara/azaltmaya yerelleştirilmiş ekstraksiyon, kaçak VOC emisyonlarını azaltır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tümü olmasa da bazı kaplama atölyeleri, çekilen havanın fırın/çıkış gazı arıtma sistemine yönlendirildiği ve kalan kısmın havaya verildiği, lokalize ekstraksiyon ile donatılmıştır. Yardımcı bir temizleme ünitesinin kullanıldığı durumlarda, egzoz havası genellikle azaltılır. Diğer durumlarda, tüm kaplama odası havası doğrudan havaya verilir, çünkü iş sağlığı nedenleriyle hava hacimleri yüksek ve düşük emisyon konsantrasyonları olduğundan, azaltma ekipmanı kurulumunun pratik bir seçenek olmadığı yaygın olarak kabul edilir. Kurutuculardan/fırınlardan kaynaklanan emisyonlarla karşılaştırıldığında, kaplama evlerinden kaynaklanan emisyonların önemsiz olduğu düşünülmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Kaplama odalarında lokalize ekstraksiyonun güçlendirilmesinin pratikliği, kombine kürleme (kurutma) ve azaltma ekipmanının yaşına, tasarımına ve kapasitesine bağlı olacaktır.

Ekonomik boyut

Maliyetler, mevcut ekstraksiyon sistemine ve çıkış gazı arıtma tekniğinin kapasitesine bağlı olacaktır. Bu nedenle, güçlendirme çok pahalı olabilir.

Örnek tesisler

Otomatik (makine) temizlemeye dayalı olarak: [155, TWG 2016] belgesinde yer alan 097, 098, 099 ve 153 No.lu tesisler.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [155, TWG 2016], [38, TWG 2004]

6.4.4 Kurutma

6.4.4.1 Çıkış gazlarından ısı geri kazanımıyla birlikte konveksiyonlu kurutma veya kürleme

Tanımı

Gazla çalışan, cebri hava devridaim fırınları, metalik şeride uygulanan farklı astar ve son kat katmanlarını kürlemek için bobin kaplama endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fırınlar yaklaşık 350 °C'lik hava sıcaklıklarında çalışır (boya tedarikçisinin özelliklerine bağlı olarak şeridin genellikle 200-280 °C aralığında bir sıcaklığa ulaşması gerekir). Atık gaz çıkarılır ve azaltma tesisine yönlendirilir. Atık gazlarda bulunan enerjiyi kullanan ısı eşanjörleri, fırına yeniden enjekte edilmeden önce havayı yaklaşık 550 °C'lik bir maksimum sıcaklığa kadar önceden ısıtır. Üniteler tipik olarak üç ila altı bağımsız bölge içerir ve hat üzerinde toplamda 50 metreye kadar uzunlukta olabilir. İstikrarlı işletim profilleri ve güvenilirlikleri, rulo kaplama pazarının gerektirdiği çok çeşitli doku ve renklerde yüksek kaliteli, kürlenmiş kaplamalar sağlayabilecekleri anlamına gelir. Ayrıca bkz. Bölüm 17.8.6.

Teknik tanımlama

Sıcak hava, ısıyı konveksiyon yoluyla şeride taşımak için kurutucuda veya fırında dolaştırılır. Sıcak hava, kurutulacak şeridin yüzeyi ile doğrudan temas halindedir. Kuruma süresi alt tabakaya, kaplama tipine ve kaplamanın kalınlığına bağlıdır.

Su bazlı kaplamaların kurutulması veya ıslak-ıslak katman kombinasyonlarının ön kurutma aşaması için, nemi alınmış hava kullanılır; bu durumlarda konveksiyonlu kurutucular ek bir nem alma adımıyla çalıştırılır. Su alımı nedeniyle, kuruma süreleri önemli ölçüde azaltılabilir. Kurutucular düz hatlı kurutucular, nozullu kurutucular, tepsi sistemleri veya kule kurutucular olarak üretilmiştir. Enerji talebi büyük ölçüde kurutucunun ısı kayıplarına bağlıdır.

Normalde, kurutma işlemi sırasında yanıcı maddeler buharlaşma ve kürleme yoluyla açığa çıkar.

Avrupa Standardı EN 1539[28], izin verilen kurutma sıcaklığına ve kurutucu içinde salınan yanıcı maddelerin izin verilen maksimum konsantrasyonuna göre izin verilen çalışma aralıklarını tanımlamaktadır.

Elde edilen çevresel faydalar

Kürleme tekniğinin çevresel performans üzerindeki genel etkisi, yalnızca fırınların kendilerine değil, aynı zamanda çevredeki hava işleme ve hava sirkülasyon cihazlarına da bağlıdır. Bobin kaplama boyalarının çoğu solvent bazlıdır ve bu nedenle de LEL'in altındaki fırınlardaki VOC konsantrasyonunu önemli bir hava girişi ile seyreltmek gerekir. VOC içeren havanın daha sonra yüksek sıcaklıkta oksitlenmesi gerekir. Sertleştirme bölümünün enerji dengesi, oksitleyicinin veriminin ve oksitleyicide serbest kalan enerjinin yeniden kullanımının sonucudur.

Optimum konfigürasyon ve enerji kullanımı, hattın çalıştırıldığı ürün türüne, hattın programlanma şekline ve sıcak havayı yeniden kullanma olasılığına bağlı olacaktır.

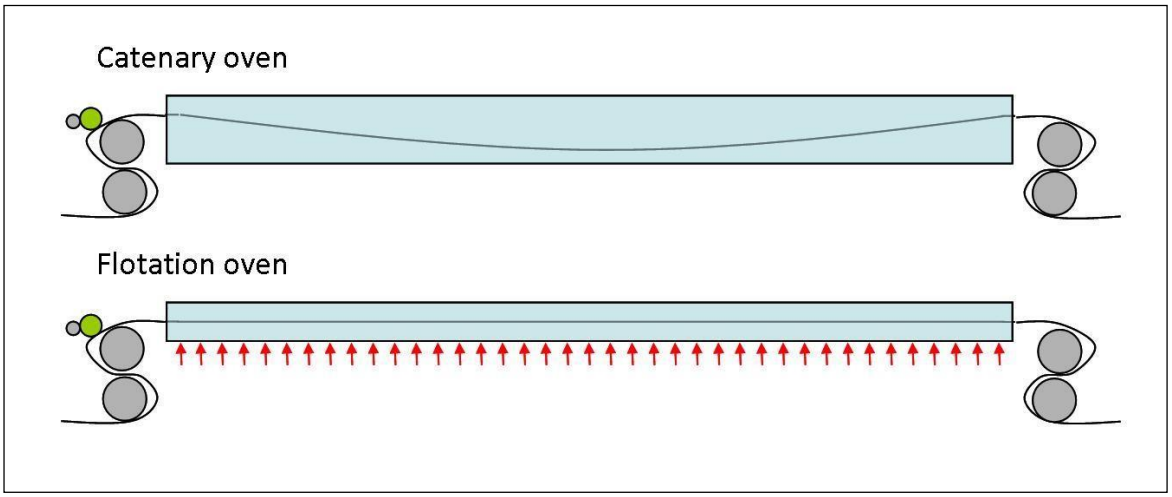
Çevresel performans ve işletim verileri

Sıcak hava fırınları, bir bobin kaplama hattının en yaygın kürleme tekniğidir. İşlem penceresi büyüktür ve tekniğin verimliliği alt tabakaya bağlı değildir.

Basit sıcak hava fırınları, sıcaklık profilinin iyi bir şekilde kontrol edilmesini sağlayan üç ila altı bağımsız bölgeye sahip katener fırınlardır. Bu tür fırınların toplam uzunluğu hat hızına bağlıdır ve genellikle 25-50 metre aralığındadır.

[28] EN 1539:2015: İçinde yanıcı maddelerin açığa çıktığı kurutucular ve fırınlar. Güvenlik gereksinimleri.

Flotasyon fırınları, şeride çok yakın sıcak hava jetlerine dayanan alternatif bir tekniktir. Bu ünitelerin elektrik tüketimi katener fırınlara göre daha yüksek olmasına rağmen, flotasyon tekniği şeride verimli ısı transferi nedeniyle daha kısa kürlenme sürelerini kolaylaştırır. Ayrıca fırında şerit kateneri yoktur. Bu nedenle, işlem penceresi normal konveksiyonlu fırınlara göre daha büyüktür ve fırınlar daha kompakttır [212, TWG, 2018]. Ayrıca bkz. Şekil 6.19.



Şekil 6.19: Katener (konveksiyon) ve yüzdürme fırınlarının şeması

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Kuruma süresi ve kuruma sıcaklığı yüzey kalitesini etkiler. Sıcak hava fırınlarında ıslak tabakaya diğer kürleme tekniklerinden daha fazla toz karışma riski vardır. Kuruma süreleri nispeten uzundur ve enerji talebi yüksektir. Ancak, yüksek düzeyde bir otomasyon mümkündür ve bu kurutma tekniğinin uygulanmasında yüksek esneklik vardır.

Diğer kürleme teknikleri (endüksiyon fırınları ve NIR) ile karşılaştırıldığında, bir sıcak hava fırınının ısıl ataleti genellikle yüksektir. Bu durum, genellikle her vardiyada birkaç kez gerçekleşen, şeridin veya boyanın kesitini değiştirmek gerektiğinde bir kısıtlamadır. Hattın programlanma şekli o zaman çok önemlidir çünkü üretimdeki değişikliklerden dolayı enerji verimliliğini ciddi şekilde etkileyebilir. Diğer yandansa, yüksek bir atalet ve uzun bir sertleşme süresi, konveyörlerde kısa süreli durmalar meydana gelse bile aşırı sertleşme riskini azaltmaktadır.

Sıcak hava fırınlarında, şeridin sıcaklığının homojenliği mükemmeldir ve şerit boyunca ve şerit çapınca kürleme tutarlılığı genellikle diğer tekniklerden daha iyidir.

Konveksiyonlu kurutucular, bobin kaplama prosesinde yaygın olarak kullanılır ve solvent bazlı boyalarla kullanımlarına ek olarak, su bazlı boya katmanlarının kurutulması, ön kurutma aşaması veya ıslak-ıslak katman kombinasyonları için kullanılabilirler.

Ekonomik boyut

Yatırım maliyeti açısından, sıcak hava fırınları alternatif kür tekniklerinden daha ucuzdur.

İşletme maliyeti, büyük ölçüde ürün türüne, hattın programlanma şekline ve kürleme-yakma-devridaim sisteminin genel tasarımına bağlıdır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Kapasitesi sınırsızdır ve "normal" kürleme tekniği olarak kabul edilir.

Örnek tesisler

Rulo kaplama sektöründe yaygın olarak uygulanmaktadır.

Referans literatür

[4, Germany 2002] [5, DFIU ve arkadaşları. 2002] [27, VITO 2003] [38, TWG 2004]

[78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018] [257, ECCA 2019]

6.4.4.2 İndüksiyonla kürleme prosesleri

Tanımı

Bölüm 17.8.2'de genel bir tanımlama yapılmıştır.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 152, 172 ve 173 No.lu tesisler.

6.4.4.3 Kızılötesi radyasyon kurutma/kürleme

Radyasyonla kurutma/kürleme tekniklerinin genel bir tanımlaması Bölüm 17.8.5'te verilmiştir.

Tanımı

Kızılötesi radyasyonla kurutma/kürleme tekniklerinin genel bir tanımlaması için Bölüm 17.8.5.1'de verilmiştir.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 099 ve 105 No.lu tesisler.

6.4.5 Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması

6.4.5.1 Dönüşümlü kaplama istasyonundan hava ekstraksiyonu

Tanımı

Dönüşümlü kaplamalarının uygulanmasından kaynaklanan emisyonlar, yani sprey uygulamasından ve dönüştürme kaplamasının kurutulmasından kaynaklanan buğu çıkarılır ve ıslak gaz yıkayıcı gibi bir çıkış gazı arıtma sistemine yönlendirilir (bkz. Bölüm 17.10.4.2). Tekniklerin ayrıntıları için ayrıca STM BREF'e bakın.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 081, 082, 092, 093, 101, 102, 105, 106, 158 ve 173 No.lu tesisler.

Referans literatür

[78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

6.4.5.2 Fırınların/kurutucuların giriş ve çıkışındaki hava sızdırmaz contalar

Tanımı

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.10.2.3. Bu teknik, rulo kaplama endüstrisinde yaygın olarak uygulanır ve tesislerin çoğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

6.4.5.3 Kurutmada atmosfer altı (negatif) basınç

Tanımı

VOC emisyonlarını ve ısı kayıplarını en aza indirmek için kurutucu atmosfer altı basınç altında tutulur. Bu teknik, rulo kaplama endüstrisinde yaygın olarak uygulanır ve tesislerin çoğu tarafından bildirlmiştir.

Kurutma/sertleştirme işlemlerinden hava ekstraksiyonunun genel bir tanımı Bölüm 6.4.5.6 ve Bölüm 17.10.2.4'te yapılmıştır.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

6.4.5.4 Kaplama hazırlama işleminden hava ekstraksiyonu

Tanımı

Kullanımdan önce boya, boya mutfağı olarak adlandırılan kapalı bir odada hazırlanır. Tambur açılır ve karıştırılır, bu da solventin buharlaşmasına neden olur. Genellikle hava, odadan fırın/çıkış gazı arıtma sistemine çekilir.

Teknik tanılmlama

Genel bir tanımlama Bölüm 17.10.2.2'de verilmiştir.

Kaplamalar, çöken pigmentlerin iyice karışmasını ve kaplamanın uygulama için doğru viskozitede olmasını sağlamak için karıştırılarak hazırlanır. Solvent bazlı ham maddeler örneğin belirli bir viskozite veya renkk elde etmek için karıştırılır. Rulo kaplama tesislerinde, boyanın karıştırılması ve karıştırılması ya kaplama evinde/odasında ya da genellikle boya mutfağı olarak adlandırılan ayrı bir odada gerçekleşir. Genel olarak, kaplama evleri lokalize ekstraksiyon ile donatılmıştır. Çıkarılan hava, bakiyesi havaya atılarak fırın/çıkış gazı arıtma sistemine yönlendirilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Kaplama atölyesi/odası/boya mutfağından kaynaklanan kaçak VOC emisyonlarının azaltılması. VOC içeren hava akışının bir azaltma sistemine yönlendirildiği durumlarda, havaya verilen toplam VOC emisyonları düşürülür.

Çevresel performans ve işletim verileri

Hava hacimlerinin yüksek ve emisyon konsantrasyonlarının düşük olduğu bazı tesislerde, iş sağlığı nedenleriyle tüm kaplama odası havası doğrudan atmosfere verilir. Bu durumlarda azaltma ekipmanı kurmanın pratik bir seçenek olmayacağı yaygın olarak kabul edilmektedir.

Fırınlardan/kurutuculardan kaynaklanan emisyonlarla karşılaştırıldığında, boya mutfaklarından kaynaklanan emisyonların önemsiz olduğu düşünülmektedir. Ancak, bkz. Bölüm 17.10.2.2.

Çapraz ortam etkileri

Güvenli çalışma koşulları ve hava akımının düşük VOC içeriği elde etmek için, çekilen havanın arıtılması için büyük miktarlarda enerjiye (örneğin gaza) ihtiyaç vardır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Kaplama odalarında lokalize ekstraksiyonun güçlendirilmesinin pratikliği, kombine kürleme (kurutma) ve azaltma ekipmanının yaşına, tasarımına ve kapasitesine bağlı olacaktır.

Ekonomik boyut

Ek azaltma ekipmanı kapasitesinin gerekli olduğu mevcut rulo kaplama hatlarında, güçlendirme maliyeti yüksek olabilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

İş sağlığıyla ilgili nedenler.

Örnek tesisler

Rulo kaplama sektöründe yaygın olarak kullanılır ve birçok fabrika tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016] [175, ECCA 2016]

6.4.5.5 Boya uygulama istasyonundan hava tahliyesi

Genel bir tanımlama için bkz. Bölüm 17.10.2.1.

Tanımı

Boya uygulama istasyonu kapatılmıştır (bkz. Bölüm 17.10.2.1) ve çekilen havanın bir kısmı veya tamamı fırınlara ve dolayısıyla atık gaz arıtma sistemine çekilir.

Elde edilen çevresel faydalar

İşlenen solventlerin yaklaşık %8'i boya uygulama kabinlerinde VOC emisyonları olarak salınmakta ve bu teknik uygulanarak ekstrakte edilmekte ve arıtılmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Ekstraksiyon ve arıtma için enerji tüketimi gereklidir.

Çevresel performans ve işletim verileri

VOC emisyonlarının azaltılması. Ayrıca bkz. Bölüm 17.10.2.1.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Mahfaza, çalışma sırasında veya kapatılacak alanın boyutu ve şekli nedeniyle makineye erişimi zorlaştırıyorsa, prosesin uygulanabilirliği kısıtlanabilir.

Ekonomik boyut

Bkz. Bölüm 17.10.2.1.

Uygulamanın ardındaki itici güç

İşyeri sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Veri toplama çalışmasına katılan tüm tesisler tarafından yaygın olarak uygulanmakta ve bildirilmektedir.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları. 2002][22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

6.4.5.6 Fırından/kurutucudan hava ekstraksiyonu

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.10.2.4.

Tanımı

Kurutucular ve fırınlar, solvent emisyonlarını çıkış gazı arıtımına yönlendiren bir hava tahliye sistemi ile donatılmıştır.

Teknik tanımlama

Rulo kaplamanın kurutulması/kürlenmesi, azaltma ekipmanına bağlı fırınlarda/kurutucularda yapılır, örn. Isıl oksitleyici (bkz. Bölüm 17.0.5.2).

Rulo kaplama fırını söz konusu olduğunda, solvent konsantrasyonunun yönetimi genellikle, ilgili göründüğü bölgede (yani en yüksek konsantrasyona sahip olması en muhtemel bölgede) fırın içinde yapılan bazı FID ölçümlerine dayanır. Fırın daha sonra, patlama riskini önlemek için kabul edilebilir seviyelerde tutmak için gereken minimum akışla hava kullanılacak şekilde çalıştırılır. Çıkarılan havadaki solvent konsantrasyonu güvenli olduğu sürece mümkün olabildiğince yüksektir.

Avrupa Standardı EN 1539:2015'te, izin verilen kurutma sıcaklığına ve salınan yanıcı maddelerin izin verilen maksimum konsantrasyonuna göre izin verilen çalışma aralıkları tanımlanmıştır.

Elde edilen çevresel faydalar

Çoğu solvent, üretimin kürleme/kurutma aşamaları sırasında salınır. Havanın fırından verimli bir şekilde çıkarılması ve daha sonra verimli bir işleme tabi tutulması, genel emisyonları önemli ölçüde azaltmanın en iyi yoludur.

Rulo kaplamada, fırından solvent dumanlarının ekstraksiyonu ve ardından oksidasyonu, yayılan VOC'lerin çok düşük değerlere düşürülmesini sağlar.

Fırındaki hava akışını optimize etmek için FID'nin kullanılması, VOC azaltma dahil olmak üzere kurutma/sertleştirme adımında ihtiyaç duyulan toplam enerjinin düşürülmesini mümkün kılar.

Kaçak solvent emisyonları, verimli bir ekstraksiyon sistemi kullanılarak mümkün olan azami ölçüde azaltılır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Önceden boyanmış ürünün kalite kontrolü, boyadaki tüm solventlerin salınmasını ve ardından boyalardaki tüm solventlerin fırında buharlaşmasını sağlar. Etkili bir hava çıkarma sistemi, bu çözücülerin çoğunu oksitleyiciye göndermek için yakalanmasını mümkün kılmaktadır. Küçük bir miktar solvent, şeritle (şeride yakın sınır hava tabakası) fırından çıkabilir ve dolayısıyla da bu küçük akışı önlemek veya yakalamak için aynı anda başka teknikler de kullanılır.

Örnek bir tesisin fırınlarındaki VOC içeriği, LEL'in (40 g/m3) yaklaşık %22'si olan 8.75-9.3 g/m3 aralığındadır. Duman akışı sürekli olarak ölçülür ve fırın/kurutucudaki VOC konsantrasyonu da ölçülebilir. Bu, çeşitli nedenlerle (örneğin güvenlik, daha düşük enerji tüketimi, daha düşük çevresel etki) giderek daha yaygın hale gelmektedir.

Çapraz ortam etklieri

- Ekstraksiyon, ekstraksiyon fanının çalışması için öncelikle elektrik enerjisi olmak üzere enerji gerektirir.
- Gürültü seviyeleri artabilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

İşyeri sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Veri toplama çalışmasına katılan tüm tesisler tarafından yaygın olarak uygulanmakta ve bildirilmektedir.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

[175, ECCA 2016] [212, TWG 2018]

6.4.5.7 Soğutma bölgesinden hava ekstraksiyonu

Tanımı

Kürleme adımından sonra, şeridin genellikle su spreyleri veya hava soğutması ile soğutulması gerekir. Bu bölgede, dumanlar veya buharlar daha fazla azaltmak veya bir havalandırma bacasına çekilebilir.

Teknik Açıklama

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.10.2.5.

Fırının çıkışındaki şerit sıcaklığı 200-260 °C aralığındadır ve ikinci bir katmanın (birincil fırın için) kaplanmasından veya geri tepmeden önce akümülatör kulesine girmeden önce soğumasını gerektirir. Bu adımın kısa olması gerekir çünkü soğutma süresi ne kadar uzun olursa o kadar fazla alan gerekir. Şerit üzerine soğuk su püskürtülerek veya şerit bir soğuk su banyosuna daldırılarak yüksek soğutma hızları elde edilir.

Bir soğutma bölümü daha sonra genellikle spreyler (veya su banyosu) kapalı bir bölgede olacak şekilde tasarlanır. Bu, soğutma bölgesinden havanın çıkarılmasını kolaylaştırır. Daha sonra çekilen hava akışını herhangi bir hava işleme cihazına kanalize etmek mümkündür.

Elde edilen çevresel faydalar

Rulo kaplamada bu tekniğin çevresel herhangi bir faydası yoktur:

- Rulo kaplama fırınının bir soğutma bölümünün çıkışındaki VOC miktarı, bu VOC'lerin yakalanması ve azaltılmasının çevresel bir fayda olarak değerlendirilmesi için çok düşüktür;
- Hava tahliyesinin su miktarı veya kalitesi üzerinde doğrudan bir etkisi yoktur.

Bu tekniğin ana itici gücü çoğunlukla sağlık ve güvenlik ve çalışma koşulları ile ilgilidir ve çevresel bir fayda elde edilmesi değildir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bir hava çıkarıcı kullanmak, mantıklı olduğu durumlarda soğutma bölümünden yayılan kirleticilerin doğasını ve konsantrasyonunun daha iyi tanımlanmsını mümkün kılar. Hava tahliyesi olmadan, bu kirleticiler kaçak emisyonların bir parçası olacaktır.

Çapraz ortam etkileri

Çıkarılan hava doğrudan oksitleyiciye giderse, bu ekstra hava akışının arıtılması için enerji tüketimi nispeten yüksektir çünkü toplam karışım verimli bir oksidasyon için optimum konsantrasyon ve bileşimden sapacaktır: hava sıcaklığı düşüktür, hava solvent içermez (yani, çekilen havada çok az kullanılabilir yakıt vardır) ve çıkarılan hava, buharlaşmak için enerji gerektiren su damlacıkları içerir (yani, suyu buharlaştırmak için gizli ısı gereklidir). Çıkarılan havanın bir oksitleyici içinde işlenmesi, oksitleyicinin verimliliğini önemli ölçüde tehlikeye atabilir, bu da daha yüksek VOC emisyonlarına ve önemli ölçüde daha yüksek enerji tüketimine neden olabilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Tüm serpantin kaplama hatları bir soğutma bölümü ile donatılmıştır ve soğutma bölümlerinden havanın alınması yaygın bir uygulamadır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Hattın nasıl tasarlandığına bağlı olarak, fırınların çıkışında kalan duman veya buharların, uzaklaştırmak için hiçbir şey yapılmazsa bina içinde sıkışması muhtemeldir. Zamanla bu birikme, çalışma alanını işçiler için rahatsız edici bir ortama dönüştürür. Çoğu operatör, hat ekiplerinin çalışma koşullarını iyileştirmek için soğutma bölgesindeki hava çıkarmaktadır.

Örnek tesisler

Önemli sayıda tesis tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

[175, ECCA 2016] [212, TWG 2018]

6.4.5.8 Yinelemeli ısıl oksidasyon

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.0.5.3. Yinelemli ısıl oksidasyon, Avrupa'daki rulo kaplama sektöründe yaygın olarak uygulanmaktadır.

[22, ECCA 2004]

6.4.5.9 Rejeneratif ısıl oksidasyon

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.10.5.4. Bu teknik, Avrupa'daki rulo kaplama sektöründe yaygın olarak uygulanmaktadır.

[22, ECCA 2004] [212, TWG 2018]

6.4.6 Atıksu arıtma

Atıksu arıtma tekniklerinin genel açıklamaları Bölüm 17.11'de verilmiştir.

6.4.6.1 Durulama suyunun deşarjdan önce arıtılması

Tanımı

Proses suları genellikle bir atıksu arıtma tesisinde bir dizi proses adımı yürütlerek arıtılır. Örneğin kireç veya sodyum hidroksit kullanılarak durulama suyundaki çözünmüş metaller çökeltiliir (bkz. Bölüm 6.4.6.3). Sıvı daha sonra katıları sıvılardan ayırmak için bir filtre presinden geçirilir. Bazı kimyasallar, diğer atıklarla karıştırılmadan önce ayrı olarak işlenerek en etkili şekilde yönetilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Bazı maddeler için kirletici arıtma ve uzaklaştırma ancak ayrı arıtmadan sonra mümkündür.

Çapraz ortam etkileri

Bu etkiler duruma bağlıdır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Sonraki arıtma için karıştırma akışlarından önce, işlemin ayrılan akışta daha iyi gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği konusunda her proses boşaltma noktasında dikkate alınmalıdır.

Atık asitleri nötralize etmek için atık alkali akışlarını kullanırken, bir flokülasyon sistemi yoluyla deşarj için uygun bir pH elde etmek için ek kimyasallar gerekebilir.

Ekonomik boyut

Münferit atıksu akışlarının ayrı ayrı arıtılmasıyla sermaye ve arıtma maliyetleri önemli ölçüde azaltılabilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Spesifik proses kimyası, hangi kimyasalların ayrılması gerektiğini belirleyecektir. Ayrı arıtma akışları daha verimli ve uygun maliyetli olabilir.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır, ayrıca bkz. Bölüm 6.3.2.4.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [23, COM 2006] [155, TWG 2016]

6.4.6.2 Kromat içeren atıksuların arıtılması

Tanımı

Sektörde Cr(VI) bileşiklerinin kullanımı son on yılda önemli ölçüde azaltılmıştır. Cr(VI) içeren sistemlerin kullanımına REACH mevzuatı kapsamında az sayıda ve sayısı giderek azalan uygulamalar için izin verilmekte olsa da, kromat içeren atıksuların etkin bir şekilde yönetilmesi endüstri için hala önem taşıyan bir konudur.

Altı değerlikli krom bileşiklerinin (kromatlar veya dikromat) çökeltilmesi zordur ve normalde üç değerlikli kroma indirgenir ve bu da daha sonra nötralizasyon üzerine krom(III) hidroksit olarak çökeltilir. Kimyasal indirgeme 2.5'in altındaki pH değerlerinde yapılır (ayrıca bkz. Bölüm 17.11.2.1 ve CWW BREF [31, COM 2016]. En yaygın indirgeyici madde sodyum hidrojen sülfittir (bisülfit).

Elde edilen çevresel faydalar

Krom(VI)'nın sürekli uzaklaştırılması. Genellikle < 0.1 mg Cr(VI)/l değerlerine ulaşılır. Ayrıca bkz. Bölüm 6.3.2.4.5.

Çapraz ortam etkileri

SOX dumanları oluştuğundan, sodyum hidrojen sülfit (bisülfit) ile dikkatli olunmalıdır. Çalışma alanının havalandırılması gerekli olabilir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Yüksek pH değerlerinde sadece az miktarda krom(VI) mevcutsa, tekime sodyum ditionit veya demir(II) bileşikleri ile alkali çözelti içinde de gerçekleştirilebilir. Demir(II) bileşikleri kullanıldığında asitleştirme yoluyla tuz oluşumu gerekli değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, Cr(VI) içeren kaplama sistemlerine sahip tesislerde kullanılır. Kromat içeren akışlar, karıştırılmadan veya diğer atık sularla karıştırılmadan önce ayrı olarak ön işlemden geçirilmelidir. Kromat indirgemesi < 2.5 pH değerlerinde gerçekleşir. Ek kimyasalların kullanımını sınırlamak için asitli atık su alkali atık su ile nötralize edilebilir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Su kirliliği mevzuatı.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 100 No.lu tesis.

Referans literatrü

[22, ECCA 2004] [23, COM 2006] [31, COM 2016] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

6.4.6.3 Çökeltme

Tanımı

Geçiş metalleri, nötralizasyon ve ardından 9-11 pH değerlerinde çökeltme yoluyla uzaklaştırılır. Çökelme sonucunda su-katı karışımı oluşur. İnce filtrasyon da kullanılırsa daha düşük emisyon değerleri elde edilebilir. Ayrıca bkz. Bölüm 17.11.2.4 ve CWW BREF [31, COM, 2016].

Elde edilen çevresel faydalar

Atık sudan geçiş metallerinin uzaklaştırılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Yerleşim tankları alana ihtiyaç duyar ve montajı maliyetli olabilir. Kostik çözelti genellikle ağır metalleri hidroksit veya fosfat olarak çökeltir. Çıkış suyunda aynı anda birden fazla metal varsa, çökeltilmesi daha zor olan herhangi bir metalin çökelmesi kolaylaştırılır.

Metallerin çözünürlüğü, artan nötr tuz konsantrasyonları ile artar. Metaller kısmen çok ince partiküller halinde çökelirler, bu nedenle daha iyi ayırma ve filtrasyon için topaklaştırıcı maddelerin (demir(III) klorür, kireç) ve/veya topaklaştırıcıların (polielektrolit) eklenmesi gereklidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ekonomik boyut

Yatırım maliyetleri önemli boyutlara varabilir.

Uygulama için itici güç

Su kirliliği mevzuatı.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 081, 094, 095 ve 106 No.lu tesisler. Ayrıca bkz. Bölüm 6.3.2.4.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [23, COM 2006] [31, COM 2016] [155, TWG 2016]

7 YAPIŞKAN BANT İMALATI

[6, DFIU ve arkadaşları 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [132, AFERA 2005]

[148, COM 2009]

7.1 Yapışkan bant üretimi hakkında genel bilgiler

Yapışkan bantlar paketleme, araç üretimi, elektrikli ekipman, inşaat, mobilya ve kağıt sektörleri gibi birçok farklı sektörde ve kendin yap pazarında kullanılmaktadır. Her endüstri, ürün uygulamaları ve karşılanması gereken özellikler için geniş bir yelpazede farklı gereksinimlere sahiptir. Örneğin araç endüstrisinde yapışkan bantlar, parçaların otomobil gövdelerinin dış yüzeylerine yapıştırılması, aşınmaya karşı koruma, küçük açıklıkların kalafatlanması, kabloların sarılması, boyama sırasında maskeleme ve montaj sırasında işlevlerin desteklenmesi için kullanılmaktadır. Modern otomobiller, yalıtım malzemelerinin kaplanması, otomobilin iç ve dış kısımlarının birleştirilmesi, koltuk imalatı vb. için kullanılan 15 kg ile 18 kg arasında yapıştırıcı (solvent bazlı ama aynı zamanda sıcak eriyik) içerir.[148, COM 2009].

Kullanıma bağlı olarak, yapışma kuvveti, sıcaklığa karşı direnç, mekanik sertlik, çekme mukavemeti, kesme yapışması vb. gibi ürün özelliklerine ilişkin çok farklı gereksinimler karşılanmalıdır. Yapışkan bantların üretimindeki VOC emisyonları, solvent uygulamasından kaynaklanır. bazlı yapıştırıcı sistemleri ve kalıp ayırıcılar ve astarlar gibi solvent içeren yardımcı malzemelerin uygulanması.

Ürün çeşitliliği ve üretim teknikleri nedeniyle, tesisler genellikle belirli ürün türlerinde uzmanlaşmıştır. Bazı kurulumlar, solvent bazlı yapıştırıcı sistemleri kullanma konusunda uzmanlaşmıştır. Bu kurulumlarda önemli miktarlarda VOC yapıştırıcı sistemlerde çözücü olarak, ayırıcı ve astar gibi yardımcı malzemelerde ve temizlik maddesi olarak kullanılmaktadır. Çoğu durumda, kullanılan solvent miktarı 200 t/yıl eşiğini aşmaktadır.

2003 yılında, Avrupa'daki 45 tesis, bu solvent bazlı yapışkan bantlardan yaklaşık 3.300 milyon m2 üretmiştir. Toplamda Avrupa yapışkan bant üretiminde yaklaşık %40'lık bir paya sahiptirler.

Avrupa yapışkan bant pazarının diğer kısmı, başka amaçlarla veya başka özelliklerle ürün grupları tarafından kapsanmaktadır. Sıcak eriyik bazlı yapıştırıcılar, su bazlı dispersiyonlar ve UV çapraz bağlayıcı yapıştırıcılar kullanan tesislerde üretilirler. Bu kurulumlar hiç VOC kullanmaz veya çok az miktarda VOC kullanır (genellikle temizlik için).

Son veriler, Batı Avrupa ülkelerindeki yapışkan bant üretiminin 2018 yılında 6.300 milyon m2 düzeyinde olduğunu göstermektedir[29].

7.1.1 Basınca duyarlı yapıştırıcıların uygulamaları

Solvent bazlı yapışkan sisteminin seçimi, yapışkan bantların teknik uygulamasına bağlıdır. Tablo 7.1'de, yapışkan bantların farklı uygulamalarına ve en yaygın olarak kullanılan yapıştırıcıların genel bir değerlendirmesi sunulmuştur.

[29] AFERA web sitesinden alınan veriler: www.afera.com (2018).

Tablo 7.1: Yapışkan bantlar için solvent bazlı basınca duyarlı yapıştırıcıların uygulamaları

Bant kullanım alanı	Uygulama (nihai kullanım)	Solvent bazlı basınca duyarlı yapışkan türü
Ambalajlama	Ambalajlama için yapışkan etiketler, yapışkan bantlar	Doğal kauçuk yapışkanlar, (SB)
Otomotiv sanayi	Dekoratif şeritler ve yan koruma şeritleri için taşımada kullanılan yapışkan bantlar, yalıtım levhaları, tekerlek kasası kapakları ve etek yan panelleri için montaj yardımcıları, kablo demetlerini sarmaya yarayan yapışkan bantlar	Doğal kauçuk yapışkanlar, akrilik asit ve akrilatların esterleri
İnşaat sektörü	Pencerelerin sızdırmazlığı, inşaat ek yerlerinin ve genleşme derzlerinin kalafatlanmasına yarayan köpüklü plastik yapışkan bantlar, halı yapışkan bantları vb.	Akrilat dispersiyonları
Sağlık sektörü	Yara bantları, yapışkan plasterler	Saf akrilatlar, poliakrilatlar
Mobilya sektörü	Aynalar vb. malzemelerin taşınmasında kullanılan yapışkan bantlar.	Akrilat yapıştırıcılar
Kaynak: [6, DFIU ve arkadaşları. 2002] [78, TWG 2005]		

7.2 Yapışkan bant imalatında uygulanan prosesler ve teknikler

7.2.1 Yapışkan bant imalatı

Solvent bazlı yapışkan bantlar, bir alt tabaka (arkalık), bir bağlama maddesi, basınca duyarlı bir yapışkan ve ayırıcı maddelerden oluşur. Kullanılan substratlar şunlardır: kağıt (yaygın olarak kullanılır), kumaşlar, film, polivinil klorür folyolar, polyester, poliamid ve alüminyum. Ürünler taşımacılıkta kullanılan yapışkan bantlar (çift taraflı yapışkan bantlar), paketleme amaçlı yapışkan bantlar ve kaplama amaçlı yapışkan bantlar olarak sınıflandırılabilir.

Tek taraflı yapışkan bantların üretimi için, bir alt tabaka üzerine basınca duyarlı bir yapışkan uygulanır. Yapışkan tabakanın alt tabaka üzerine yapışması, fiziksel yüzey hazırlığı veya astar uygulaması ile iyileştirilir. Çift taraflı yapışkan bantların üretimi için, alt tabakanın her iki tarafına basınca duyarlı bir yapışkan uygulanır. Yapışkan katmanlar arasında teması önlemek için yapışkan katmanlardan birinin üzerine bir ayırıcı madde uygulanır.

7.2.2 Yapışkan bantların imalatında kullanılan malzemeler

Basınca duyarlı yapıştırıcılar, aynı anda farklı yüzeylerde yüksek yapışma gücüne sahip organik bileşiklerdir. Diğer yapıştırıcı sistemlerinden farklı olarak plastik yapıştırıcı film kuru koşullarda da aktiftir. Yapıştırıcı visko-elastik davranış gösterir ve çok yüksek viskoziteli bir sıvı olarak kabul edilebilir. Basınca duyarlı yapıştırıcıların bir sınıflandırması Tablo 7.2'de gösterilmiştir.

Tablo 7.2: Yapışkan bantların üretimi için basınca duyarlı yapıştırıcılar

Yapışkan türü	Kauçuk yapıştırıcı	Akrilat yapıştırıcı	Basınca duyarlı diğer yapıştırıcılar
Üretiminde solvent kullanılan yapıştırıcılar			
Organik solventlerde çözünme	Doğal kauçuk (NR), bütadien stiren (SBR), stiren izopren stiren blok kopolimer (SIS)	Saf akrilat, poliakrilat	Poliüretan, neopren
Üretiminde solvent kullanılmayan yapıştırıcılar			
Suda çözünme	Stiren bütadien stiren blok kopolimeri (SBS), SBR lateks, karboksilatlı (CSBR)	Saf akrilat, poliakrilat	Polivinil asetat, akrilat, etilen vinil asetat (EVA)
Sıcak eriyik	Stiren izopren stiren blok kopolimeri (SIS), bütadien stiren kopolimeri (SBR), stiren bütadien stiren blok kopolimeri (SBS)	Poliakrilat	Uygulaması yok
%100 katı içerikli, radyasyonla kürlenen veya iki parçalı sistem	Doğal kauçuk (NR), bütadien stiren kopolimeri (SBR), stiren izopren stiren blok kopolimeri (SIS)	Saf akrilat, poliakrilat	Poliüretan, polyester, iki parçalı poliüretan
Kaynak: [6, DFIU ve arkadaşları 2002]			

Kauçuk yapıştırıcılar ve reçineler
Teknik olarak işlenen kauçuk yapıştırıcılar, doğal kauçuk (NR) ve bütadien stiren (SBR), stiren izopren stiren (SIS) gibi sentetik kauçuk yapıştırıcılardır.

Doğal kauçuk sistemlerinin üretimi için, kauçuk, yapışkanlığı ve yapışmayı etkileyen reçinelerle birlikte organik solventler içinde çözülür ('yapışkanlar'). Yaşlanma sürecini engelleyen maddeler gibi diğer katkı maddeleri de eklenir. Bu yapıştırıcılar esas olarak sıvalar için kullanılsa da aynı zamanda çift taraflı yapışkan bantlar, paketleme ve kaplama yapışkan bantları için yapışkan bantlar için de kullanılmaktadır.

Akrilat yapıştırıcılar

Yapışkan bantlar, özellikle uzun süreli veya dış mekan kullanımı için akrilat yapıştırıcılarla kaplanır. Akrilat yapıştırıcılar, kauçuk yapıştırıcılara kıyasla daha yüksek termal ve kimyasal dirençleri ve ayrıca daha yüksek kohezyonları nedeniyle montaj uygulama alanına hakimdir. Solvent bazlı yapıştırıcılar organik solventler (örn. benzen, etil asetat veya toluen) içinde çözülür. Solvent bazlı akrilat yapıştırıcılar, su bazlı olanlara göre daha yüksek kohezyona sahiptir.

Basınca duyarlı diğer yapıştırıcılar

Özel uygulamalar için yapışkan bantların üretiminde termoplastik elastomerler, poliüretanlar ve neopren de kullanılmaktadır.

Çözücüler

Basınca duyarlı yapıştırıcılarda kullanılan çözücüler, kaynama noktası 60 °C ile 120 °C arasında olan aromatik ve alifatik çözücülerin yanı sıra bu bileşenlerin karışımlarıdır. Uygulamaya hazır yapıştırıcılardaki solvent oranları %60 ile %75 arasında değişmektedir. Bazı durumlarda katı oranları yaklaşık %60'ın üzerinde olan yüksek katı maddeli sistemler kullanılmaktadır.

Solvent içermeyen yapışkan bantlar

Sentetik kauçuklar solventsiz sıcak eriyik olarak uygulanır. Bu tür sentetik kauçukların üretimi için reçineler ve diğer yardımcı malzemeler, örneğin sürekli çalışan ekstrüderlerde eriyik içinde karıştırılır ve daha sonra bir eriyik olarak kaplanır. Bileşiğin termoplastik davranışı tersine çevrilebilir.

Akrilat yapıştırıcılar ayrıca su bazlı dispersiyonlar olarak, %100 katı sistemler olarak (UV çapraz bağlama bileşikleri olarak) uygulanabilir.

Yardımcı malzemeler

Birleştirme ajanları, basınca duyarlı yapışkan ile alt tabaka arasındaki yapışmayı artırarak yapışkan bandın hatasız bir şekilde çözülmesine ve yeniden açılmasına olanak verir. Birleştirme, bir astar tabakasının uygulanmasıyla gerçekleştirilebilir. Primerler organik çözücüler içinde çözülerek uygulanır. Yüzey işleme için yaygın olarak kullanılan düşük emisyon teknikleri, korona deşarjı, alevli ve düşük basınçlı plazma yüzey hazırlığıdır.

Yüzey ayırmada kullanılan kimyasallar

Yapışkan bandın yüzeyine basınca duyarlı yapışkanın yapışmasını önlemek için yüzey ayırma maddeleri kullanılır. Silikonlar, akrilat yapıştırıcılar ve sentetik kauçuklar için ayırıcı ajan olarak uygulanır. Doğal kauçuk yapıştırıcılar için stearil grupları içeren sistemler de kullanılmaktadır. Yüzey ayırma maddelerinin çoğu çözelti olarak uygulanır.

Emprenye maddeleri

Emprenye maddeleri, ıslak mukavemeti ve mekanik sertliği arttırmak için pürüzsüz, emici kağıtların yüzey iyileştirmesi için uygulanır. Bu işlem için özel uygulamalar için SBR akrilat, akrilat ve akrilat-doğal kauçuk sistemlerine dayalı su içeren polimer dispersiyonlar kullanılmaktadır.

Temizlik maddeleri

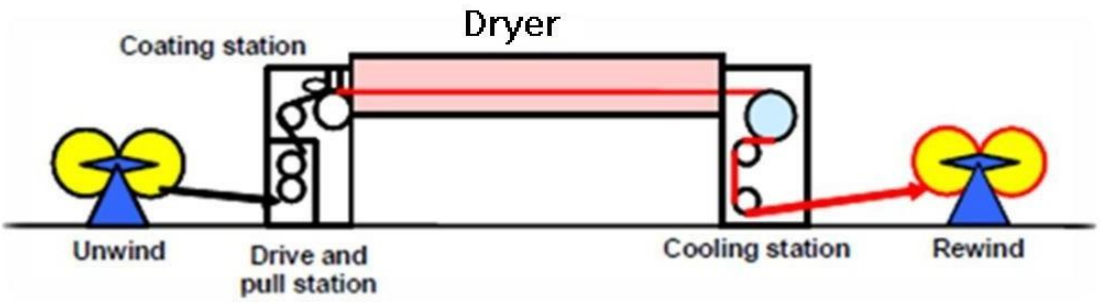
Genellikle, hem üretim sırasında temizlik hem de bakım için yapıştırıcı sistemlerinde kullanılanlarla aynı solventler farklı temizleme faaliyetleri için kullanılır.

7.2.3 Yapışkan bant üretim prosesi

[78, TWG 2005] [132, AFERA 2005]

Üretim süreci üç ana aşamaya ayrılabilir:

- kaplama: substratın yüzey işlemi ve tabaka benzeri substratın yapıştırıcı ile kaplanması;
- yapıştırıcının kurutulması (çapraz bağlanması);
- sarma.



Kaynak: [132, AFERA 2005]

Şekil 7.1: Yapışkan bant üretim hattının şematik yerleşimi

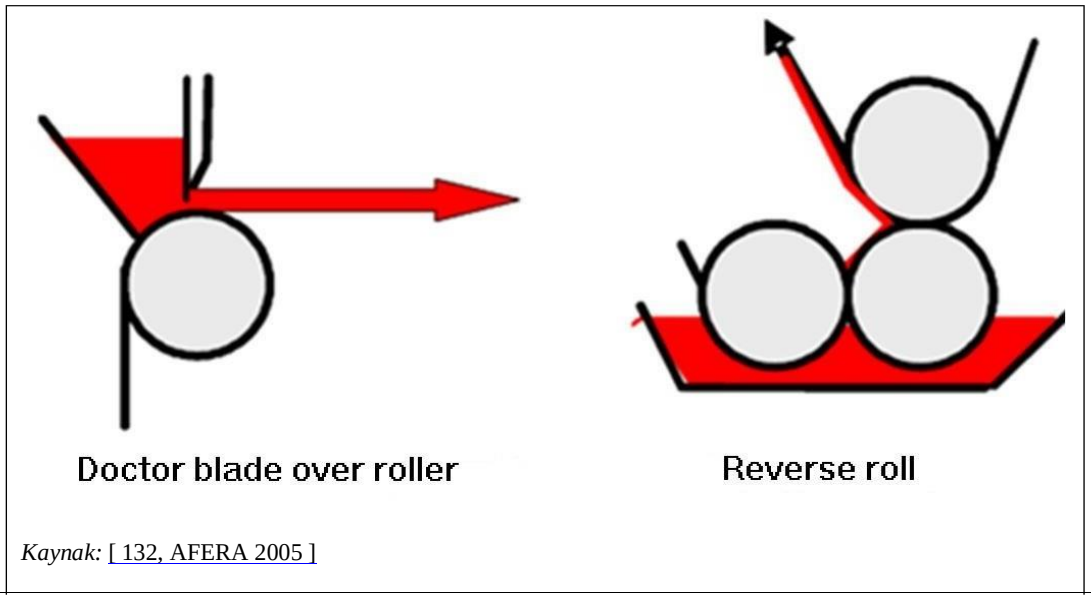
Ayrıca, (neredeyse) tüm solvent bazlı tesislerde aşağıdaki yardımcı prosesler de bulunur:

- yapışkan bileşenlerin depolanması;
- yapıştırıcı karıştırma;
- gazdan arındırma (kurutucudan);
- geri sarılmış bandın kesilmesi.

Bu bölümde, çevre üzerinde etkisi olabilecek yapışkan bant imalatının üretim adımları tanımlanmaktadır.

Kaplama

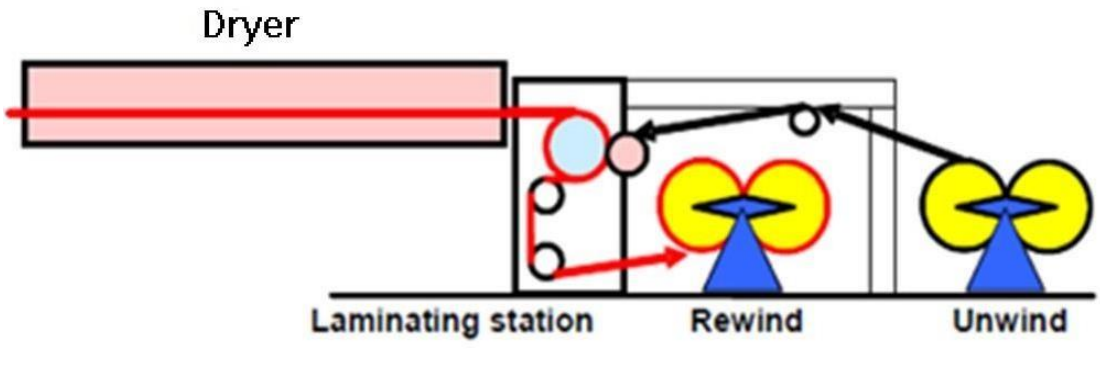
Solvent bazlı basınca duyarlı yapıştırıcı uygulaması farklı uygulama teknikleriyle gerçekleştirilebilir. Şekil 7.2'de gösterildiği gibi sıyırıcı bıçak (bıçak) sistemleri veya ters rulo kaplama sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.



Kaynak: [132, AFERA 2005]

Şekil 7.2: Farklı tipte yapıştırıcı uygulama üniteleri

Yapışkan malzeme doğrudan alt tabaka üzerine uygulanabilir. Bir alternatif, basınca duyarlı yapıştırıcının serbest bırakan malzeme üzerinde kurutulduğu ve çapraz bağlandığı transfer tekniğidir. Daha sonra, yapışkan film, laminasyon yoluyla alt-tabakaya aktarılır; dolayısıyla da alt tabaka kurutma işlemi sırasında hasardan korunması gereklidir. Laminasyon, Şekil 7.3'te gösterildiği gibi, bir transfer salma astarına doğrudan kaplama ve bir arkalık ile laminasyon ile gerçekleştirilebilir.



Kaynak: [132, AFERA 2005]

Şekil 7.3: Laminasyon ünitesi

Yapıştırıcıların formülasyonu genellikle uygulama prosesine yakın konumlandırılır. Farklı yapıştırıcı türleri için farklı karıştırma tesisleri kullanılmaktadır:

- Granül kauçuk, reçineler ve diğer katkı maddeleri, solvent ile doldurulmuş bir yoğurma makinesine konur. Bu, yüksek viskoziteli yapıştırıcılar için yavaş bir toplu işlemdir.
- Granül kauçuk, reçineler ve diğer katkı maddeleri, solvent ile doldurulmuş yüksek hızlı bir karıştırıcıya konur. Mikserin içinde farklı karıştırma bıçakları vardır. Bu, daha düşük viskoziteli bir yapıştırıcı için kısa bir toplu işlemdir.
- Akrilik yapıştırıcı polimerizasyon istasyonlarında partiler halinde yapılır. Reaksiyon, karıştırıcıdaki bir katalizöre dayanır ve sıcaklık ve basınçla kontrol edilir.

Bu ilk üretim adımlarındaki kaçak VOC emisyonları aşağıdaki süreçlerden veya birimlerden kaynaklanabilir:

- solventlerin veya solvent içeren ön ürünlerin depolanması;
- karıştırma ünitelerinde yapıştırıcıların formülasyonu;
- Yapıştırıcıları uygulama makinesine yönlendirmek;
- astarın uygulama birimi;
- yapıştırıcı uygulama ünitesi.

Bu kaynaklardan kaynaklanan kaçak emisyonların bir kısmı yakalanır ve bir gazdan arındırma ünitesine yönlendirilir.

Atık, karıştırılmış ancak kullanılmamış yapıştırıcılardan ve karıştırma tesislerinin temizliğinden kaynaklanmaktadır. Normalde bu proseslerden kaynaklanan herhangi bir atıksu mevcut değlldir.

Kurutma

Solvent bazlı yapıştırıcılar, konveksiyon kurutucular ve kızılötesi kurutucular tarafından termal olarak kurutulur. Teknik özellikleri geliştirmek için herhangi bir çapraz bağlama kimyasal olarak veya UV radyasyonu ile gerçekleştirilebilir. Konveksiyonlu kurutucuların havası, ısı eşanjörleri vasıtasıyla gaz, yağ veya buhar ile ısıtılır.

Solvent bazlı sistemlerde kullanılan ana kurutucu ekipmanı, hava akımı ve malzeme taşımasına göre farklılık gösterir:

- teğetsel bir hava akışlı kurutucuda, malzeme rulolarla taşınır;
- rulolar üzerinde nozullar bulunan tek taraflı bir kurutucuda, malzeme tahrikli rulolar tarafından taşınır;
- bir taşıma bantlı kurutucuda malzeme bir bantla taşınır;
- Havada yüzen bir kurutucuda, malzeme özel olarak tasarlanmış hava nozulları ile taşınır;
- Bir festoon kurutucuda, kapalı bir odada yavaşça hareket eden direklere uzun halkalar asılır.

Kurutma sırasında yapışkan tabakadan buharlaşan VOC'ler, kurutucudan çıkan egzoz havasının bir kısmıyla yakalanır. Güvenlik nedenleriyle, EN 1539'a uygun olarak egzoz havasında maksimum solvent konsantrasyonu korunur. Korunan güvenli çalışma seviyesi, alt patlama sınırının (LEL) %50'sidir. Kurutucu havasının solvent konsantrasyonunun azalması, hava akış hızı tarafından kontrol edilir. Gaz geçirmez inert gaz kurutucular kullanılıyorsa, daha yüksek solvent yükleri mümkündür. Yük, kullanılan solventlere ve kurutma sıcaklığına bağlıdır.

Kurutucuların egzoz havası genellikle solvent geri kazanımı ile arıtılır. Bu, ön kurutma aşamasında yoğunlaştırma (karıştırma ve uygulama ünitelerinden yakalanan kaçak emisyonlar) ve kurutma aşamasında aktif karbon üzerine adsorpsiyon ile gerçekleştirilir. Çözücüler, buhar desorpsiyon ve yakalama ile yeniden yakalanır. Yeniden kullanılamayan geri dönüştürülmüş solvent durumunda, genellikle rejeneratif ısıl oksidasyon uygulanır.

Kurutma ve çıkış gazı arıtma işlemlerinden kaynaklanan atık yoktur. Adsorpsiyonlu atık gaz arıtımı uygulanması durumunda, desorpsiyon işleminden az miktarda atıksu oluşur.

Sarma

Geri sarmadan önce, bant, soğutma rulolu bir soğutma ünitesinde soğutulmalıdır. Soğutma, soğutma suyu kullanılarak yapılır.

Soğutulduktan sonra bant, dilme işlemine taşınmaya hazır büyük rulolar üzerinde geri sarılır.

Solvent bazlı yapıştırıcılarla üretilen bitmiş çift taraflı yapışkan bantlarda kalan solvent oranları, kullanılan solvent miktarına bağlı olarak %0,1 ile %2 arasındadır. Ürünlerde kalan solventler ya difüzyon süreçleri nedeniyle yavaş yavaş kaybolur ya da plastikleştirici görevi gören yapışkan tabakada kalır.

Üretim sürecinin bu aşamasında, hatalı yüklemeler ve dilme kalıntıları nedeniyle atık oluşabilir. Atık miktarı normalde malzeme girdisinin %10'unun altında kalır.

Atıksu oluşumu söz konusu değildir.

7.3 Yapışkan bant üretimindeki mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

[78, TWG 2005] [132, AFERA 2005] [155, TWG 2016]

Veri toplamada üç yapışkan bant üretim tesisi için veriler alınmış ve bunlar aşağıdaki bölümlerde analiz edilmiştir.

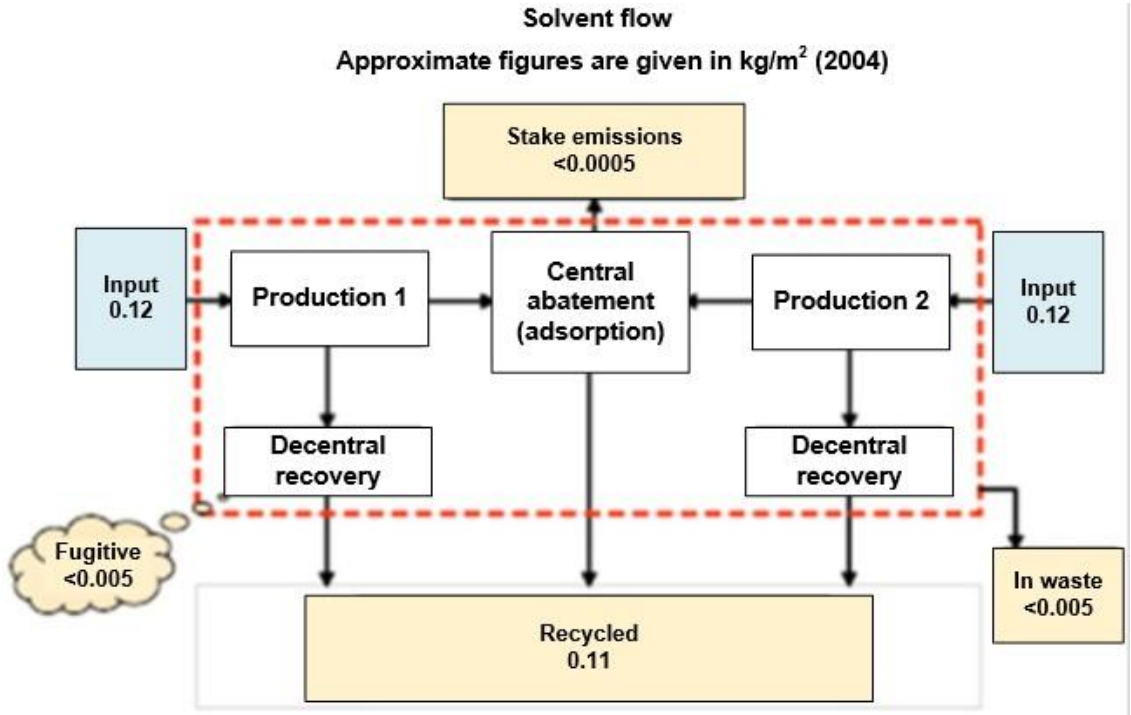
7.3.1 Tüketim

7.3.1.1 Hammadde tüketimi

Yapışkan malzeme genellikle şirket içinde üretilir ve ürün tipine, altlık (arkalık) malzemesine ve üretim sürecine bağlı olarak < %1 ila %80 arasında değişebilen bir katı içeriğine sahiptir. Yapışkan malzemeye özgü tüketim değeri üretilen bandın 10 g/m^2 ila 300 g/m^2 arasında değişebilir ve karşılık gelen spesifik solvent tüketimi 0,05 g/m^2 ila 5 g/m^2 arasında değişebilir.

Geçici yüzey koruması için kullanılan plastik filmlerin üretimi için uygulanan ortalama kaplama ağırlıkları bantlardan 5 ila 20 kat daha düşüktür. [255, France 2018].

Çok özel endüstriyel kullanımlarına yönelik olarak yüksek kaliteli solvent bazlı yapışkan bantlar üreten bir referans tesise ait ortalama solvent akışına ilişkin bilgiler (2004 verileri) Şekil 7.4'te sunulmaktadır.



Kaynak: [132, AFERA 2005]

Şekil 7.4: Solvent akışı (2004 verileri)

7.3.1.2 Enerji tüketimi

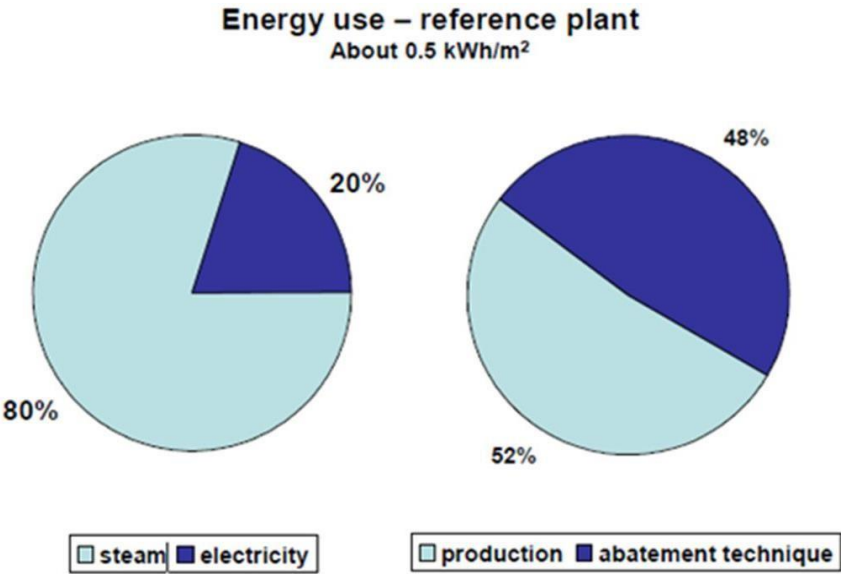
İki referans tesisten elde edilen veriler, spesifik enerji tüketiminin aşağıdakilerden farklı olduğunu göstermektedir:

0,2 kWs/m2'den 1 kWs/m2'ye kadar. Toplam enerji kullanımının %60-80'i buhar üretimi için fosil yakıt tüketimine, kalanı ise ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) ihtiyaçlarını da kapsayan elektrik tüketimine aittir.

Şekil 7.4'teki referans tesisin (2004'ten itibaren) enerji tüketimi verileri Şekil 7.5'te sunulmaktadır.

Enerji tüketiminde azalma şu şekilde elde edilir:

- kurutucularda ısı eşanjörlerinin kullanılması;
- kurutucuların optimize edilmiş yalıtımı.



Kaynak: [132, AFERA 2005]

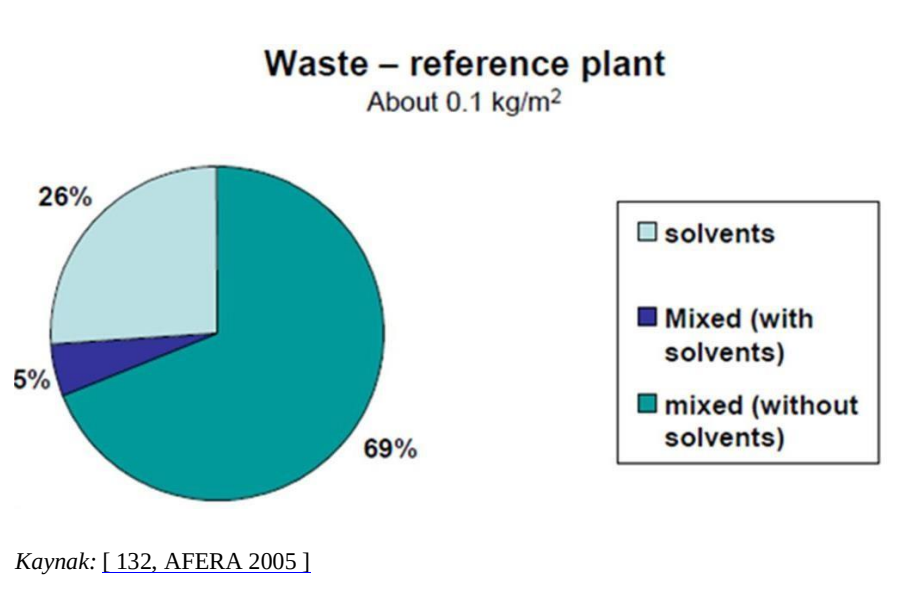
Şekil 7.5: Enerji tüketimi (2004 verileri)

Geçici yüzey koruması için kullanılan plastik filmlerin üretimi için, 0.072 kWs/m2 mertebesinde bir spesifik enerji tüketim değeri bildirilmiştir. [255, Fransa 2018].

7.3.1.3 Atık üretimi

Bir kurulumdan alınan veriler, üretilen bantın 0,1 kg/m2 düzeyinde belirli bir atık üretim değerine sahip olduğunu göstermektedir [155, TWG 2016].

Şekil 7.4'teki referans tesisin (2004'ten itibaren) atık üretimi verileri Şekil 7.6'da sunulmaktadır.



Kaynak: [132, AFERA 2005]

Şekil 7.6: Atık üretimi (2004 verileri)

Atık miktarı şu şekilde azaltılır:

- Kaliteyle iilgili sorunlardan kaçınarak risk analizi (FMEA süreci: arıza modu ve etki analizi) ile süreç optimizasyonu;
- uygun olmayan ürünleri önlemek için sürekli proses kontrolü;
- Sınırlı raf ömrüne sahip fazla malzemelerden kaçınmak için yapıştırıcı karışımının optimizasyonu;
- verimli bir solvent geri kazanım sistemi.

Spesifik tüketim ve emisyon değerleri, üretilen bantların türlerine (çözücü tipi, alt tabaka, kaplama ağırlığı) önemli ölçüde bağlıdır ve aşağıdaki tedbirlerle azaltılır:

- üretim süresi boyunca azalan farklı ürün sayısı (daha uzun kampanyalar);
- Üretimde çift taraflı bantların daha düşük payı.

Tablo 7.3, diğer solvent bazlı üretim tesislerinden alınan ortalama verilerle karşılaştırmalı olarak Şekil 7.4'teki referans tesisin spesifik tüketim rakamlarını göstermektedir.

Tablo 7.3: Kullanılan solvent, enerji ve üretilen atık için kıyaslama karşılaştırması

	Kullanılan solvent (kg/m^2)	**Kullanılan enerji (kWs/m^2)**	**Oluşan atık (kg/m^2)**
Ortalama veri (Min.-Maks.) (normal üretim)	0.04 (0.02-0.12)	0.5 (0.25-1.1)	0.03 (0.005-0.1)
Referans tesis (özel imalat)	0.12	0.5	0.10
NOT: Bu tablo, diğer solvent bazlı tesislerde üretilen ortalama emtia seviyesi ile karşılaştırıldığında, özel üretimin (referans tesiste olduğu gibi) daha yüksek spesifik tüketimini çok açık bir şekilde ifade etmektedir. *Kaynak:* [132, AFERA 2005]			

Geçici yüzey korumasında kullanılan plastik filmlerin üretimi için, 0.008 kg/m2 mertebesinde belirli bir atık üretim değeri bildirilmiştir. [255, Fransa 2018].

7.3.2 Emisyonlar

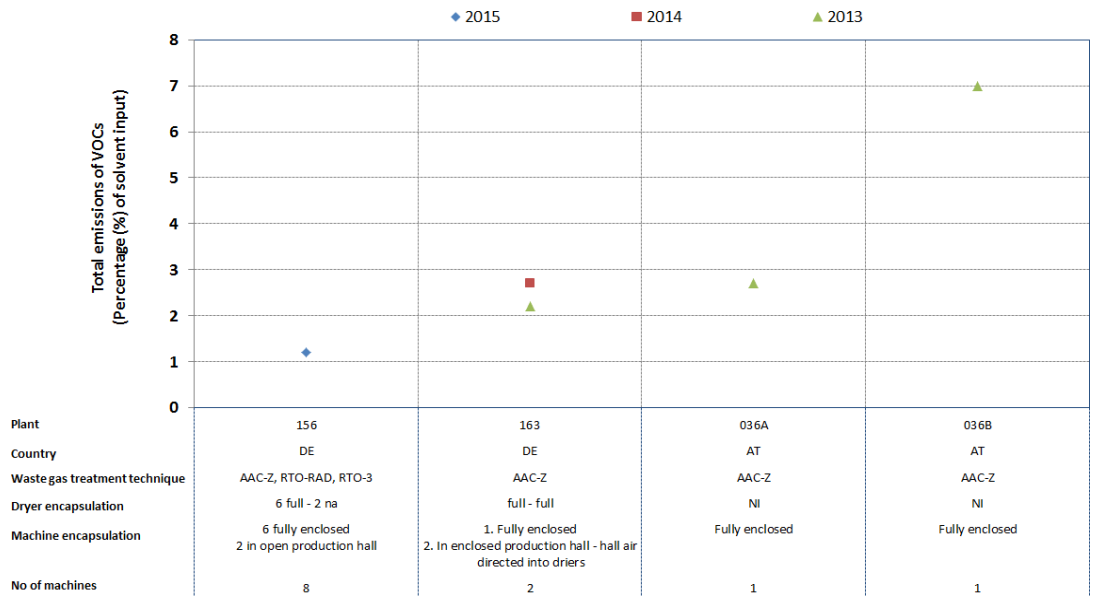
7.3.2.1 Toplam ve kaçak VOC emisyonları

[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Genel olarak, solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları düşüktür. Aşağıdaki durumlarda toplamda yüksek emisyonlar meydana gelebilir:

1. Son derece uçucu bileşenlerle (örneğin benzin 60/95) ve/veya yüksek kaplama ağırlıklarıyla kaplama gerektiren ürünler, önemli miktarda kalıntı solvent içeriğine sahip olabilir. Bu, kaçak emisyonların bir parçası olduğundan (ve dolayısıyla toplam emisyonlar altında sayıldığından), solvent girdisinin %1'inden daha yüksek toplam emisyon seviyelerine neden olabilir.
2. Düzensiz aralıklarla ve genellikle yüksek konsantrasyonlu kısa zirvelerle karakterize edilen yardımcı faaliyetler (örn. temizleme, aktarma); bu nedenle egzoz havası arıtımı olumsuz bir maliyet-fayda oranına sahip olabilir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 5 no.lu AFERA görüşü].

Solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen, bildirilen toplam VOC emisyonları Şekil 7.7'de sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

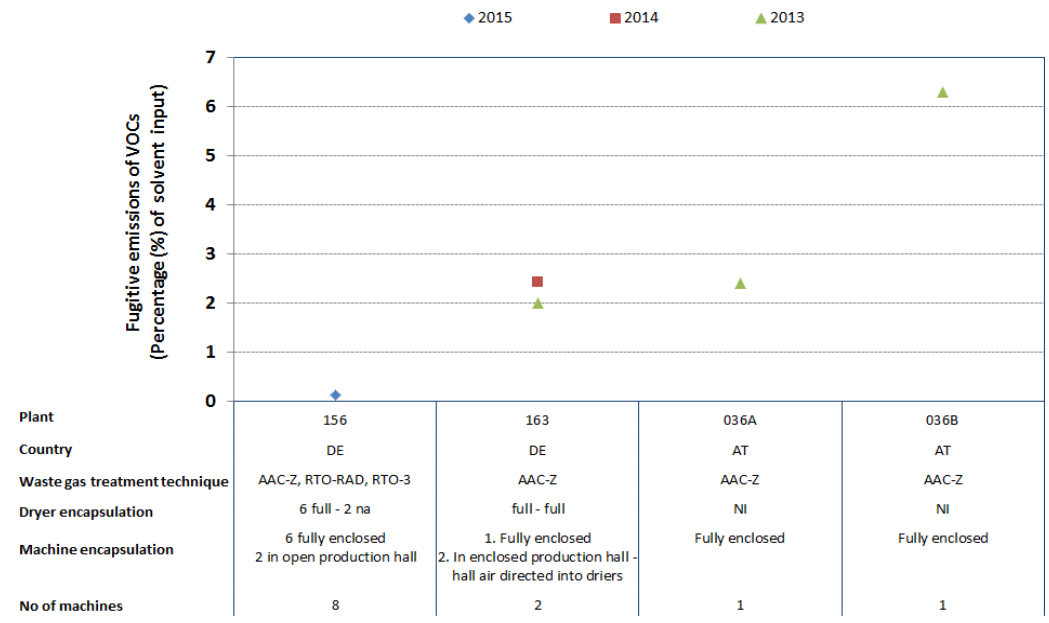
Şekil 7.7: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

Veriler, toplam VOC emisyonları için biri hariç tüm değerlerin solvent girişinin %3'ünün altında olduğunu göstermektedir. Şekil 7.8'de görülebileceği gibi, tesise ait rakamdaki sapma, esas olarak diğer tesisler için karşılık gelen değerlere kıyasla nispeten yüksek kaçak emisyon yüzdesine bağlıdır.

Kaplanmış yüzeyin m2'si başına g VOC olarak ifade edilen toplam emisyonlar açısından, iki tesisten alınan veriler 0,6 g VOC/m2 ila 1,5 g VOC/m2 aralığındadır.

Geçici yüzey koruması için kullanılan plastik filmlerin üretimi için, 1,2 g VOC/m2 düzeyinde belirli bir emisyon değeri bildirilmiştir. [255, Fransa 2018].

Tüm tesisler, ya kaplama makinelerinin tam kapsüllendiğini ya da üretim salonunun kapatıldığını ve ekstraksiyon ve ardından aktif karbon adsorpsiyonu ve geri kazanımı kullanılarak yapılan işlemle birlikte tam kurutucu kapsüllediğini bildirmiştir.



Kaynak: [155, TWG 2016]

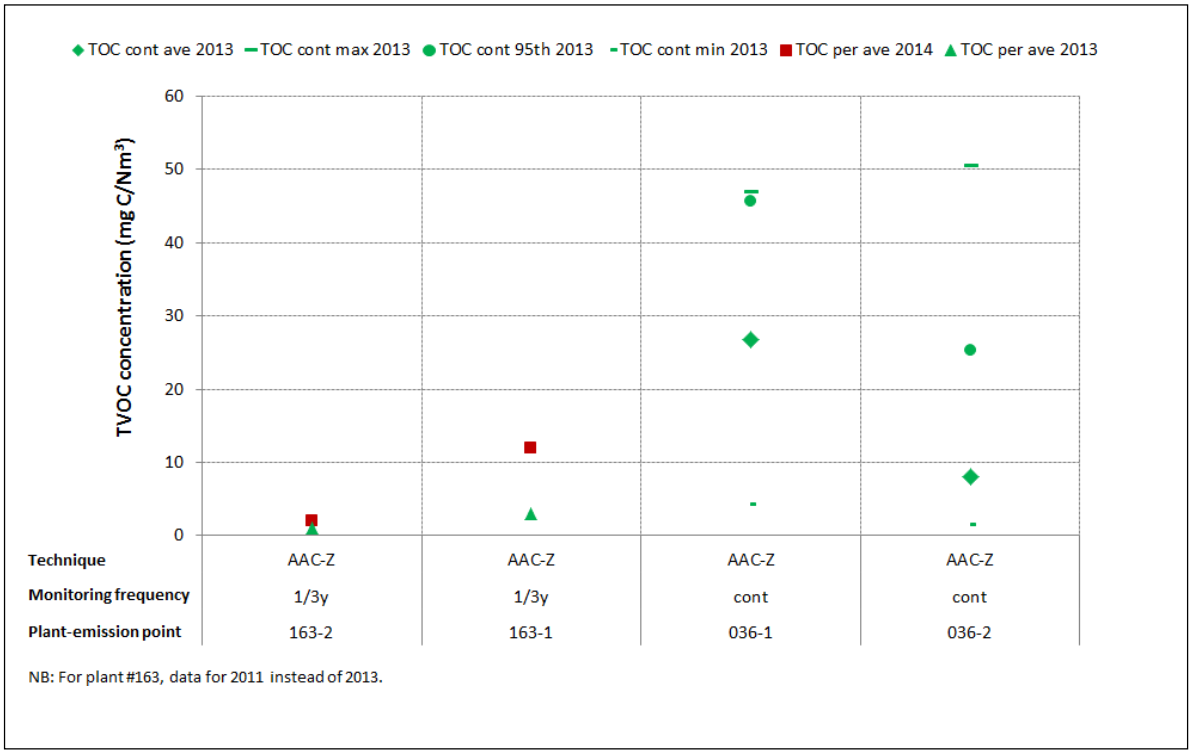
Şekil 7.8: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen VOC'lerin kaçak emisyonları

036A No.lu tesiste yapıştırma için kauçuk, solvent (heksan) ve reçineler kullanılırken, 036B No.lu tesiste bir sıcak eritme işlemi kullanılmaktadır. Her iki hatta da toluen kullanılarak bir ayırıcı kat uygulanmaktadır. Bu nedenle, aynı tesisin iki hattı arasında elde edilen toplam (ve kaçak) emisyon değerlerindeki farklılıklar, yüzey ayırma katı uygulamasının heksan bazlı yapışkan kaplamaya kıyasla daha yüksek kaçak emisyonları temelinde açıklanabilir.

7.3.2.2 Atık gazlardaki TVOC emisyonları

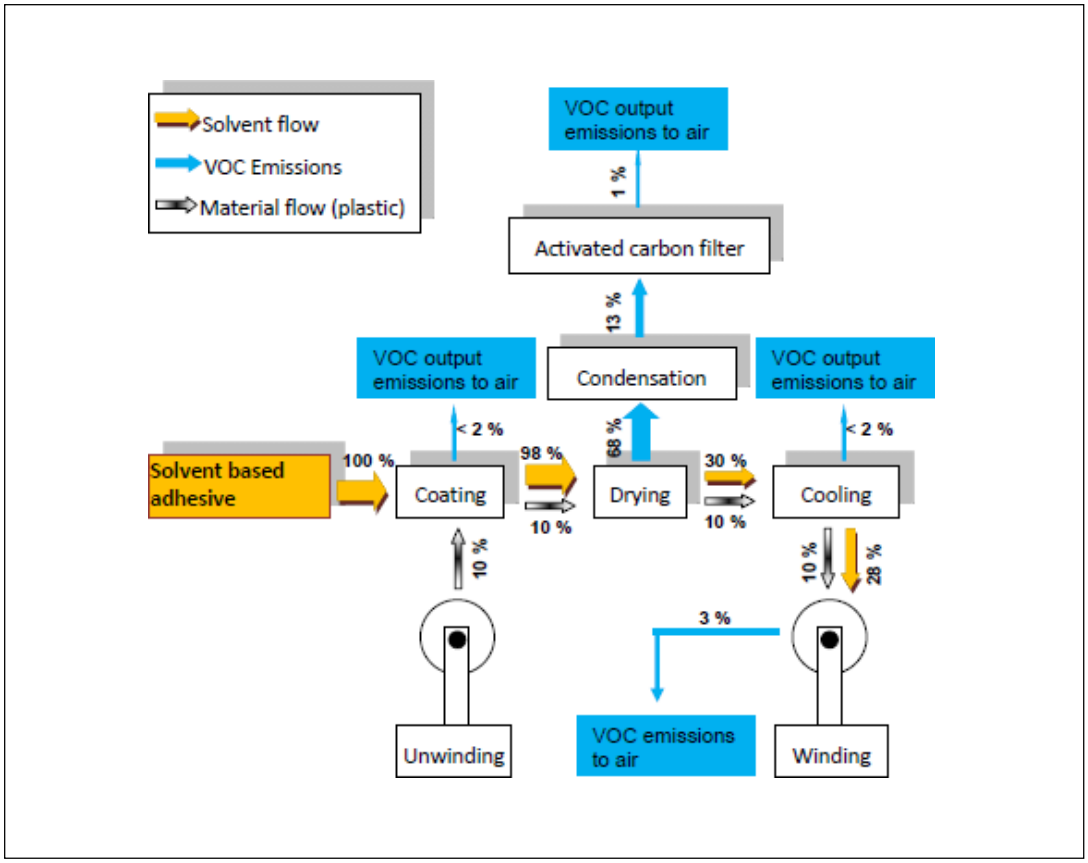
[155, TWG 2016]

Atık gazlardaki TVOC emisyonları, üç yapışkan bant üretim tesisinden gelen dokuz izleme noktasından sadece dördüyle ilgili olarak bildirilmiştir. Dokuz atık gaz emisyon akışının sekizinde uygulanan azaltma tekniği aktif karbon adsorpsiyonudur ve bir RTO uygulanır. Adsorpsiyon sistemlerinin sürekli izlenmesinden bildirilen tüm maksimum değerler 50 mg/Nm3'ün altındadır, yüzde 95'si ise 45 mg/Nm3'ün altındadır (bkz. Şekil 7.9).



Şekil 7.9: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları

Solvent akışlarını ve VOC emisyonlarının ana kaynaklarını gösteren genel bir diyagram Şekil 7.10'da sunulmuştur.



Şekil 7.10: Yapışkan bant kaplaması için solvent girişi ve ana VOC çıkışları

Şekil 7.10'dan görülebileceği gibi, kanallı VOC emisyonları düşük tutulur ve kaçak emisyonların (örneğin kaplama uygulamasından) en aza indirilmesi, toplanan veriler tarafından onaylandığı gibi toplamda düşük VOC emisyonlarıyla sonuçlanır (bkz. Şekil 7.7).

Düşük emisyon seviyelerine ulaşmak için önemli unsurlar şunlardır:

- Uygun ürünleri üretmek için solventsiz teknikler kullanmak (şu an itibariyle daha düşük kaliteli ambalaj ve maskeleme bantları ve çift taraflı bantlar kullanılmaktadır);
- solvent depolama ve yapıştırıcı karıştırmadan kaynaklanan emisyonların yakalanması;
- tüm kaplama makinesinin kapsüllenmesi ve tüm kaçak kaynaklardan çıkan tüm emisyonların çıkış gazı arıtmasına yönlendirilmesi; gaz çıkışı arıtma biri veya aşağıdakilerin bir kombinasyonu olabilir:
  - ön kurutma adımından sonra yoğuşma (bkz. Bölüm 7.4.2.1 ve 17.8.1);
  - > %90 geri kazanım ve < %1 emisyon ile adsorpsiyon (bkz. Bölüm 17.10.6.2);
  - Enerji geri kazanımlı ısıl oksidasyon (bkz. Bölüm 17.10.5);
  - Kaplama ünitelerinden doğrudan VOC emisyonlarının ek olarak yakalanması (bkz. Bölüm 17.10.2);
- Üretim prosesi boyunca farklı ürün sayısını azaltmak (daha uzun kampanyalar), ara temizlik ihtiyacını ortadan kaldırmak.

7.4 Yapışkan bant üretiminde MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

Bölüm 17'de, yapışkan bant imalatına da uygulanabilecek teknikler tartışılmaktadır. Tablo 7.4'te yapışkan bant üretimi ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu tekniklere bu bölümde tekrar yer verilmeyecektir. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Yapıştırıcıların endüstriyel uygulaması için EGTEI arka plan belgesi (bkz. Ek 21.3.1), VOC emisyonlarının azaltılmasına yönelik bazı tekniklerin Avrupa düzeyindeki maliyet ve faydaları hakkında bazı veriler sunmaktadır. Ancak, EGTEI yaklaşımının zorunlu olarak karmaşıklığını sınırlaması gerekir ve çapraz ortam etkileri gibi diğer MET faktörleri veya bireysel kurulumların ve ürünlerin teknik özellikleri dikkate alınmadan yalnızca temel teknikler vermiştir [83, EGTEI 2005].

Tablo 7.4: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	**Bölüm numarası**
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve arıtma	17.10
Atıksu arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

7.4.1 Malzeme-bazlı teknikler

7.4.1.1 Isıyla eriyen yapıştırıcılar

Tanımı

Sentetik kauçukların, hidrokarbon reçinelerin ve çeşitli katkı maddelerinin sıcak ekstrüzyonundan yapılan yapıştırıcılarla kaplama kullanımı. Solvent kullanılmaz.

Teknik tanımlama

Sıcak eriyikler oda sıcaklığında katıdır ve kullanılmadan önce 100-250 °C'ye ısıtılmalıdır. Pratikte sıvı sıcak eriyik bir alt tabakaya uygulanır ve yapıştırılacak parçalar hemen bir araya getirilir. Sıcak eriyikler, soğutma ve katılaşmada verimli bir şekilde bağlanır; çalışma süresi birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar değişir.

Sıcak eriyikler levha folyo, granül malzeme, yastık veya blok şeklinde mevcuttur. Yapıştırıcı daha sonra bir eritme cihazı ve özel yapım nozullarla işlenir.

Elde edilen çevresel faydalar

Solvent emisyonları ortadan kaldırılır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Sıcakta eriyen yapıştırıcılar %100 solventsizdir. Solvent bazlı yapıştırıcılarla aynı geniş sıcaklık aralıklarında kullanılamazlar ve aynı yüksek kaliteye sahip değillerdir. Öte yandan, sıcak eriyiklerin önemli bir avantajı da hemen hemen her alt tabakanın yapıştırılabilmesidir. Ek olarak, solvent bazlı sistemlere kıyasla sıcakta eriyen yapıştırıcıların kullanımı, düşük koku emisyonları, iyi çözünürlük ve mükemmel ısı stabilitesi sağlar.

Çapraz ortam etkileri

Isıtma ekipmanına ve buna bağlı enerji maliyetlerine ihtiyaç vardır; ihtiyaç duyulan ekstra enerji, üretim hattının boyutuna bağlıdır. Küçük uygulamalar için bu, ~ 2 kW'lık bir kapasite ihtiyacı ile başlar.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Teknik, yeni ve mevcut tesislerde ve tesislerde uygulanabilir. Yapışkan bantların üretiminde, sıcak eriyikler, daha düşük kaliteli ambalaj ve maskeleme bantlarının yanı sıra çift taraflı bantlar için uygundur. Solvent bazlı yapıştırıcıların yerini tümüyle alamazlar.

Isıyla eriyen yapıştırıcılar şu an itibariyle geçici yüzey koruması için kullanılan plastik filmlerin üretiminde kullanılmamaktadır. [255, Fransa 2018].

Ekonomik boyut

Solvent bazlı yapıştırıcılara göre kuru kg başına yaklaşık %80 daha ucuzdurlar ve ilgili ekipman maliyetleri %50-70 daha düşüktür – çünkü ne kurutucuya ne de azaltma teknolojisine ihtiyaç yoktur. Enerji yoğun bir kurutucu ve azaltma teknolojisinin olmaması nedeniyle, sıcakta eriyen kaplamanın toplam enerji tüketimi, solvent bazlı kaplamaya kıyasla yaklaşık %33 daha azdır. [148, COM 2009].

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 36B No.lu tesis.

Referans literatür

[6, DFIU ve arkadaşları 2002] [148, COM 2009] [155, TWG 2016] [255, Fransa 2018]

7.4.1.2 Su-bazlı yapışkanlar

Tanımı

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.7.2.2. Su bazlı yapıştırıcılar organik solventler içermezler veya yapıştırılan derzi esnek tutmak için yumuşatıcı olarak yaklaşık %0,5 solvent içerirler.

Teknik tanımlama

Yapıştırıcıya optimum yapışma sağlamak için su bazlı polimerler tek başına yeterli değildir ve farklı malzemelere yapışmayı iyileştirmek için yapıştırıcı reçineler gereklidir. Çoğu durumda, solvent bazlı sistemlerde kullanılanlarla aynı elastomerler ve yapışkanlaştırıcılar kullanılabilir.

Her iki yapıştırıcıdaki (solvent bazlı ve su bazlı) katı miktarları yaklaşık olarak aynıdır.

Elde edilen çevresel faydalar

Solvent emisyonları ortadan kaldırılır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Su bazlı yapıştırıcıların hammaddeleri kuru ve yaş olarak mevcuttur. Kuru haldeki yapıştırıcı, solvent bazlı yapıştırıcıya göre yaklaşık %65 daha az hacme ve %75 daha az ağırlığa sahiptir – dolayısıyla da nakliye maliyetleri nispeten düşüktür. Kuru halde taşımanın dezavantajı, sahada formüle edilmesi gerektiğidir - bu, aşındırıcı olmayan borulara, bağlantılara ve paslanmaz çelik karıştırıcılara ve pompalara sahip suya dayanıklı büyük karıştırma tankları gerektirir. Bu durum, işletme sermaye maliyetini artırır. Hazır su bazlı yapıştırıcılar, solvent bazlı yapıştırıcılarla kabaca aynı hacim ve ağırlığa sahiptir ve nakliye maliyetleri benzer seviyededir. Küf oluşumundan muzdariptirler ve donma noktasının üzerinde saklanmalıdırlar (birden fazla donma-çözülme döngüsünden kaçınılmalıdır) [148, COM 2009].

Çapraz ortam etkileri

Kurutma için daha fazla enerji gerekir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Teknik, yeni ve mevcut tesislerde ve tesislerde uygulanabilir. Su bazlı yapıştırıcılar, düşük performanslarından dolayı solvent bazlı yapıştırıcılar kadar yaygın olarak uygulanamazlar; örneğin, daha kısıtlı bir operasyonel sıcaklık aralığına sahiptirler. [148, COM 2009].

Su bazlı yapıştırıcılar, daha düşük kaliteli ambalaj ve maskeleme bantlarının yanı sıra çift taraflı bantlar için uygundur.

Geçici yüzey koruması için kullanılan plastik filmlerin üretiminde solvent içeriği düşük su bazlı yapıştırıcılar kullanılmaktadır. [255, Fransa 2018].

Ekonomik boyut

Solvent bazlı yapıştırıcılarla karşılaştırıldığında en önemli fark, daha düşük fiyatlarıdır - geleneksel ürünlerin fiyatının yaklaşık %15-20'sidir.

Su bazlı yapıştırıcı uygulamaları için yatırım maliyetlerinin, geleneksel solvent bazlı sistemlere göre ~ %8 daha düşük olduğu tahmin edilmektedir. Solvent bazlı sistemler için daha yüksek maliyetler, patlamaya dayanıklı elektrikli ekipman ve emisyon kontrol sistemlerine duyulan ihtiyaçtan ve atık bertaraf ücretlerinden kaynaklanmaktadır. [148, COM 2009].

Hem su bazlı hem de solvent bazlı sistemler için işletme maliyetleri yaklaşık olarak aynıdır - su bazlı sistemler için gerekli olmayan azaltma teknolojilerinden kaynaklanan daha düşük enerji maliyetleri dışında.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 156 No.lu tesis (özel ürün türleri için çözelti olarak kullanılırlar.

Referans literatür

[6, DFIU ve arkadaşları 2002] [148, COM 2009] [155, TWG 2016] [255, Fransa 2018]

7.4.1.3 UV ile kürlenmiş yapıştırıcılar

Tanımı

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.7.2.3. UV ile kürlenmiş yapıştırıcılar solvent içermez.

Teknik tanımlama

UV ile kürlenmiş yapıştırıcıların çoğu tamamen solventsizdir ancak bazı uygulamalar için UV ile kürlenmiş yapıştırıcılar viskoziteyi azaltmak için solventler içerebilir. Bunlar iki bileşikten oluşurlar: biri yapışkan reçinenin kendisi ve ikincisi foto başlatıcıdır. Foto başlatıcı ultraviyole ışığa maruz kaldığında kimyasal reaksiyona girer ve yan ürünler üreterek yapıştırıcının sertleşmesine neden olur. Isıtma gerekli değildir.

Elde edilen çevresel faydalar

Solvent emisyonları ortadan kaldırılır veya önemli ölçüde azaltılır.

Çevresel performans ve işletim verileri

UV ile kürlenmiş yapıştırıcılar yüksek bir kohezyona ve yüksek yapışma mukavemetine sahiptir ancak birleştirilecek malzemeler UV ışığı geçirgen değilse kullanımı zordur. UV ışığı bir bağlantının kenarına maruz kalabilir ve reaksiyon tüm yapıştırıcı hacmi boyunca ilerleyebilir,

ancak bu saatler veya günler sürebilir. Diğer seçenekler arasında, birleştirilecek parçalar konumlandırılmadan önce kürlemeyi başlatmak için UV ışığı ile etkinleştirilebilen gecikmeli kürleme ürünleri yer alır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik yeni ve mevcut tesislerde ve tesisatlarda uygulanabilir. Yapışkan bantların üretiminde, UV ile kürlenmiş yapıştırıcılar, daha düşük kaliteli transfer ve paketleme yelpazesi ile maskeleme bantları için uygundur. UV ile kürlenmiş yapıştırıcılar, seramik, kompozit malzemeler, beton, kumaş, cam, metal, kağıt, plastik kauçuk veya yün gibi çok çeşitli malzemelerle kullanılabilir.

Genel olarak, UV ile kürlenmiş yapıştırıcılar, opak malzemeleri kürlemek için kullanılamaz. Bununla birlikte, bazı UV ile kürlenen yapıştırıcılar (özellikle epoksi yapıştırıcılar), reaksiyonu başlatmak için yalnızca bir başlangıç UV ışınına ihtiyaç duyar. Sertleştirme reaksiyonu başladığında, kaplamaya dahil olan bir katalizör, yapıştırıcının daha fazla sertleşmesini destekler. Bu nedenle, yalnızca bir kısmı UV ışığına maruz kalırsa, opak malzemeler birbirine yapıştırılabilir - öyle olsa bile, kürlenme süresi saatler veya günler alabilir. İşlem 'gölge' kürleme olarak bilinmektedir [148, COM 2009].

Referans literatür

[6, DFIU ve arkadaşları 2002] [148, COM 2009]

7.4.2 Kurutma/kürleme

7.4.2.1 Konveksiyonlu inert gaz kurutma

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.8.1. Bu teknik, genellikle yapışkan bant imalatında bir ön kurutma adımı olarak uygulanır.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 156 No.lu tesis (ya konveksiyonlu kurutma ile birlikte ya da tek başına bir teknik olarak uygulanır).

Referans literatür

[6, DFIU ve arkadaşları 2002] [155, TWG 2016]

7.4.2.2 Kızılötesi radyasyonla kürleme

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.8.5.1. Bu kürleme kurutucusu genellikle yapışkan bant üretiminde kullanılır ve dispersiyonlar için ve ayrıca patlama koruması gerekiyorsa solvent bazlı yapıştırıcılar için uygundur.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [6, DFIU ve arkadaşları 2002]

7.4.2.3 Ultraviyole (UV) kürleme

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.8.5.4. UV kürleme, yapışkan bantların üretiminde giderek daha fazla uygulanmaktadır. Özellikle yeni akrilat sıcak eriyikler için kullanılır. Ayrıca, teknik olarak gerekli olan yapışkanlık ve yapışkanlık mukavemetinin nihai retikülasyonunun ve ayarlanmasının UV radyasyonu ile başlatıldığı radyasyonla kürlenen yapıştırıcılar için de kullanılır.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [6, DFIU ve arkadaşları 2002]

7.4.2.4 Elektron ışınlı (EB) kürleme

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.8.5.5. EB kürleme, yapışkan bantların üretiminde giderek artan bir şekilde uygulanmaktadır, ancak daha yüksek yatırım maliyetleri nedeniyle kullanımı yine de UV küründen daha azdır (bkz. Bölüm 7.4.2.3). Ayrıca UV kürleme ile karşılaştırıldığında, substrat özelliklerinde değişiklikler oluşması mümkündür.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 156 no.lu tesis.

Referans literatür

[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [6, DFIU ve arkadaşları 2002] [155, TWG 2016]

7.4.3 Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması

Çıkış gazlarının ekstraksiyonu çıkarılmasına ve kaçak emisyonların en aza indirilmesine yönelik mevcut teknikler Bölüm 17.10.2'de değerlendirilmiştir.

7.4.3.1 Yoğuşma (soğutma)

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.10.6.1. Kullanılmış solventler, reküperatif bir ısı değişim cihazında yoğuşma uygulanarak ve bir soğutucu kompresör ile soğutularak (5 ºC ila -30 ºC) geri kazanılabilir. Yapışkan bant imalatında, bir inert gaz nozullu kurutucu kullanılarak bir ön kurutma adımından sonra (bkz. Bölüm 7.4.2.1 ve 17.8.1) ve ana kurutma işleminden önce yoğuşma uygulanır. Bunu egzoz gazı için bir adsorpsiyon adımı izler.

Referans literatür

[6, DFIU ve arkadaşları 2002]

7.4.3.2 Sahada aktif karbon adsorpsiyonu ve geri kazanımı

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.10.6.2. Solventlerle yüklenen çıkış gazı, genellikle birkaç paralel bağlı tank olarak kurulan adsorbe edicilerden akar. Tanklar aktif karbonla doldurulur. Adsorbe edici doygunluğa ulaştığında atık gaz bitişik adsorbere yönlendirilir. Rejenerasyon için, adsorbe edilen solventler, buhar beslemesi tarafından başlatılan sıcaklıktaki bir artış nedeniyle ilk olarak desorbe edilir. Oluşan su-çözücü karışımı daha sonra yoğunlaştırılır ve faz ayrımı ile ayrılır. Temizlenen gazda < 50 mg/m3 maksimum emisyon konsantrasyonlarına ulaşılır (ayrıca bkz. Bölüm 7.3.2.2).

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 036, 156 ve 163 no.lu tesisler

Referans literatür

[6, DFIU ve arkadaşları 2002] [155, TWG 2016]

7.4.3.3 Rejeneratif ısıl oksidasyon (RTO)

Bölüm 17.10.5.4'te genel bir tanımlama yapılmıştır.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 156 no.lu tesis.

8 TEKSTİL, FOLYO VE KAĞIT KAPLAMA

8.1 Tekstil, folyo ve kağıt kaplama hakkında genel bilgiler

[161, TWG 2015] [163, Kovacevic ve arkadaşları 2010] [164, Singha 2012] [165, EURATEX 2018]

Bu bölüm, farklı son kullanımlar ve benzer uygulama teknikleri ile çeşitli alt tabakaların (tekstil, folyo, kağıt) kaplanması sektörünü kapsamaktadır.

Kaplama ve laminasyon, teknik tekstillere değer katmak için giderek daha önemli teknikler haline gelmektedir. Kaplama ve laminasyon, tekstillerin fonksiyonel performans özelliklerini geliştirmekte ve genişletmekte olup tekstil uygulamaları teknik açıdan daha çeşitli hale geldikçe bu tekniklerin kullanımı hızla artmaktadır.

Tekstil ve konfeksiyon üretimi, AB bölgelerinde yerel ekonominin temel direğidir. Tek bir federasyon, 1,66 milyon işçi çalıştıran, 162 milyar Avro ciroya sahip yaklaşık 174.000 şirketi temsil etmektedir. AB, 2017 yılında küresel satışlarda sırasıyla %22 ve %25'i ile dünya genelinde ikinci tekstil ve giyim ihracatçısı konumundadır. [165, EURATEX 2018].

Avrupa'da IED Ek I 6.7 eşiğinin üzerindeki toplam tekstil, folyo ve kağıt kaplama tesisi sayısının 25'ten fazla olduğu tahmin edilmektedir.[161, TWG 2015].

8.2 Uygulanan prosesler ve teknikler

8.2.1 Poliüretan (PU) kaplama

[163, Kovacevic ve arkadaşları 2010] [164, Singha 2012]

Kaplama, kumaşın bir veya her iki yüzeyine doğrudan polimerik bir tabakanın uygulandığı bir işlemdir. Polimer kaplama tekstile yapışmalıdır ve bir bıçak veya benzeri bir cihazla viskoz polimerin kalınlığını kontrol edilir. Kaplanmış kumaş ısıtılır ve polimer kürlenir (polimerize edilir). Kalın bir kaplamanın gerekli olduğu durumlarda, bu, art arda kaplama katmanları, katman katman uygulanarak oluşturulabilir.

Polimerlerin seçimi, bitmiş üründe istenen özellikleri elde etmek için çok önemlidir ve kaplama bileşimi, bitmiş ürünün uygulamasına göre belirlenir.

Kaplama, temel polimer ve katkı maddelerinden oluşur. Bazik polimerin seçiminde özellikler şunlardır: termoplastiklik, kaynaklanabilirlik, sıvı geçirimsizlik, polimerlerin mekanik özellikleri, film oluşturma olasılığı, sertlik, iyi yapışma, aşınma direnci, ısı, su ve hava geçirgenliği, solventlere karşı direnç ve hidroliz, UV radyasyonuna direnç, erime noktası vb.

Temel polimer çoğunlukla, güçlü ve sert veya yumuşak ve elastik olabilen poliüretandır. Poliüretanlar çok dayanıklı plastik malzemeler grubuna aittir. Poliüretanın ana özelliği, geniş kapsamlı uygulamasıdır. Tekstil, deri, çözelti halinde, dispersiyon halinde, düşük solvent içerikli veya solventsiz, granül veya toz olarak kaplamak için kullanılabilir. Polimer yapıları değiştirilerek yumuşaklık veya sertlik elde edilebilir.

Poliüretan, kumaşa iyi düzeyde yapışır, iyi bir yıkama ve temizleme direncine, düşük sıcaklıklarda iyi dayanıklılığa, iyi viskoziteye ve aşınma direncine sahiptir ve yumuşatıcı olmadan kullanılması mümkündür. Aynı zamanda hoş ve yumuşak bir dokunuşa, düşük özgül kütleye ve sıvı ve katı yağlara karşı dirence sahiptir. Poliüretan, tekstil malzemelerini şu yöntemlerle daha ileri düzeyde kaplamak için kullanılabilir:

- izosiyanat çapraz bağlantılı iki bileşenli poliüretan olarak;
- kimyasal reaksiyonlara sahip tek bileşenli aromatik veya alifatik poliüretanlar olarak;
- Tek bileşenli, suda dağılma sağlayan ve çevre dostu bir ürün olarak;
- Her kaplama pasajında daha büyük miktarlarda olası kaplamaya sahip katı bir ürün olarak.

Poliüretan kaplama karışımının hazırlanmasında kullanılan organik solventlerin CMR olarak nitelendirilmesi özel bir çevresel öneme sahiptir. Tipik bir örnek, tehlikeli maddelerin uyumlaştırılmış sınıflandırmasına ve etiketlemesine göre aşağıdaki tehlike beyanı kodlarını taşıyan DMF'nin (N,N-dimetilformamid, CAS numarası 68-12-2) kullanımıdır: H360D, H332, H312, H319.

8.2.1.1 Kaplama yöntemleri

[164, Singha 2012] [166, FEDUSTRIA 2016] [167, FEDUSTRIA 2016]

[168, Birleşik Krallık 2016]

Nihai ürünün gereksinimlerine bağlı olarak tekstil malzemesine kaplama uygulaması için çeşitli proseslerden yararlanılmaktadır. En sık kullanılanlar şunlardır:

- **Doğrudan kaplama:** Kumaş, düzgün bir yüzey oluşturmak için düz olarak gerilir ve sabit bir rakle bıçağı altında taşınır. Poliüretanın doğrudan kaplama işlemi, bir tekstil substratı üzerine çoklu kaplama tabakalarının uygulanmasını içerir. Her kaplama adımını, solventi (DMF gibi) çıkarmak için bir kurutma ünitesinden bir geçiş aşaması takip eder. Belirtilen kaplama polimer türüne bağlı olarak, DMF'nin yanı sıra MEK (metil etil keton) veya toluen de dahil olmak üzere bir dizi solvent söz konusudur. En az bir kez, aksi takdirde üründe kalan artık DMF miktarını azaltmak için özel kaplanmış

kumaş tekrar kurutucudan geçirilebilir. DMF bir CMR maddesi olduğundan, ilgili izinde belirlenmiş lan sınırları karşılamak için yüksek bir toplama ve imha standardı gereklidir (ayrıca bkz. Bölüm 8.2.1.1.1).

- **Köpürtülmüş ve ezilmiş köpük kaplama:** Bu, polimerin dokuma kumaşlara ve örme kumaşlara ve ayrıca eğrilmiş ipliklerden üretilen kumaşlara veya genellikle doğrudan kaplanamayan genel bir açık yapıya sahip kumaşlara uygulanması için kullanılabilir.

- **Aktarmalı kaplama**: Aktarmalı kaplamanın temel işleyiş prensibi, önce bir film oluşturmak için polimeri serbest bırakma kağıdına yaymak ve daha sonra bu filmi kumaşa lamine etmektir. Serbest bırakma kağıdı üzerine birden fazla kaplama katmanı uygulanır ve bir poliüretan (PU) yapışkan katman aracılığıyla bir tekstil alt katmanına aktarılır. Her kaplama adımını, çözücüyü (DMF gibi) çıkarmak için bir kurutucudan bir geçiş takip eder. Yapışkan tabakanın kurumasından sonra, kağıt kaplamadan ayrılır (ayrıca bkz. Bölüm 8.2.1.1.2).

- **Isıl eritmeli ekstrüzyon kaplama**: Bu yöntem, malzemenin granüllerinin hareketli ısıtılmış silindirler arasındaki kıskaç içine beslenmesi ile uygulanan poliüretan, poliolefinler ve polivinil klorür (PVC) gibi termoplastik polimerler için kullanılır.

- **Kalender kaplama:** Kalenderler, esas olarak, birleştirilmiş polimer "hamurdan" desteksiz PVC ve kauçuk filmleri üretmek için kullanılır.

- **Döner elek kaplama:** Bir bileşiğin bir kumaşa silindirik bir elek içinden zorlanarak uygulanmasıdır; esas olarak tekstil baskı için kullanılır.

8.2.1.1.1 Doğrudan kaplama

[167, FEDUSTRIA 2016] [168, Birleşik Krallık 2016]

Hava tahliyesiyle donatılmış ayrı karıştırma kabinlerinde, sağlanan poliüretan, kimyasal yardımcı maddeler ve viskozite ayarı için gerekli olan organik solvent, teknik şartnameye göre karıştırılır. Çıkarılan hava ısıl oksitleyiciye yönlendirilir.

Kaplama makineleri, üç ayrı muhafazalı ayrı kaplama başlığından ve ekstraksiyonlu ısıl yağla ısıtılan uygun kurutuculardan oluşur. Bireysel sıyırma bıçakları kaplama ağırlığını kontrol eder.

Makinenin gözle görülür açık alanları, sıvı kaplama uygulanmadan önceki ağ girişi ve kurutucudan sonraki ağ çıkışıdır. Her bir kaplama kafasında kaplama karışım(lar)ını içeren tamburlar uygun kaplama istasyonunda bulunur.

Poliüretan doğrudan kaplama işlemi, doğrudan belirli bir tekstil kumaş substratı üzerine kaplamayı içerir. Bu, ek katlar ve/veya kaplama ağırlığı için gerektiği gibi ek makine geçişleri ile sırayla monte edilen üç kaplama kafasına kadar tek bir makine geçişini içerebilir. Bunların her biri, kaplama makinelerinden geçerek, kaplayıcıya solvent ekler, ardından kurutucu içinde buharlaşır. Gerekirse, nihai ürünün yüksek kaynama noktalı solventleri (örneğin toluen ve DMF) içeriğini azaltmak için ürün, bir kurutucu gibi çalışan kaplayıcı-kurutucudan geçirilebilir.

Solvent yüklü egzoz havası, karıştırma kabinlerinden, kaplama makinesinin açık kaplama alanından ve kurutuculardan bir RTO'ya (rejeneratif termal oksitleyici) yönlendirilir. İlgili çözücüler genellikle ağırlıklı olarak MEK, izopropil alkol (IPA), toluen, DMF ve SBP 60/95'tir (hafif hidro-işlenmiş nafta). DMF hakkında daha fazla bilgi ECHA web sitesinde mevcuttur[30].

Avrupa'daki tesislerin sayısının 10'dan fazla olduğu tahmin edilmekte olup bunlardan üçü Belçika'da koruyucu giysiler, teknik tekstiller, branda gibi otomotivle ilgili tekstiller üretmektedir.

8.2.1.1.2 Aktarmalı kaplama

[167, FEDUSTRIA 2016] [168, Birleşik Krallık 2016]

Hava tahliyesi ile donatılmış kabinlerde, sağlanan poliüretan ve solvent karışımı (yani DMF), viskoziteyi ayarlamak için daha fazla DMF kullanılarak varillerde seyreltilir. Çıkarılan hava, termal oksitleyici veya yıkayıcı-damıtma sütununa gider. İkinci durumda, çözücüler geri kazanılır.

Kaplama makineleri, özütlemeli, gazla çalışan kaplayıcı-kurutuculardır. Bir doktor bıçağı, kaplama kalınlığını kontrol eder.

Makinenin gözle görülür açık alanları, sıvı kaplama uygulanmadan önceki ağ girişi ve kurutucudan sonraki ağ çıkışıdır. Kaplama karışımını içeren kapalı tambur, kaplama hattının yanında durur ve kaplama karışımı, kaplama ünitesine pompalanır.

Aktarmalı kaplama daha çok elastik kumaşlara uygulanır, poliüretan kaplama dolaylıdır. Kaplama, bir ayırma kağıdı üzerine birden fazla kat halinde yapılır, daha sonra poliüretan/DMF karışımı kullanılarak alt tabakaya yapıştırılır ve son olarak aktarma kağıdı çıkarılır. Kaplama makinelerinden geçen bunların her biri, kaplayıcıya DMF ekler, ardından DMF'yi kurutucuda uzaklaştırır. Gerekirse, nihai ürünün DMF içeriğini azaltmak için ürün, tıpkı bir kurutucu gibi çalışan kaplayıcı-kurutucudan geçirilebilir.

DMF içeren hava, aşağıdakilerden bir termal oksitleyiciye veya damıtma ünitesine gider: seyreltme kabinleri, makinenin açık kaplama alanı, kağıt üzerine sıvı kaplamanın uygulandığı alan ve kurutucular.

Belçika'da ağırlıklı olarak tıbbi tekstiller, koruyucu giysiler, yatak örtüleri, suni deri vb. üreten DMF kullanarak aktarmalı kaplama uygulayan dört tesis bulunmaktadır.

[30] http://echa.europa.eu/documents/10162/13640/axiv_5th_recommendation_dmf_rcom_en.pdf

8.3 PU ve PVC kaplamada mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

[155, TWG 2016]

8'i tekstil kaplama tesisi (dokuma ve dokusuz, triko), biri kağıt ve folyo kaplama tesisi ve biri kağıt, plastik ve diğer substratlar kaplama tesisi olmak üzere 10 tesise ait veriler sunulmuştur.

Tablo 8.1: Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasıyla ilgili veri gönderen tesislerin listesi

Tesis numarası	Substrat	Kaplama yöntemi
134	Dokuma tekstil polyester	PVC doğrudan kaplama, ardından vernik, PU kaplama yok
135	Tekstil dokuma olmayan örme	Transfer kağıdı kullanarak aktarmalı kaplama
136	Tekstil	Hem doğrudan hem de aktarmalı kaplama
137	Folyo ve kağıt laminatlar, metalize kağıt ve saf kağıt	Dolaylı
138	Tekstil	PU hattı ve PVC hattı
139	Kağıt, plastik ve diğer	doğrudan
140	örme tekstil	Dolaylı - kaplama hattı + laminasyon hattı
151	dokuma tekstil	doğrudan
166	Triko	Solvent bazlı PU ile triko transfer kaplaması
171	Konveyör ve proses kayışlarının üretimi için dokuma tekstil	4 doğrudan kaplama hattı + PU'lu 2 kalender

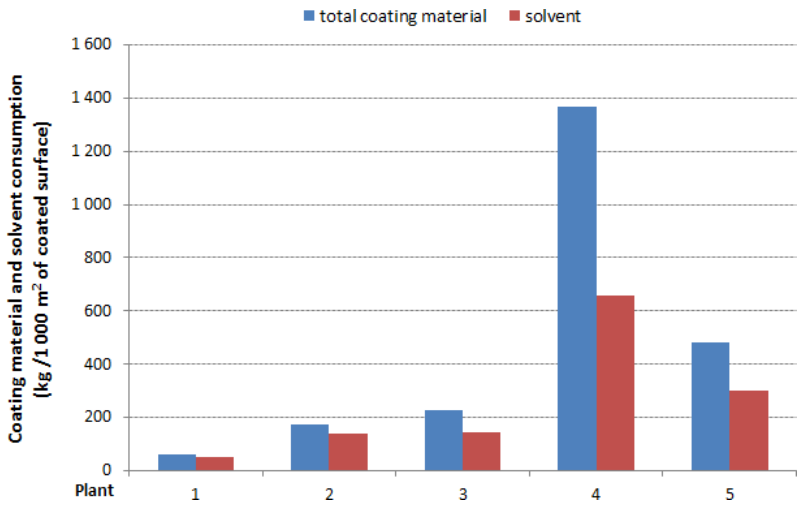
Kaynak: [155, TWG 2016]

8.3.1 Tüketim

[155, TWG 2016]

8.3.1.1 Kaplama malzemesi ve solvent tüketimi

Tekstil kaplama tesislerindeki toplam malzeme (kaplama yapıştırıcısı ve temizlik malzemeleri dahil) ve solvent tüketimine ilişkin mevcut veriler Şekil 8.1'de sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 8.1: 2013-2015 dönemi için toplam malzeme (kaplama yapıştırıcısı ve temizlik malzemeleri dahil) ve solvent tüketimi (1000 m2 kaplanmış yüzey başına) ortalama değerleri

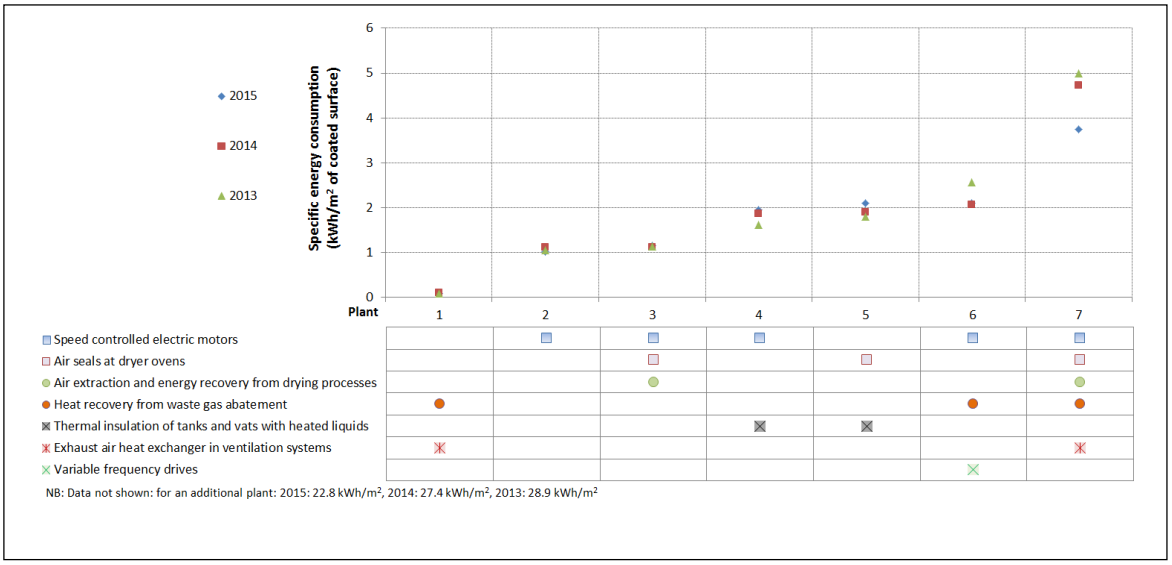
Kağıt kaplama için, kaplama malzemesi ve solvent tüketimi, 3 yıllık referans döneminin (2013-2015) ortalamaları olarak sırasıyla 1,1-1,5 kg/1000 m2 ve 0,8-1,1 kg/1000 m2 düzeyindedir.

8.3.1.1.1. Dimetilformamid (DMF) tüketimi

DMF kullanımı için bildirilen rakamlar, DMF'nin prosese, malzemelere ve nihai ürün özelliklerine bağlı olarak %15 ila %98 arasında değişen solvent girdisinin bir yüzde payını temsil ettiğini göstermektedir.

8.3.1.2 Enerji tüketimi

Tekstil kaplaması için spesifik enerji tüketimi için rapor edilen rakamlar, prosese ve alt tabakaya bağlı olarak 1 kWs/m2 ile 29 kWs/m2 arasında değişmektedir. Kağıt ve/veya folyo kaplama için spesifik enerji tüketim değerleri 0,1-2,6 kWs/m2 aralığındadır.



Şekil 8.2: 2013-2015 dönemi için kaplanmış yüzeyin m2 başına kWs olarak ifade edilen spesifik enerji tüketimi

8.3.2 Emisyonlar

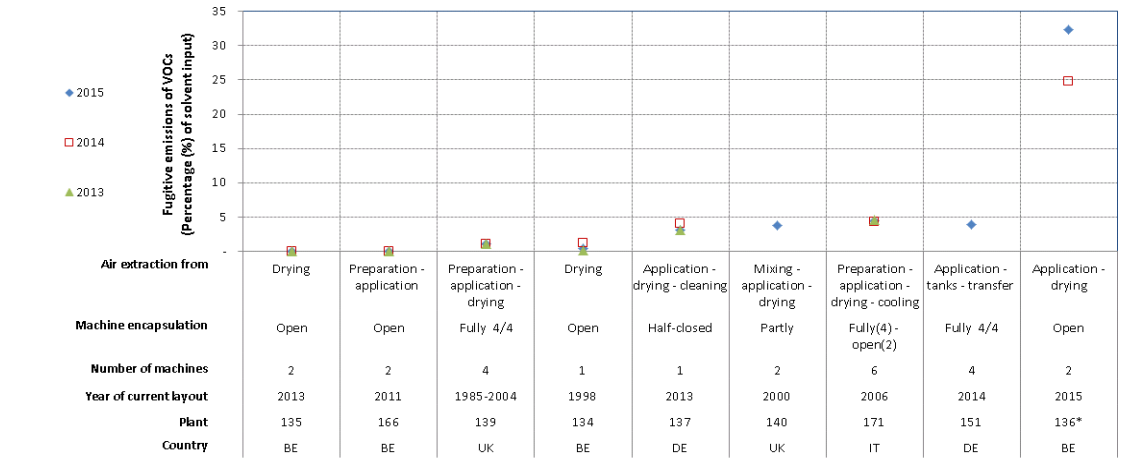
[155, TWG 2016]

8.3.2.1 Kaçak ve toplam VOC emisyonları

Genel olarak, kaplama prosesleri hava ekstraksiyonu ve ardından adsorpsiyon ve/veya rejeneratif termal oksidasyon yoluyla muamele edilerek iyi bir şekilde çevrelenir. Sonuç olarak, sunulan veriler, kaçak emisyonların biri hariç tüm durumlarda solvent girdisinin %5'inin altında tutulduğunu göstermektedir (bkz. Şekil 8.3). Sadece bir kurulum için yüksek değer, esas olarak ısıl işleme kütle akışının hesaplanmasındaki belirsizlikle ilgilidir.

VOC'lerin toplam ve kaçak emisyonlarının sınırlandırılmasıyla ilgili olarak bildirilen başlıca teknikler şunlardır:

- temizleme alanlarından hava tahliyesi (pompalar ve sıyırma bıçakları);
- bir rotor yoğunlaştırıcısı ile düşük konsantrasyonlu çıkış gazlarının VOC konsantrasyonunun arttırılması ve konsantre çıkış gazlarının bir RTO ile arıtılması;
- Tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde depolanması ve planlanmamış salınımların önlenmesine yönelik önlemler;
- Tehlikeli maddelerin taşınması ve kullanılması;
- Kurutma işlemlerinden hava ekstraksiyonu ve müteakip arıtma;
- soğutma bölgesinden havanın çıkarılması ve ardından arıtma uygulanması;
- Yığın depolama tanklarından, benzen tanklarından ve damıtma tesisinden tank solunumunun havanın çıkarılması; çıkarılan hava, çıkış gazı arıtımına iletilir;
- Karıştırma tanklarından ve genel olarak karıştırma alanından hava ekstraksiyonu ve damıtma kalıntısı için kap, çıkış gazı arıtımı için yürütülür;
- temizlik malzemeleri (bezler vb.) kabından havanın çıkarılması ve ardından işlem uygulanması;
- hava tahliyeli kapalı uygulama bölgeleri;
- Üretim salonunun (bina) düşük basınç ve hava tahliyesi ve arıtılmasının bakımı;
- su bazlı kaplamaların kullanımı;
- Hem rulo hem de parça temizliği için alkali bazlı çamaşır makinelerinin kullanılması.



* For #136, it was reported that F percentage is in reality below 20%, but there are not enough data to calculate in correct way due to uncertain mass flow to after burner.

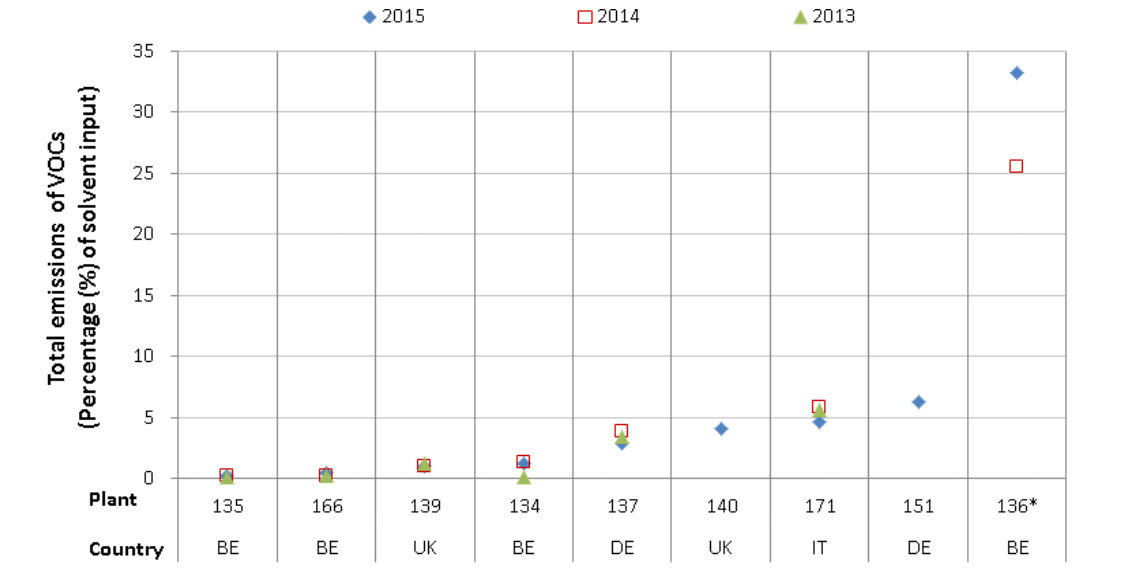
NOT:

Makine kapsülleme - Açık: açık üretim salonunda; Tamamen: tamamen kapalı; Kısmen: Kısmen kapalı.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 8.3: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen VOC kaçak emisyonları

Prosesin uygun şekilde kapatılması, solventle ilgili proseslerden hava ekstraksiyonu ve müteakip arıtma sonucunda, toplam VOC emisyonları (Şekil 8.4'te sunulmuştur) kaçak olanlardan sadece biraz daha yüksektir. Yalnızca bir istisna dışında, bildirilen tüm yüzde değerleri %6'nın altındadır.



* For #136, it was reported that F percentage is in reality below 20%, but there are not enough data to calculate in correct way due to uncertain mass flow to after burner.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 8.4: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

8.3.2.2 Atık gazlardaki TVOC emisyonları

Atık gazlardaki TVOC emisyonlarının mg C/Nm3 olarak bildirilen değerleri Şekil 8.5'te sunulmuştur. Bu şekilde kullanılan kısaltmalar Tablo 8.2'de açıklanmıştır.

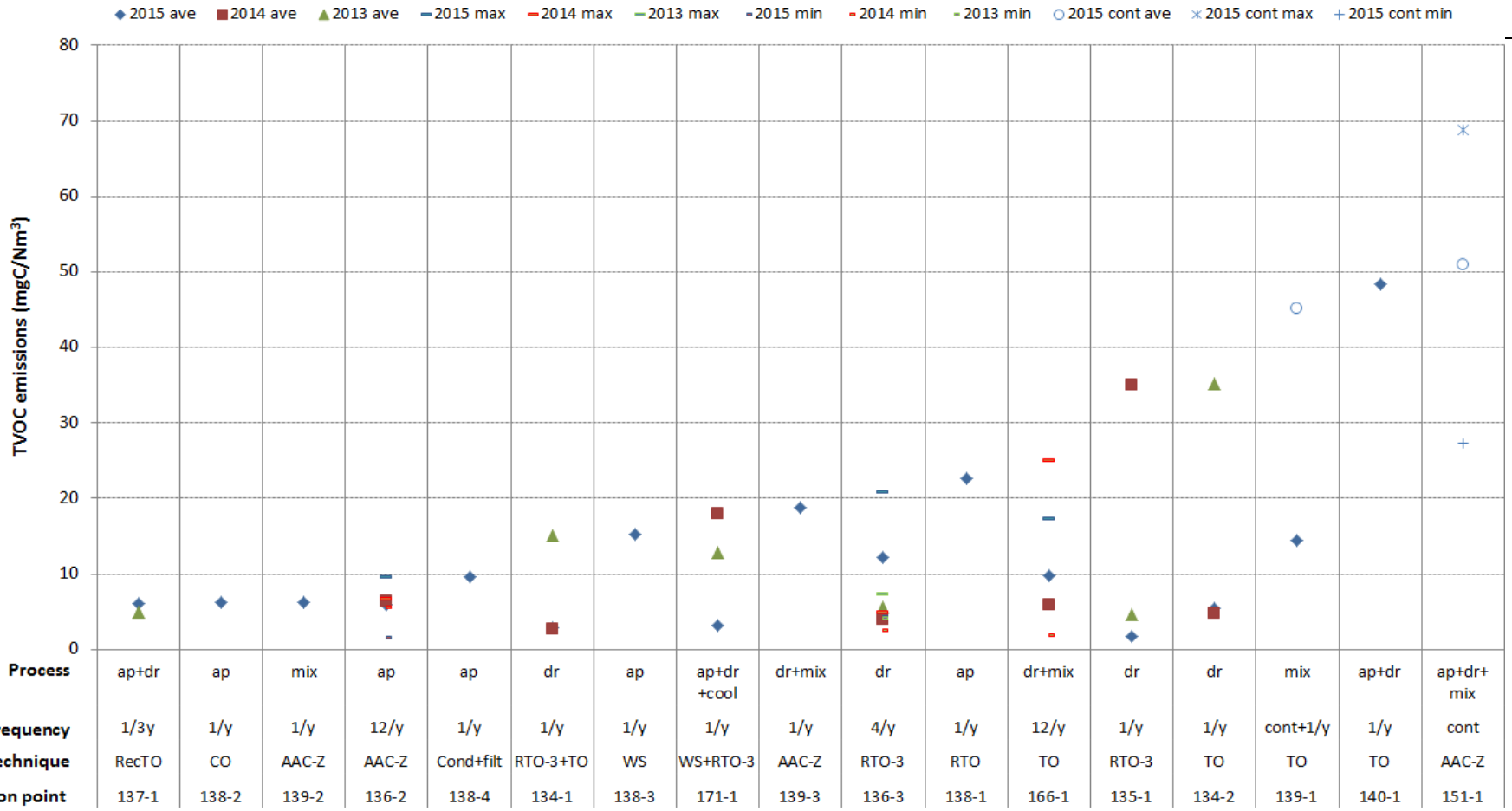
TVOC emisyonlarının sürekli izlenmesiyle ilgili olarak sadece iki değer bildirilmiştir. Periyodik izleme için, izleme sıklığı ayda bir ila 3 yılda bir arasında değişmektdir.

Genel olarak, bildirilen maksimum değerlerin çoğu 25 mg C/Nm3'ün altındadır.

Tablo 8.2: Proses türü için kullanılan kısaltmaların açıklaması

İlgili Terim	Tanımı
Ap	Uygulama
Dr	Kurutma
Karıştırma	Karıştırma işlemi ve alan ekstraksiyonu
Soğutma	Soğutma alanından çıkarma

Bölüm 8



Process	ap+dr	ap	mix	ap	ap	dr	ap	ap+dr +cool	dr+mix	dr	ap	dr+mix	dr	dr	mix	ap+dr	ap+dr+ mix
Monitoring frequency	1/3y	1/y	1/y	12/y	1/y	1/y	1/y	1/y	1/y	4/y	1/y	12/y	1/y	1/y	cont+1/y	1/y	cont
Technique	RecTO	CO	AAC-Z	AAC-Z	Cond+filt	RTO-3+TO	WS	WS+RTO-3	AAC-Z	RTO-3	RTO	TO	RTO-3	TO	TO	TO	AAC-Z
Plant-emission point	137-1	138-2	139-2	136-2	138-4	134-1	138-3	171-1	139-3	136-3	138-1	166-1	135-1	134-2	139-1	140-1	151-1

NB: #136-2: data for 2016 instead of 2014 / #136-3, #134-1 and #134-2: data for 2016 instead of 2013

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 8.5: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları

2013-2015 referans dönemiyle ilgili olarak atık gazlarda TVOC emisyonlarının izlenmesi için bildirilen verilerin temel istatistiksel parametreleri Tablo 8.3'te sunulmaktadır.

Tablo 8.3: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesiyle ilgili olarak bildirilen verilerin istatistiksel parametreleri

Uygulanan teknik	2015				2014				2013			
	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.
		mg C/Nm^3				mg C/Nm^3				mg C/Nm^3		
TO	4	19.5	48.4	5.5	2	5.4	6.0	4.8	1	35.2	NA	NA
RecTO	1	6.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	5.0	NA	NA
RTO	1	22.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RTO-3	2	6.9	12.1	1.7	2	19.5	35.1	4.0	2	5.2	5.6	4.7
RTO-3+ TO	1	2.9	NA	NA	1	2.7	NA	NA	1	15.1	NA	NA
WS+ RTO-3	1	3.1	NA	NA	1	17.9	NA	NA	1	12.9	NA	NA
WS	1	15.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CO	1	6.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AAC-Z	4	20.5	51.0	5.9	1	6.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cond+filt	1	9.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NOT:

NA: Uygulaması yok /mevcut değil.

Kaynak: [155, TWG 2016]

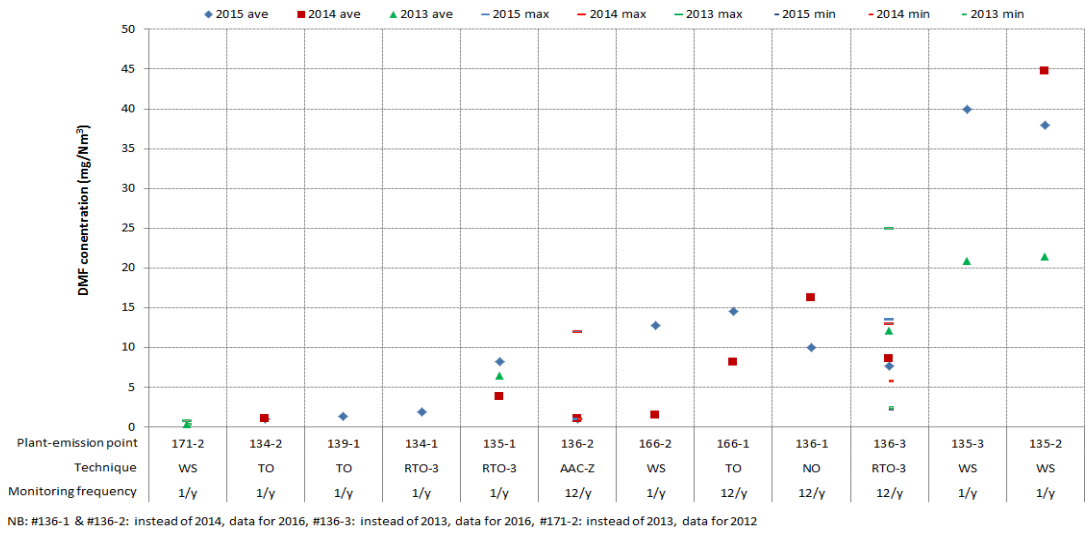
8.3.2.3 Atık gazlardaki DMF emisyonları

[155, TWG 2016] [212, TWG 2018] [220, Belçika 2018]

Atık gazlardaki DMF emisyonları için rapor edilen değerler Şekil 8.6'da sunulmaktadır.

Sunulan verilerin ve bağlamsal bilgilerin analizinden aşağıdaki hususlar dikkate alınabilir:

- DMF emisyonlarına ait yüksek değerler, 2015'ten beri bölgesel yetkili makam tarafından öngörülen yeni bir izleme standardının (aşağıdaki paragrafa bakınız) uygulandığı Belçika'nın Flanders kentindeki tesislerde ölçülmektedir;
- İzleme standardının farklı yorumlanmasının yanı sıra çeşitli ülkelerde farklı izleme sıklıkları geçerlidir.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 8.6: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki DMF emisyonları

Bildirilen DMF emisyon değerleri ve DMF izlemeyle ilgili bağlamsal bilgiler Tablo 8.4'te sunulmaktadır.

Tablo 8.4: DMF emisyon değerleri ve DMF izlemeyle ilgili bağlamsal bilgiler

Tesis - Emisyon noktası	İlgili proses	Uygulana teknik	İzleme yöntemi	İzleme sıklığı	DMF konsantrasyonu (mg/Nm3) - Periyodik izleme								
					2015			2014			2013		
					Ort.	Maks	Min.	Ort.	Maks	Min.	Ort.	Maks.	Min.
171-2	Kaplama hattı uygulama alanı, fırınlar, soğutma alanı)	WS	Dahili yöntem 065:2010 Rev.0	1/yıl	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.4	0.8	0.4
134-2	Kurutucu fırının vernik ünitesi	TO	LUC/IV/ 010	1/yıl	1	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	NA
139-1	Tüm proses emisyonları (solvent bazlı)	TO	TGN M22	1/yıl	1.4	2	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
134-1	Kurutucu fırınları doğrudan kaplama	RTO-3	LUC/IV/ 010	1/yıl	1.93	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
135-1	Kurutucu fırınları aktarmalı kaplama	RTO-3	NI	1/yıl	8.18	NA	NA	3.77	NA	NA	6.46	NA	NA
136-2	Ekstraksiyon uygulama alanı	AAC-Z	LUC/IV/ 010	12/yıl	1	1	1	1	12	1	NA	NA	NA
166-2	2x2 fırınlar	WS	LUC/IV/ 010	1/yıl	12.8	NA	NA	1.5	NA	NA	NA	NA	NA
166-1	2x1 fırınlar / üretim odası ve mutfak havası	TO	LUC/IV/ 010	12/yıl	14.6	NA	NA	8.13	NA	NA	NA	NA	NA
136-1	Macun hazırlama ve karıştırma	NO	LUC/IV/ 010	12/yıl	10	NA	NA	16.2	NA	NA	NA	NA	NA
136-3	Fırınlar, aktarmalı kaplama ve direkt kaplama	RTO-3	LUC/IV/ 010	12/yıl	7.63	13.6	2.28	8.61	13	5.73	12.1	25	2.5
135-3	Yaş yıkayıcı 2	WS	NI	1/yıl	40	NA	NA	0	NA	NA	20.9	NA	NA
135-2	Yaş yıkayıcı 1	WS	NI	1/yıl	38	NA	NA	44.7	NA	NA	21.4	NA	NA

NOT:

NA: Uygulaması yok / mevcut değil.

NI: (Bağlamsal) bilgi verilmemiştir.

DMF için Flaman ölçüm yöntemi

DMF (LUC/IV/010) için Flaman ölçüm yöntemi, Avrupa TS 13649'a dayanmaktadır, ancak yoğunlaşma riskini daha da detaylandırmaktadır. TS 13649, yoğuşma riski olması durumunda (yani, "su veya solvent konsantrasyonu yoğuşma riskine neden olacak kadar yüksek olduğunda"), seyreltme veya yoğuşma kapanı kullanılması gerektiğini belirtir. DMF durumunda, sudaki yüksek çözünürlüğü nedeniyle, su veya solvent konsantrasyonu, yoğuşma riskine neden olacak kadar yüksektir. Belçika'daki kurulumlardan alınan ek izleme verileri, bileşeni yeterince yakalamak için seyreltme veya yoğuşma kapanı gerekli olabileceğini göstermektedir. Flaman ölçüm yöntemi (LUC_IV_010) su içeriği için özel kriterler belirler; Bu kriterlerin aşılması durumunda her iki yöntemden birinin (seyreltme veya kondensat kapanı) kullanılması gerekir[31].

Flaman çevre denetim kurumunun talebi üzerine gerçekleştirilen ve her iki yöntemin de kullanıldığı (seyreltmeye dayalı veya kondensat kapanına dayalı) bir teknik testin sonuçlarına ilişkin bilgiler, sonuçların karşılaştırılabilir seviyelerde olduğunu göstermiştir. Kondensat kapanı yöntemi için toplam DMF emisyonu, ilgili kısmi numunelerde (karboksen kapanı ve kondensat kapanı olmak üzere) mevcut konsantrasyonların toplamıdır.

[z31] DMF'nin sudaki çözünürlüğü nedeniyle, aşağıdaki kriterler karşılanmadığında, soğutulmuş bir yıkama şişesinde ya seyreltme ya da suyun yoğuşma yoluyla uzaklaştırılması zorunludur: [Çiğ çıkış gazı < T ortamı – 2 °C] ve [$T_{çiğ}$ çıkış gazı < 18 °C].

Belçika'dan son DMF izleme kampanyaları hakkında ek bilgiler (anonimleştirilmiş veriler), kondensat fazında bulunabilecek DMF payının toplam DMF konsantrasyonunun ortalama %68'i olduğunu ve münferit ölçümler içinse toplam değerin %99'u kadar yüksek olabileceğini göstermektedir [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 85 No.lu BE görüşü].

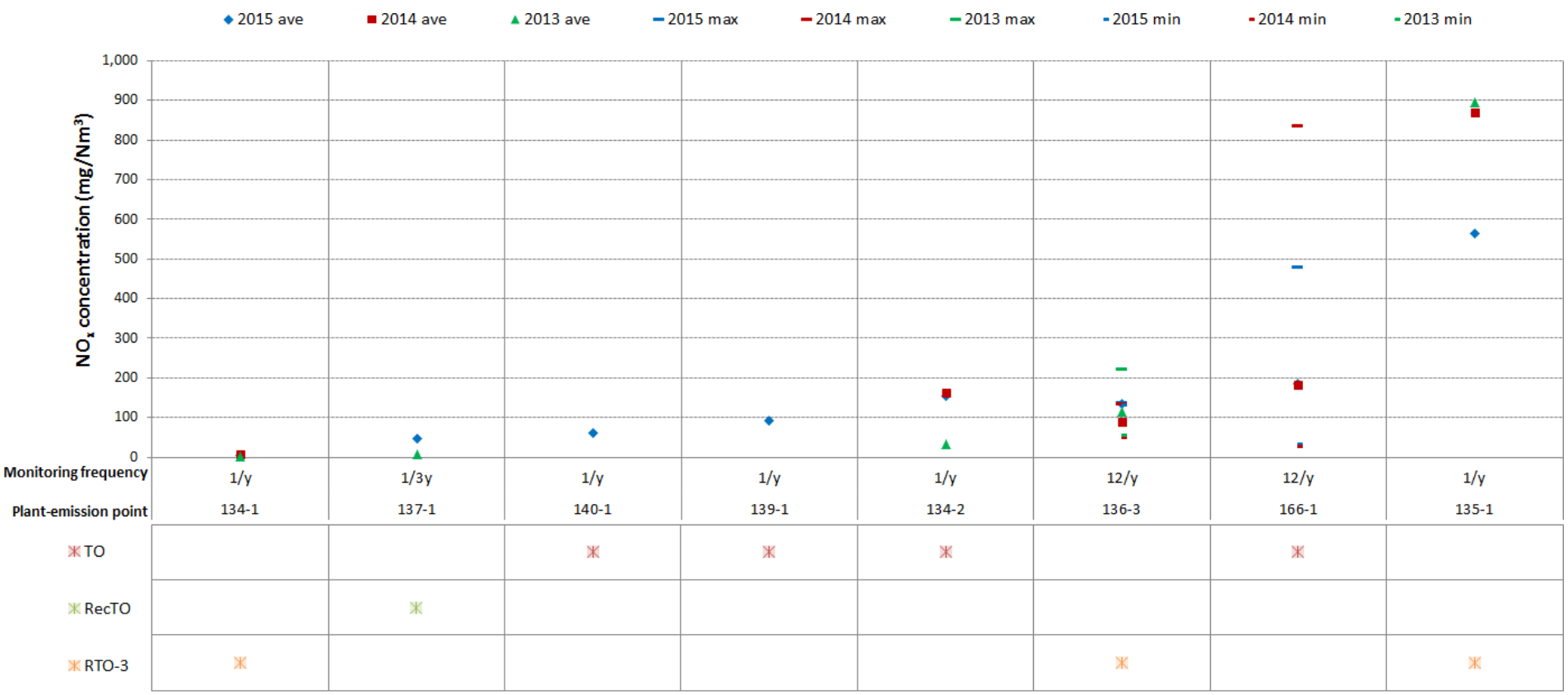
8.3.2.4 Atık gazlardaki NO_x ve CO emisyonları

Azot oksitler (NOX) ve karbon monoksit (CO) emisyonları, çıkış gazlarının termal oksidasyonundan kaynaklanır. Ek olarak, nitrojen içeren solventler (örn. DMF) kullanıldığında, kimyasal NOX üretimi nedeniyle NOX seviyesi yükselebilir.

Atık gazlardaki NOX ve CO emisyonları için sekiz izleme noktasına (yedi fabrika) ait veriler, izleme sıklıklarının ayda bir ile 3 yılda bir arasında değiştiğini göstermektedir.

Atık gazlardaki NOX ve CO emisyonlarının periyodik olarak izlenmesiyle ilgili olarak bildirilen değerler Şekil 8.7 ve Şekil 8.8'de sunulmaktadır.

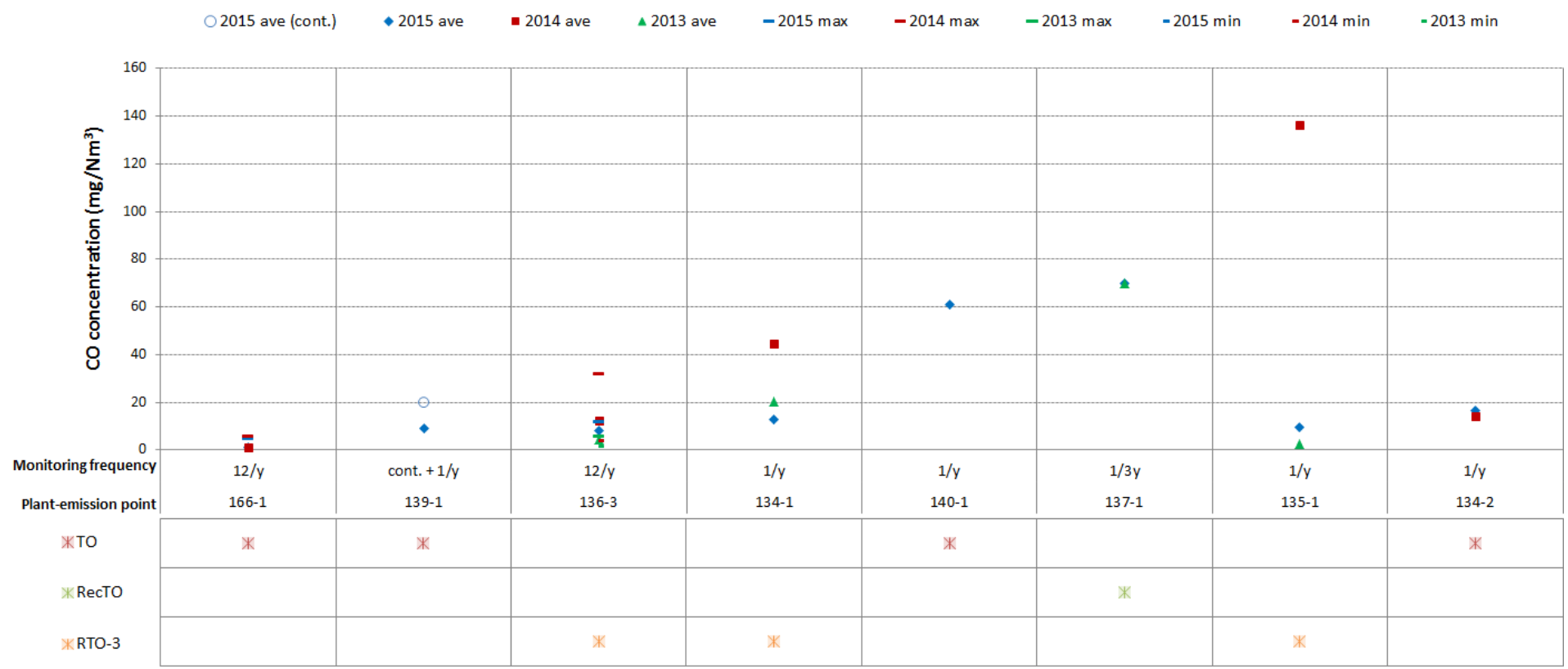
2012-2017 dönemini kapsayan Belçika'dan beş tesis için ek anonimleştirilmiş veriler (93 veri seti), maksimum NOX seviyesinin 837 mg/Nm3 ve ortalama olarak 157 mg/Nm3 olduğunu göstermektedir. CO ile ilgili olarak, Belçika'dan 2012-2017 dönemini kapsayan beş tesis için bildirilen 30 veri kümesi, maksimum 16 mg/Nm3 CO seviyesini ve ortalama 7 mg/Nm3'ü göstermektedir. [220, Belçika 2018].



NB: #136-3 data for 2016 instead of 2013. Monitoring frequency is 2/y for 2015, 4/y for 2014 and 12/y for 2016 (shown as 2013 in graph) / #134-1 and #134-2, data for 2016 instead of 2013.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 8.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları (periyodik izleme)



NB: #136-3 data for 2016 instead of 2013. Monitoring frequency is 2/y for 2015, 4/y for 2014 and 12/y for 2016 (shown as 2013 in graph) / #134-1 and #134-2, data for 2016 instead of 2013.
Data not shown for #134-2: 831 mg/Nm³

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 8.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları (periyodik izleme)

8.4 Tekstil, folyo ve kağıt kaplama için MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

Bölüm 17'de, tekstil, folyo ve kağıt kaplamada uygulanabilecek teknikler değerlendirilmiştir. Tablo 8.5'te, Bölüm 17'de açıklanan tekstil, folyo ve kağıt kaplama ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmayacaktır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Diğer kaplama sektörlerine ilişkin EGTEI arka plan belgesi (bkz. Ek 21.3.1), Avrupa düzeyinde VOC emisyonlarını azaltmaya yönelik belirli tekniklerin maliyetleri ve faydaları hakkında bazı veriler sunmaktadır. Ancak, EGTEI yaklaşımının zorunlu olarak karmaşıklığını sınırlaması gerekir ve çapraz ortam etkileri gibi diğer MET faktörleri veya münferit kurulumların teknik özellikleri dikkate alınmadan yalnızca temel teknikler verilmiştir.

Tablo 8.5: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atıksu üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizlik teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve arıtma	17.10
Atıksu arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

8.4.1 Malzeme-bazlı teknikler

8.4.1.1 CMR maddelerinin ikame edilmesi

Genel bilgi için bkz. Bölüm 17.6.1.

Tanımı
Yüksek katı madde içerikli, ince parçacıklı poliüretan (PU) dispersiyonlar (%60'a kadar katı içerikli su bazlı), sentetik deri üretimi için poliüretan dispersiyonlar olarak kullanılabilir.

Teknik tanımlama
Bu işlem sırasında, köpük üretmek için su bazlı bir PU dispersiyonuna yoğun bir şekilde hava katılır. Köpükler, tutulan hava miktarına bağlı olarak çeşitli yoğunluklarda (200-800 g/l) üretilir. Köpüğe gerektiğinde stabilizatörler, koyulaştırıcılar, çapraz bağlama maddeleri ve pigmentler eklenir.
Elde edilen çevresel faydalar

- Genel olarak CMR, VOC maddeleri ve solventler kullanılmaz.
- Daha az miktarda suyun buharlaştırılması gerektiğinden daha az enerji ve su tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Şu an itibariyle bu teknik sadece suni deri üretimi için kullanılmaktadır. Elde edilen sentetik derinin özellikleri açısından, su bazlı formülasyonlar, sentetik deri üretimi için poliüretan dispersiyonlar olarak test edilmiş ancak ürünler mekanik ve kimyasal direnç gereksinimlerini karşılamamıştır.

Diğer tekstil türlerinin üretimi için yapılan testler, ürünlerin ilgili spesifikasyonları karşılamadığını göstermiştir: örneğin temizlik ve dezenfeksiyona karşı kimyasal direnç, termoplastik davranış.

Referans literatür

İkame destek portalı: http://www.subsport.eu/

8.4.1.2 Su-bazlı kaplamaların kullanılması

Genel bilgi için bkz. Bölüm 17.7.2.2.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 137 No.lu tesis.

8.4.2 Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması

Çıkış gazlarının ekstraksiyonu ve kaçak emisyonların en aza indirilmesi için uygulanmakta olan mevcut teknikler Bölüm 17.10.2'de değerlendirilmiştir.

Kaplama uygulama noktasından, fırın/kurutucudan, karıştırma odasından ve soğutma alanından havanın çıkarılması ve arıtılması yaygın olarak uygulanan yöntemlerdir.

Aşağıda sıralanan gazdan arındırma teknikleri yaygın olarak uygulanmaktadır:

- oksidasyon: yinelemeli, rejeneratif ve katalitik oksidasyon, bkz. Bölüm 17.10.5;
- aktif karbon veya zeolitler kullanılarak uygulanan adsorpsiyon, bkz. Bölüm 17.10.6.2;
- yaş yıkama, bkz. Bölüm 17.10.6.3;
- yoğuşturma, bkz. Bölüm 17.10.6.1.

Örnek tesisler

Bu teknikler yaygın olarak uygulanmaktadır. Bilgi sunan tüm tesisler, bu tekniklerden birini veya

9. SARGI TELİ İMALATI

[82, EGTEI 2005] [148, COM 2009] [155, TWG 2016] [173, EWWG 2017]

[212, TWG 2018]

9.1. Sargı teli endüstrisi hakkında genel bilgiler

Sargı tellerinin üretimi, solventler kullanılarak benzersiz bir yüzey işlemi türü içerir; bazı durumlarda iletken malzeme alüminyum, bakır kaplı alüminyum veya pirinç gibi farklı bir metal olabilse de, temel olarak bir bakır telin yüzeyine elektriksel yalıtım katmanlarının (emayeler) uygulanmasını içerir. Bu yalıtım katmanları, telin tüm ömrü boyunca yüksek ve uzun süreli bir dielektrik mukavemeti de dahil olmak üzere çeşitli fonksiyonel amaçlar için uygulanır. Yuvarlak tellerin yüzeyi ayrıca iyi bir sarma performansı ve telin düzgün bir şekilde döşenmesini sağlamak için iyi tanımlanmış bir yağlayıcı kaplamaya ihtiyaç duyar.

Tüm spesifik sargı teli bölümlerindeki tüm bilgilerin ve emisyon değerlerinin, baskın pazar payları nedeniyle bakır sargı telleri için verildiğine dikkat edilmelidir. Alüminyum tel imalatı durumunda, tüm spesifik emisyon limitleri ve ulaşılabilir emisyon rakamları, bakır ve alüminyumun spesifik ağırlıklarının oranına göre bir dönüştürme faktörü kullanılarak ürünün daha küçük spesifik ağırlığına göre uyarlanmalıdır.

Tablo 9.1, 1970 ile 2010 arasındaki dönemde Avrupa'da emaye tel üretimine ve organik çözücülerin ilişkili kullanımına ilişkin rakamları sunmaktadır.

Tablo 9.1: Emaye teller için Avrupa üretim rakamları ve 1970'den 2010'a kadar organik solventlerin ilişkili tüketimi

Yıl	Üretim (t)	Organik solvent tüketimi (t)	Spesifik organik solvent tüketimi (t/t)
1970	150 000	11 250	0.075
1990	286 000	20 020	0.070
2000	390 000	25 350	0.065
2006	420 000	21 000	0.050
2010	350 000	17 500	0.050
Kaynak: [173, EWWG 2017]			

ESIG[32]'e göre, 2009'da AB-27 için Avrupa'daki toplam hidrokarbon solvent tüketimi yaklaşık 2,3 milyon ton/yıl olarak gerçekleşmiştir. Tablo 9.1'den sarım teli endüstrisinin payının bunun yaklaşık %0.8'i olduğu tahmin edilebilir.

Avrupa sargı teli endüstrisi, yaklaşık 20 tesis ve yaklaşık 3.000 işçiden oluşmaktadır. IED Ek I kapsamına giren ve birçoğu aile işletmesi ola tipik bir tesiste 50 ila 250 çalışan bulunmaktadır.

Elektrik ve elektronik ürünler dünya çapında üretilip satıldığı için bu ürünlerde kullanılan sargı telleri uluslararası standartlara göre üretilmektedir. Yalıtım malzemeleri EN 60317 standart serisinde teknik teslimat şartlarında sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak, teller, onaylanmış ürün tipi için müşterinin spesifikasyonlarına göre üretilir ve üretici, kaplama tipini seçmekte özgür değildir. Sargı telleri yüzlerce ebatta üretilebilmekle birlikte genel olarak aşağıdaki gibi gruplandırılmaktadır.

[32] ESIG - Avrupa Solvent Sanayi Grubu, AB için Solvent VOC envanterleri (2013).

Tablo 9.2: Yuvarlak sargı tel türlerinin çaplarına göre gruplandırılması

Tel türü	Minimum a (mm)	Maksimum çap (mm)
Ultra ince teller	-	0.040
İnce teller	0.040	0.10
Ota kalınlıkta teller	0.10	1.0
Kalın teller	1.0	6.0
Kaynak: [173, EWWG 2017]		

Ek olarak, küçük ebatlardan büyük ebatlara kadar yaklaşık 80 mm2 olan dikdörtgen şekilli sargı telleri de bulunmaktadır.

Üretilen yuvarlak tellerin çapı ve yassı tellerin şekli/kesiti dışında, emisyon verilerini etkileyen başka faktörler de vardır. Bu faktörlerin en önemlileri şunlardır: telin kalitesi; emaye kalınlığı; iletken malzemeler; yuvarlak veya düz tel geometrisi; lehimlenebilir teller, kendinden yapışkanlı teller gibi tel kalitesi; yağlama miktarı ve uygulama süreci; kalıplar veya keçeler gibi emaye uygulama yöntemi; farklı emayelerin katı içeriği; emayelerde bulunan solvent türleri; fırın sıcaklıkları ve geometrileri; makine teknolojisi; emaye türleri; primerlerin kullanımı; tanDelta gibi belirli ürün özellikleri; ürün değişikliği sayısı, parti büyüklüğü, yatay ve dikey gibi emaye makinesi türü.

9.1.1 Ürün özellikleri ve son kullanım uygulamaları

Emaye tel, yüksek sıcaklıklarda çalışabilen, sıkı paketlenmiş ve enerji tasarruflu sargı tellerinin üretilmesine izin veren çok ince, yüksek özellikli yalıtım filmi için kullanışlıdır. Yalıtım, bir veya daha fazla emaye katmanından veya bant(lar)dan veya her ikisinin birleşiminden oluşur. Yalıtım malzemesinin seçimi ve kalınlığı, arıza gerilimi, kayıp faktörü, korona direnci, kısmi deşarj davranışı gibi tipik elektriksel özelliklerle sonuçlanır. Tel kaplama malzemelerinin termal stabilitesi, bir sıcaklık indeksi ile karakterize edilir. Teller için yalıtım kaplama sistemleri için diğer özel gereksinimler, mekanik mukavemet, kimyasal direnç ve aşırı yük akımı kararlılığıdır. Çağdaş elektrik yalıtım sistemleri zaten bu gereksinimleri ince katmanlarla karşılamaktadır (ayrıntılar için CENELEC Standardı EN 60317 serisine bakın). Elektriksel özellikler, özellikle sargı tellerini bu belge kapsamındaki diğer ürünlerle karşılaştırılamayacak benzersiz bir ürün haline getirmektedir.

Sargı telinin ana kullanımı, sargılarda ve bobinlerde manyetik tellerdedir. Bunlar tıbbi cihazlar için minyatür bobinler, eğlence elektroniği (mikrofonlar, ses ve video kafaları vb.), saatlerde çok ince teller ve elektrik motorları, röleler ve güç transformatörleri için sargılar gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Elektrikli ekipmanlarda, sargı telleri voltaj altında çalışır ve akımları iletir. Elektrik yalıtımı, ekipmanın işlevselliğini ve ayrıca güvenliğini doğrudan etkiler. Yalıtım malzemesinin ve uygulama sistemlerinin elektriksel özellikleri, MET'in değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken önemli bir noktadır.

Son birkaç yılda, solvent kullanımını azaltmak için alternatif yalıtım malzemeleri ve uygulama sistemleri sunmak için birçok girişimde bulunuldu. Bazı yarı başarılı niş ürünler olmasına rağmen, bunların çoğu yetersiz yalıtım özellikleri nedeniyle başarısız olmuştur, örn. Kresol içermeyen emayeler ve ekstrüzyon kaplama kullanılarak. Ancak bunlar henüz standart uygulama olarak ele alınmamıştır.

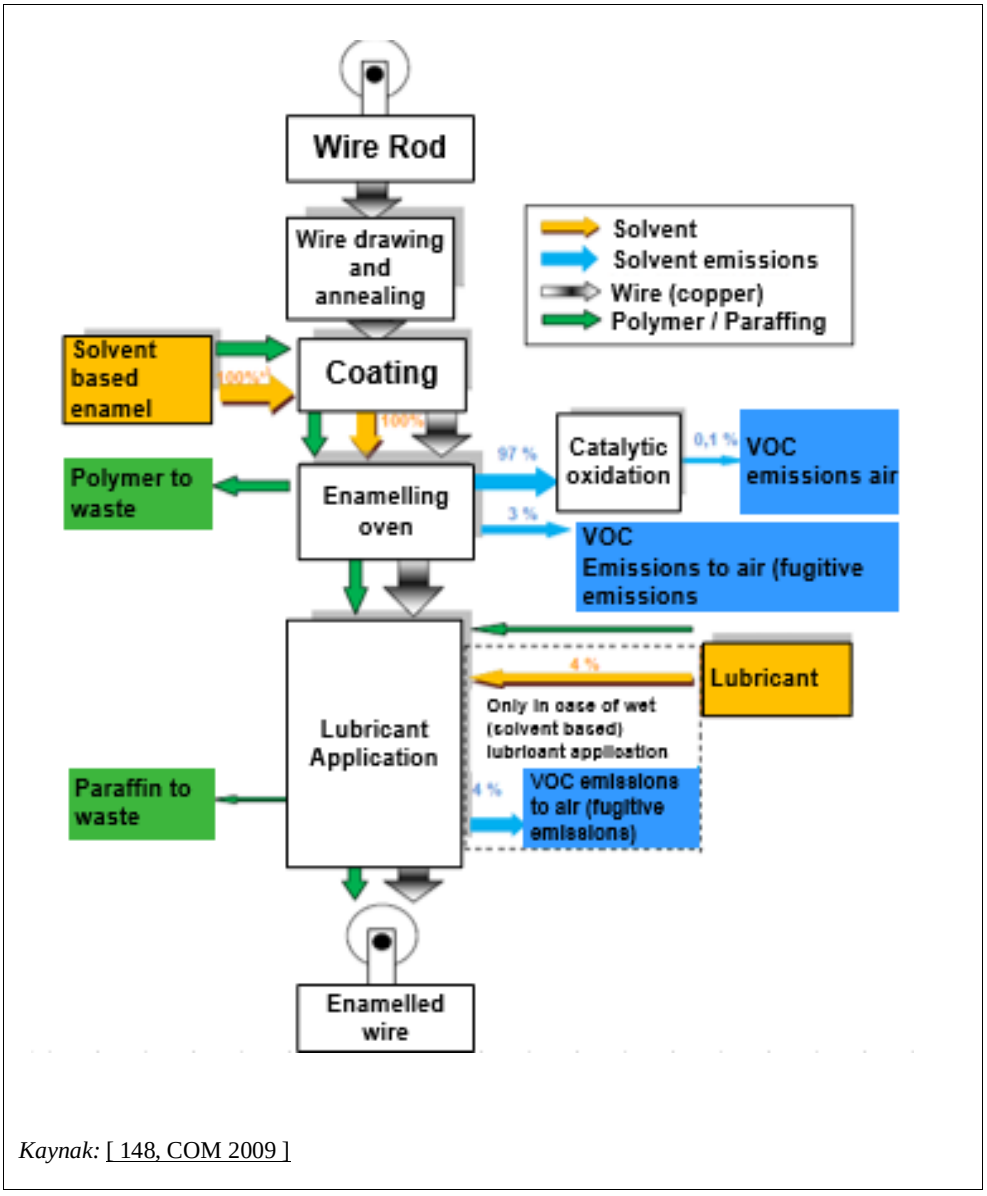
9.2 Sargı teli imalatında uygulanan prosesler ve teknikler

[82, EGTEI 2005] [148, COM 2009] [155, TWG 2016] [173, EWWG 2017]

Sargı teli imalatı küçük bir endüstridir ve Avrupa'da sargı telleri yapmak için kullanılan makinelerin sadece dört üreticisi bulunmaktadır. Bu nedenle aynı teknoloji neredeyse tüm tesisatlarda bulunmaktadır. Emaye teller için üretim süreci genellikle doğrusaldır: çıplak bakır telin çekme veya haddeleme yoluyla üretilmesinden sonra, her ikisi de solvent içermeyen işlemler olan çıplak telin termal temizliği veya tavlanması gerçekleştirilir. Emaye kaplama, reçinenin kurutulması ve kürlenmesi ve ardından yağlayıcı uygulaması bunları izelyen adımlardır. Solvent kullanımı yalnızca emaye kaplama sırasında ve özel işleme bağlı olarak yağlayıcı uygulaması sırasında gerçekleşir; kurutma ve sertleştirme işlemleri de solvent emisyonlarına yol açar.

9.2.1 Emaye teller için uygulanan tipik üretim süreci

Emaye tellerin tipik bir üretim süreci Şekil 9.1'de gösterilmektedir.



Kaynak: [148, COM 2009]

Şekil 9.1: Sargı teli üretiminin tipik üretim prosesi ve akış şeması

Haddeleme ve çizme
Bunlar deformasyon prosesleridir. Haddeleme, sıkıştırma koşulları altında sürekli veya kademeli bir şekillendirme işlemidir. Malzeme, ortam sıcaklığında veya yüksek sıcaklıklarda haddelenebilir. Emaye ve diğer yalıtılmış sarım telleri için teller tercihen bir çekme işlemiyle üretilir. Tel, boyutunu küçülten ve uzunluğunu uzatan kalıplardan çekilir. İnce teller, istenen boyuta ulaşmak için birkaç çizim aşaması gerektirir. Çekme işlemi, çekilen malzemeye çekme ve basınç gerilimi uygular.

Tavlama
Tel çekme işlemini, telin ısıtılmış borulardan geçtiği (oksidasyonu önlemek için inert bir atmosfer içeren) tavlama takip eder ve telin yeniden kristalleşmesine ve yumuşamasına yol açar.

Emaye kaplama
Bir sonraki işlem adımı, emaye uygulamasıdır, ardından emaye filmin kurutulması ve sertleştirilmesidir. Kaplama normalde hareketli tele aşağıdaki yöntemlerle uygulanır**:**

- Tel sürekli olarak bir emaye banyosundan geçirilir (ürüne bağlı olarak %50-80 solvent konsantrasyonu ile) ve fazla emayeyi çıkarmak için gerekli miktar doğru boyutta bir kalıpla ölçülür. Uygulanan her tabaka tel çapına bağlı olarak tipik olarak 1-10 µm kalınlığındadır ve tel emaye fırın içinde hareket ederken solventlerin buharlaşmasına olanak verir. Sargı telinin yüzeyine tipik olarak 5 ila 20 katman uygulanır. Kalıplar yeniden kullanılmadan önce solvent ile temizlenir.
- Dozajlı kaplama temini ve keçe uygulaması: Tel, solvent bazlı bir kaplama ile emprenye edilmiş bir keçeden çekilir. Bu teknoloji, nazik uygulama nedeniyle tipik olarak ultra ince ve ince sargı telleri için kullanılır. Keçe daha sonra atık olarak ele alınmalıdır.

Kurutma ve kürleme
Kaplanmış tel daha sonra, filmin kürlendiği daha yüksek bir sıcaklık bölgesine (400-700 °C) taşınmadan önce solventin buharlaştırıldığı ısıtılmış bir odadan (yatay veya dikey olarak düzenlenmiş) oluşan emayeleme odasına geçer. Tel daha sonra ilave bir kaplama katmanı için kaplama devresine geri dönebilir. Bu sürekli kaplama işleminde, istenilen tabaka kalınlığı elde edilene kadar 30 adede kadar emaye uygulaması yapılabilir.

Modern tel kaplama prosesleri için devridaimli hava akışlı fırınlar kullanılmaktadır. Devridaim hava akışının yönü, hareketli telin yönüyle aynı veya bunun tersi yönde olabilir. Hava akışının devridaim ettirilmesi, havalandırılan hacimlerin azaltılabilmesi avantajına sahiptir. Çözücü buharlaştırma işlemi çözücünün buharlaşmasına yol açar ve hava/çözücü karışımı genellikle artık çözücü konsantrasyonlarının yasal emisyon sınırlarının altında olmasını sağlayan bir katalitik oksitleyici içinde işlenir. Termal oksitleyiciden gelen işlem ısısı, dolaşımdaki hava akışını (döngü) ısıtmak için kurutma işleminde kullanılabilir.

Gazla ısıtılan makinelerde, solvent yüklü hava doğrudan bir gaz brülörüne geçirilir ve burada brülör tasarımı ikincil havanın tam olarak karışmasını sağlar ve oksidasyon meydana gelir. Çözücü konsantrasyonunun alt patlama limitini aşmamasını sağlamak için fazla hava verilmesi önemlidir.

Elektrikli ısıtma kullanılarak, solvent yüklü hava, 500 °C'yi aşan bir sıcaklığa ulaşmak için ısıtma elemanlarının üzerinden geçirilir. Bu genellikle katalitik oksidasyonu desteklemek için yeterli olur. Oksidasyon verimliliği, VOC emisyon sınır değerlerine her zaman ulaşılmasını sağlamak için yeterlidir. Çözücülerin prosese özgü termal veya katalitik oksidasyonundan sonra, emayeleme odasının tamamen veya kısmen ısıtılmasını sağlamak için hava akımı yeniden sirküle edilir. Egzoz gazı hızları, devridaim havasının kullanımından maksimum enerji verimliliği dengesi sağlamak için diğer endüstrilerdekinden daha düşük olabilir. Hava akımının yeniden sirküle edildiği yerde herhangi bir oksidasyonun gerçekleşmesi önemlidir. Yığındaki oksidasyon yalnızca daha sıcak egzoz havası üretecektir.

Çok ince emaye teller için kullanılan modern fırınlar, radyasyon veya kombine radyasyon ve dolaşımdaki hava akışı/konveksiyon yoluyla ısı transferiyle çalışır.

Emaye odası, tipik olarak, emaye besleme sisteminden herhangi bir kaçak emisyonun yakalanmasını sağlamak ve herhangi bir bozulma ürününün veya yanma ürününün işyeri havasına girmesini önlemek için atmosfer altı (negatif) basınç altında tutulur.

Yağlayıcı uygulaması

Nihai ürün gereksinimlerine bağlı olarak, emaye kaplı yuvarlak tel, bir makaraya sarılmadan önce yağlanabilir. Birkaç yağlayıcı, farklı uçucu organik çözücüler içerir.

Bobin sarma işlemi için yağlayıcı tabaka gereklidir. Çok az veya çok fazla yağlayıcı, sargı telini yapışkan hale getirir ve yakın sarmayı önler. Yağlayıcı film, orta veya kalın yuvarlak teller için uygulanan yaklaşık 30-60 mg/m2 yağlayıcı ve 0.10 mm'nin altındaki çok ince ve ince yuvarlak teller için uygulanan 5-10 mg/m2 yağlayıcı ile neredeyse mono-molekülerdir.

Solvent bazlı yağlayıcı, mum bu kadar yüksek sıcaklıklarda yanacağı için emaye fırınında kurutulamaz. Bu nedenle kurutma, kapalı olmayan bir alanda oda sıcaklığında gerçekleşir (gerekli kurutma mesafesi ~ 10 m). Düşük VOC konsantrasyonları (50-100 ppm) ve sıcaklık ile bu büyük miktarlardaki havanın çıkarılması ve ardından arıtılması çok verimsiz ve enerji tüketen olabilir. Yağlayıcıdan gelen solvent, bir bütün olarak prosesten kaynaklanan kaçak emisyonların yaklaşık %60'ını oluşturur. Dikdörtgen tellerde yağlama yapılmaz. [148, COM 2009].

Tipik olarak parafin, %98 ila %99.9 arasında bir organik çözücü içeriği ile uygulanır. %50 ila %95 arasında bir solvent içeriğine sahip konsantre emülsiyonlar olarak yağlayıcılar, su bazlı emülsiyonlar ve hatta solventsiz sıcak eriyikler de sınırlı başarı ile kullanılmaktadır. Solvent içermeyen alternatiflerin kullanımıyla ilgili olarak, yağlayıcı filmin kalınlığı ve düzgünlüğü ile ilgili müşteri kalite gereksinimlerine uyulmalıdır. Yağlayıcı genellikle müşteriler tarafından belirtilir. Genel olarak, solvent içermeyen yağlayıcılar için yüksek kalite gereksinimlerinin ve ince tellerin daha az uygun olduğu ifade edilebilir. Mümkün olan her yerde, müşteriler kendi kendini yağlayan emayeler veya katı mum gibi ürünleri kullanmaya teşvik edilmelidir.

Solvent uygulamasının bir alternatifi de, yağlayıcı ile ıslatılmış bir keçeyle tel yüzeyine erimiş çözücü içermeyen bir yağlayıcı madde uygulanması veya bitmiş emaye tele, telin artık ısısı nedeniyle eriyen bir yağlayıcı filamentin uygulanması olabilir. İkinci teknik, filamenti emaye telin etrafına iki veya üç kez dolayarak ve daha düşük bir hızda da olsa telle aynı yönde hareket ettirerek yağlayıcıyı uygular. Her iki teknik de, 0,1 mm'den küçük çaplı ultra ince ve ince tellere yağlayıcı uygulamak için henüz uygun değildir.

9.3 Sargı teli imalatında akım tüketimi ve emisyon seviyeleri

[155, TWG 2016]

Veri toplama çalışması kapsamında yedi sargı teli üretim tesisine ait veriler alınmış ve bunlar aşağıdaki bölümlerde analiz edilmiştir.

9.3.1 Tüketim

[4, Almanya 2002] [19, Avusturya 2003] [40, EWWG 2004] [155, TWG 2016]

Üretilen tellerin çap aralığı (0,01 mm ile 6,0 mm arasında) üretim miktarı (ton tel) ile yüzey kaplamalı ürün (m2) arasında büyük farklılıklara neden olur. Sonuç olarak, ince teller için uygulanan teknolojiler ve cilalar, daha büyük çaplı teller için uygulananlardan farklıdır.

Hammadde tüketimiyle ilgili olarak bildirilen veriler, bakırın tonu başına 70 kg ile 80 kg arasında bir ortalama solvent tüketimini göstermektedir. Üretilen farklı tel türleri nedeniyle bitkiler arasında önemli farklılıklar olabileceği belirtilmektedir.

Sargı teli üreten bir tesis birkaç makineden oluşur. Genellikle mevcut bir tesisin makineleri, tesisattan kaynaklanan genel emisyonlar üzerinde etkisi olabilecek farklı teknik derecelere karşılık gelir. Bu bağlamda önemli parametreler şunlardır:

- Her bir makinede uygulanan teknoloji;
- üretilen tel çapı;
- oluşan ürün kalitesi.

Genel olarak, ince teller, daha kalın tellere kıyasla daha yüksek spesifik VOC emisyonlarıyla (ürün kilogramı başına g VOC olarak hesaplanır) ilişkilidir. Bunun nedeni, ürün ağırlığı/ürün yüzeyi ilişkisi ve vernikler ve yağlayıcılarda VOC'lerin ulaşılabilir payıdır. Örnek olarak: 0,02 mm çapında bir tel, 0,1 mm çapında bir tel tarafından üretilenlerden dört kat daha yüksek VOC emisyonlarına neden olur. İnce tel ve ultra ince tel tesisatlarındaki ölçümlerin analizi, çok yüksek solvent içeriğine sahip özel uygulama teknikleri için hem yağlayıcı uygulamasından hem de emayeleme işleminden orantısız olarak yüksek VOC emisyonları olduğunu göstermektedir. [4, Almanya 2002] [38, TWG 2004] [40, EWWG 2004].

Çözücülerin uygulanmasındaki proses adımları, kaplamanın kurutulması/sertleştirilmesini içeren kaplama ve yağlayıcının uygulanmasıdır.

9.3.1.1 Kaplamalar

Emayeler (kaplamalar) için tipik çözücüler n-metil-pirolidon (NMP), nafta ve diğer aromatiklerdir, örn. seyreltici olarak ksilol ile kresoller (kresilik asit). Bu çözücülerin tümü çok düşük buharlaşma oranlarına sahiptir. Örneğin kreosol izomerleri, bütil asetattan 40 ila 100 kat daha düşük bir buharlaşma oranına sahiptir. Kresol ve n-metil-pirolidon çok güçlü çözücülerdir ve tipik olarak yüksek sıcaklığa dayanıklı kaplamalar elde etmek için gerekli olan yüksek moleküler ağırlıklı polimerleri çözmek için kullanılır. Daha düşük toksisite potansiyeline sahip olan propilen karbonat, kresol'e alternatif olarak kullanılabilir [148, COM 2009]. Cresol uygulaması koku rahatsızlığına neden olabilir, bu nedenle koku emisyonlarını sınırlamak için uygun ekstraksiyon ve iyi temizlik (bkz. Bölüm 17.2) gereklidir.

Tablo 9.3, uygulanan farklı kaplama sistemlerini ve üretilen sarım teli tipine göre bunların ortalama solvent içeriğini gösterir. Yıldız (*) ile işaretlenmiş kaplama sistemleri, uçucu organik bileşik olarak n-metil-pirolidon (NMP) içerir. NMP (CAS numarası: 872-50-4), uyumlaştırılmış sınıflandırma ve etiketleme sürecine göre, doğmamış çocuğa zarar verebilecek, ciddi göz tahrişine neden olabilecek, cilt tahrişine neden olabilecek ve solunum yolu tahrişine neden olabilecek bir madde olarak sınıflandırılır.

Ayrıca, REACH kayıtlarında şirketler tarafından ECHA'ya sağlanan sınıflandırma, bu maddenin doğurganlığa veya doğmamış çocuğa zarar verebileceğini belirtmektedir. NMP tüketimine ilişkin rapor edilen veriler Tablo 9.4'te sunulmaktadır.

Uzun yıllardır NMP gerektiren emaye sistemlerinin tedarikçileri ile NMP'nin nitrojen olmayan solvent ile değiştirilmesi konusunda devam eden bir tartışma olmuştur. Bu farklı şekillerde denendi, ancak sonuçlar şimdiye kadar teknik olarak kabul edilebilir değildi. Bahsedilen yalıtım sistemleri için bugün ve yakın gelecekte emaye üreticilerine göre NMP kullanımı kaçınılmazdır. Emaye teller kullanan elektromanyetik bileşenler pazarının, yalıtımın termal sınıfta belirtilen yüksek termal, mekanik ve elektriksel performans gerekliliklerini karşılaması gereken ürünler olan teknik ve güvenlik spesifikasyonlarının gerekliliklerinin farkında olması gerekir.

Tablo 9.3: Ana sargı tel ürünleri ve uygulanan kaplama sistemleri

Ürün	Yalıtım kaplama sistemi	Toplam üretimin payı (%)	Ortalama solvent içeriği (%)
Lehimlenebilir yuvarlak teller	Poliüretan	13	65-80
Yüksek sıcaklık yuvarlak teller	Epoksi, polyester, poliamid, poliimid, ek poliamid-imid katmanları ile polyester-imid (*)	70	55-75
Kendinden yapışan yuvarlak teller	Yukarıdaki gibi (bu tablodaki birinci ve ikinci satırlar), ilave alifatik veya aromatik poliamid (*) bağlayıcı katmanlarıyla birlikte	11	55-75
Dikdörtgen teller	Sıcaklık sınıfına bağlı olarak: polivinilasetal, polyester-imid, poliamid-imid, ek bir bağlayıcı tabakayla birlikte (*)	6	60-80
	Toplam	**100**	**55-75**

* Kaplama sistemleri VOC olarak kısmen NMP (n-metil-pirolidon) içerebilir.
Kaynak: [4, Almanya 2002] [38, TWG 2004]

Tel kaplamaların katı içeriği genellikle %20 ile %45 arasında değişir; kalan %55-80 organik çözücüdür. Ultra ince teller için (çapları 10 mikron aralığında olan) %75'e varan yüksek solvent içerikleri gerekli olmakla birlikte artan tel çapları ile kaplama uygulamasında yaklaşık %55 seviyesinde daha az solvent gerekir. Kaplama uygulaması için solvent seçimi kaplama tipine bağlıdır.

Şu an itibariyle, bazı olası alternatif kaplama teknikleri geliştirilmiştir:

- Isıyla eritilmiş kaplamalar;
- Orta ve yüksek katı madde içerikli kaplamalar;
- kresol içermeyen kaplamalar;
- su-bazlı kaplamalar;
- elektro kaplama uygulanabilir kaplamalar;
- iki bileşenli kaplamalar;

- toz polyester kaplamalar;
- UV-kürlü kaplamalar;
- Termoplastik malzemelerle ekstrüzyon kaplamalar.

Ancak kalite performansının düşük olması, ekonomik, teknolojik veya güvenlik gibi birçok nedenden dolayı bu alternatiflerin çoğu henüz klasik sarım teli kaplamalarını geçememiştir.

Tablo 9.4: Bildirilen NMP tüketimi seviyeleri

Tesis	2015 yılı NMP girdi miktarı (kg)	2014 yılı NMP girdi miktarı (kg)	2013 yılı NMP girdi miktarı (kg)	Açıklamalar
#032	26 070-39 120	20 920-31 380	27 360-41 040	Emayedeki NMP içeriği, güvenlik bilgi formunda bir aralık olarak verilmiştir.
#033	2013 verilerine göre küçük bir artış	2013 verilerine göre küçük bir artış	301 ± 46	Bilinen kesin veri yok, münferit tarif
#034	320 000-500 000	320 000-500 000	340 000-520 000	Emayedeki NMP içeriği, güvenlik bilgi formunda bir aralıkta verilmiştir.
#035	232 000	255 000	227 000	Güvenlik bilgi formunda sunulan aralığa dayalı olarak emaye ve solvent tüketimine dayalı tahmin
#142	3 990	-	-	-
#160	73 000-127 000	79 000-129 000	78 000-136 000	-
Kaynak: [155, TWG 2016]				

9.3.1.2 Yağlama yağları

Birden çok yağlama yağı, farklı uçucu organik solventler içerir; bununla birlikte parafin (mum) tipik olarak %98-99.9 organik solvent içeriği ile uygulanır. Solvent içeriği %50 ile %95 arasında olan konsantre yağlayıcı emülsiyonlar, su bazlı emülsiyonlar veya solventsiz sıcak eriyikler gibi alternatifler de sınırlı bir başarı seviyesiyle de olsa kullanılmaktadır.

Yağlama yağları için beyaz ispirto yaygın olarak kullanılan bir çözücüdür. Yağlama yağı tüketimine ilişkin herhangi bir veri sunulmamıştır.

9.3.1.3 Enerji

[155, TWG 2016]

Sargı teli üretim tesisindeki enerji tüketimi esas olarak elektriktir. Elektrik enerjisi kür fırınlarının ısıtılmasında, elektrik motorlarının ve vantilatörlerin çalıştırılmasında kullanılmaktadır.

Sargı teli üretimi için veriler önceden tanımlanmış aralıklar (ör: < 5 kWs/kg kaplamalı tel, 5-10 kWs/kg kaplamalı tel ve > 10 kWs/kg kaplamalı tel). Çok ince/ince teller üreten tek bir tesis dışında, tüm tesisler kg tel başına 5 kWs'den daha az spesifik enerji tüketim değerleri bildirmiştir. Ultra ince ve ince teller üreten İsviçre'deki bir tesis, bir kg tel başına 10 kWs'den daha yüksek bir spesifik enerji tüketim değeri bildirmiştir.

Enerji tasarrufu sağlamaya yönelik çabalar, temel olarak emayeleme işlemine ve fazla enerjinin nasıl kullanılabileceğine odaklanmıştır. Enerji tüketiminin azaltılmasıyla ilgili olarak bildirilen başlıca teknikler şunlardır:

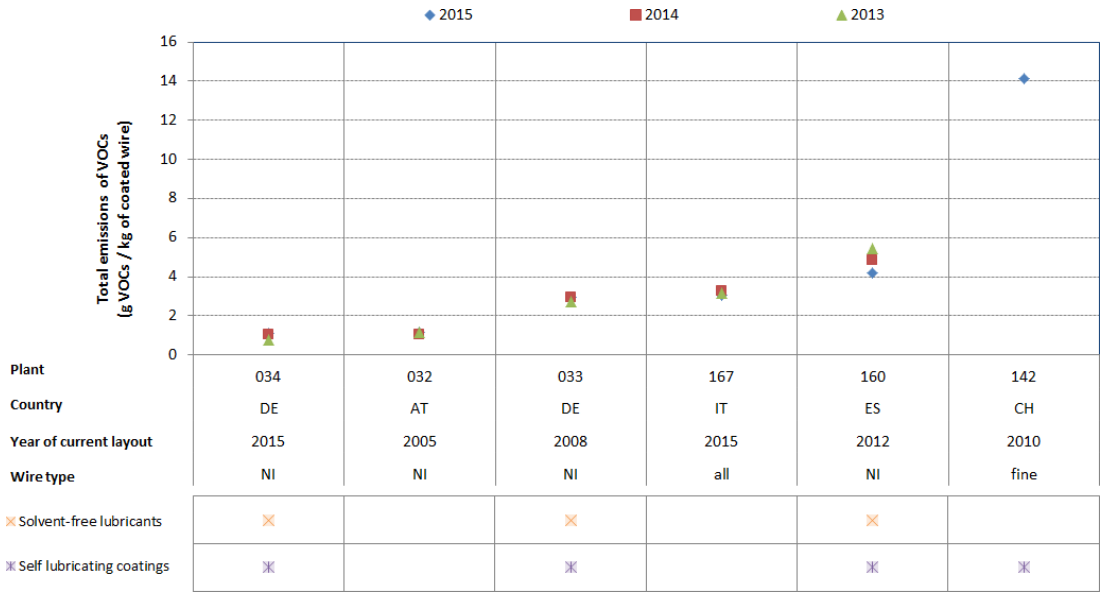
- havalandırma sistemlerindeki egzoz havası ısı eşanjörü (emaye proses fanları);
- fırında kurutma ve soğutma işlemlerinden enerji geri kazanımı;
- değişken hızlı elektrik motorları.

9.3.2 Emisyonlar

9.3.2.1 Toplam VOC emisyonları

[155, TWG 2016]

VOC'ler, sargı teli üretim süreci için yayılan ana kirleticilerdir. Şekil 9.2, kaplanmış telin kg'ı başına g VOC cinsinden ifade edilen toplam VOC emisyonlarının bildirilen değerlerini göstermektedir.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 9.2: 2013-2015 dönemi için kaplamalı telin kg'ı başına g VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

İsviçre'deki 142 no.lu Tesis ultra ince ve ince teller (0,1 mm'den 0,01 mm'ye ve hatta daha düşük çaplara kadar) üretmkte olup spesifik emisyon değerlerinin orta ve kalın tel üretim tesislerinden daha yüksek olması beklenmektedir.

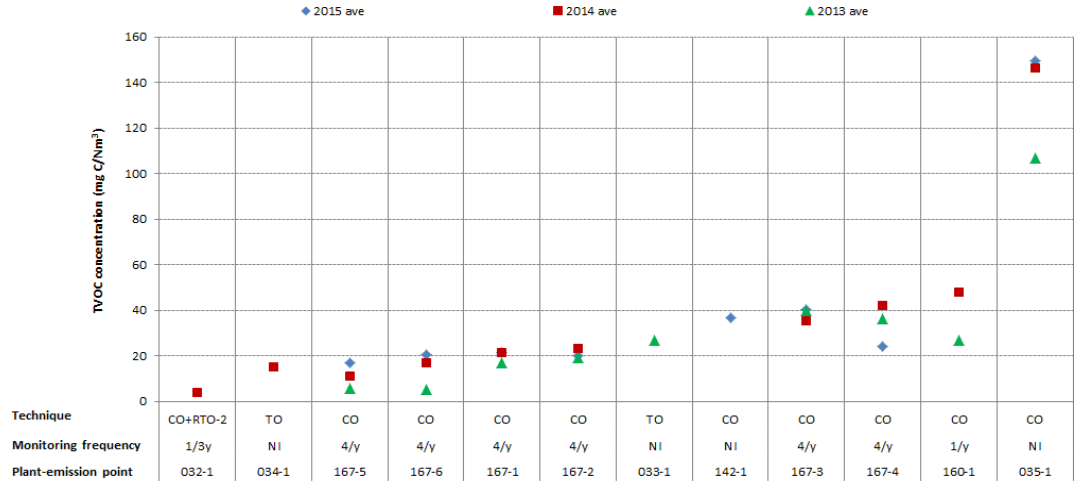
Kalın teller veya en azından ince (çapları 0,1 mm'den küçük) ve ince olmayan tellerin (çapları 0,1 mm'den büyük) karışımlarını üreten fabrikalardan bildirilen tüm değerler, üretilen 5 g/kg tel IED sınır değerlerinin altındadır. Kalın, orta ve ince teller içeren bir ürün karışımına sahip tesislerden alınan veriler, 3 g/kg düzeyinde spesifik emisyon değerlerinin elde edilebileceğini göstermektedir.

Sanayi tarafından sunulan iki tesise ait ek emisyon verileri, Yunanistan'daki bir tesis için 4,50-4,70 g VOCs/kg kaplamalı tel aralığında (2015-2017 dönemi verileri) ve İspanya'daki bir kaplamalı tel tesisi içinse 3,63 g VOCs/kg seviyesinde toplam emisyon seviyelerini göstermektedir (2017 verileri) [225, EWWG 2018].

9.3.2.2 Atık gazlardaki toplam TVOC emisyonları

[155, TWG 2016]

Atık gazlardaki TVOC emisyonlarının mg C/Nm3 cinsinden bildirilen değerleri Şekil 9.3'te sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 9.3: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları

Yalnızca bir istisna dışında gönderilen tüm veriler 40 mg C/Nm3'ün altındadır. En iyi performans, kürleme fırınından VOC'lerin prosese entegre katalitik oksidasyonuna ek olarak rejeneratif termal oksidasyonun uygulandığı #032 numaralı tesiste görülmektedir. Bu verilerin her 3 yılda bir örnekleme sıklığına atıfta bulunduğu da unutulmamalıdır.

9.3.2.3 Atık gazlardaki NMP emisyonları

[155, TWG 2016]

N-metil-pirolidon (NMP) emisyon verileri, 2014 yılı için ortalama değeri 0.79 mg/Nm3 olan yalnızca bir tesisten (Tesis #034) rapor edilmiştir. NMP'nin bir CMR maddesi (H360D) olarak sınıflandırıldığı ve IED'ye göre (Madde 58) mümkün olduğu kadar kısa sürede daha az zararlı maddelerle değiştirileceği belirtilmektedir. Ek olarak ve IED Ek VII Bölüm 4 uyarınca, Madde 58'de atıfta bulunulan bileşiklerin toplamının akış kütlesinin 10 g/saat'e eşit veya daha büyük olduğu tesisler için, 2 mg/ Nm3'lük bir emisyon sınır değerine uyulması gereklidir.

9.3.2.4 Atık gazlardaki NO_X ve CO emisyonları

[90, EWWG 2006] [111, EWWG 2005] [155, TWG 2016]

17 mg/Nm3 ila 470 mg/Nm3 arasında değişen değerlerle, atık gazlardaki NOX emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi kapsamında STS veri toplama çalışmasında sınırlı veriler (dört emisyon noktası için) sunulmuştur. [155, TWG 2016].

Düşük CO ve NOX emisyon seviyelerine ulaşmak için birçok girişimde bulunulmuştur; bununla birlikte, emaye makinesinin verimli bir şekilde çalıştırılması ve VOC'lerin yok edilmesi önceliklidir.

NOX'in azaltılması için ayrıca bkz. Bölüm 17.10.8.

NOX, çıkış gazlarındaki VOC'lerin oksidasyonunun bir sonucu olarak oluşur ve VOC'lerin azaltılması ile NOX oluşması arasında çapraz ortam çatışmasına yol açar. NOX emisyonlarının bir kaynağı da, belirli emaye sistemlerinin üretiminde kullanılan azotlu solventlerin oksidasyonunun doğrudan sonucudur. NOX konsantrasyonu, nitrojen içeren çözücüler içeren ürünler için VOC'lerin yok edilmesiyle orantılıdır. NMP'de bulunan azotun sadece bir kısmı, %90 NO ve %10 NO2 oranında azot oksitlere dönüştürülür. NOX'in diğer bir ana kaynağı da VOC'lerin fırında yanması sırasında atmosferik nitrojenin oksidasyonudur. Azot içeren emayeler kullanıldığında, emaye makinesindeki belirli hava akışı koşullarına ve nitrojen içeren solvent kullanan makinelerin sayısına bağlı olarak NOX emisyon değerleri 150 mg/Nm3'ün oldukça üzerinde olabilir. Proses makinelerinde farklı hava akışları ve daha düşük NMP kullanımı olan diğer durumlarda, daha düşük NOX seviyeleri oluşabilir. Bu, Avrupa'daki tüm kurulumlar için ortak bir sorundur. Polivinilasetal gibi nitrojen içermeyen solventlere dayalı emayeler, düşük ısı sınıfına sahip tellerle sonuçlanır ve poliamid-imid ürünlerin elde ettiği müşterilerin istediği özellikleri karşılamaz. Katalitik oksidasyondan sonraki NOX emisyonları şu anda işleme tabi tutulmamaktadır.

Tablo 9.5: Sargı telleri: NOX emisyonlarının diğer örnekleri

Tesisat(lar)	**34 emaye fırın grubu**	**165 emaye fırın grubu**	**1 no.lu emaye tesisatı**	**2 no.lu tesisat**
Kısa tanımlama	Bir bacaya (baca) giden üç tüpte toplanan egzoz gazları Özel yerel koşullar: sanayi bölgesi, elektrik santraline yakındır	35-50 m yüksekliğinde dört bacada (bacalar) tek kaynaktan davlumbazlar tarafından toplanan egzoz gazları. Koku emisyonlarını önlemek için (mahalle ile koku alma sorunu), fırındaki gazla birlikte üretim sahasından büyük miktarda hava çekilir. Kaynaklar yaklaşık 10.000 m2'lik bir alana yayılmıştır. Özel yerel koşullar: karma sanayi ve yerleşim bölgesi (iklimsel kaplıca).	Tüm ürün hatlarının %80'i ölçüm süresi boyunca NMP kullanmıştır. Egzoz gazının davlumbazda seyreltilmesi: Fırından %10, üretim sahasından %90 Tahmin: NOX'in 2/3'ü solvent girişinde (NMP) bulunan nitrojenden, 1/3'ü ise ısıl prosesten kaynaklanır.	Çatıdaki vantilatörde ölçüm (üretim sahasının havalandırılması ve emaye fırınının soğutulmasından gelen hava). Küçük, kontrol edilemeyen proses kaynağının neden olduğu NOX emisyonları. Fan sayısı: 100'den fazla, 10.000 m2'lik üretim alanına yayılmış halde.
Hacim akış hızı (Nm^3/s)	3 700, 7 000,34 500	Her yığında 53 600-98 000, ortalama değer: 68 480	60-810	-
Sıcaklık (°C)	~ 80, yığının girişindeki gaz sıcaklığı	70-110, yığının girişindeki gaz sıcaklığı	250-550,kaynakta seyreltilmemiş egzoz gazının sıcaklığı	30-45, Hava sıcaklığı
Konsantrasyon (mg NOX/Nm^3)	19, 60, 34	Ortalama: 51.3	550-1 500, Ortalama:615	Ortalama değer: 12
Kütle akışı NOX (kg NOX/s)	-	Toplam: 14.07	Ortalama: 0.0835 tek bir kaynakta	Toplam: 4, münferit kaynaklar ortalaması: < 0.040
Kaynak: [90, EWWG 2006]				

Endüstri tarafından yayılan toplam NOX miktarının yılda 1 kt ile 2,7 kt arasında olduğu tahmin edilmektedir (2000 EUROSTAT rakamlarına göre).

Karbon monoksit (CO)

Atık gazlardaki CO emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için 40 mg/Nm3 ila 990 mg/Nm3 arasında değişen çok az veri (dört emisyon noktası için) sunulmuştur. [155, TWG 2016].

CO, emaye makinesinde katalitik oksidasyon sırasında emaye bileşenlerinin kısmi yanması sonucu oluşur. Karbon monoksit, brülör verimliliğinden ziyade solventin yok edilmesinin bir sonucudur. Karbon monoksit konsantrasyonu, brülörün yanlış ayarlanmasından ziyade brülör içinde kalma süresine bağlıdır. Yanma verimliliği artırılırsa, CO emisyonları azalır, ancak buna karşılık gelen CO2 ve NOX emisyonlarında bir artış olur.

Bir emaye makinesi CO emisyonlarına göre değil, tamamen farklı koşullara göre denetlenir; bu koşullar aşağıdaki gibidir:

- Emaye filmden optimum özellikleri elde etmek için emaye makinesi içinde doğru sıcaklığın sağlanması. Brülör sıcaklığının arttırılması, genel olarak emayeleme odasındaki sıcaklığı azaltmak için seyreltme havası gerektirecektir. Bu, daha fazla miktarda enerji gerektirir ve en iyi çevresel seçenek olarak kabul edilmez.
- Alt patlama sınırının aşılmaması ve böylece makine içinde patlamaların önlenmesi için fazla hava kullanılması. Bu nedenle, kalma süresini artırmak için hava akışını azaltmak bir seçenek değildir.

İkincil katalizörler kullanılarak karbon monoksit emisyonunun sınırlandırılması için girişimlerde bulunulmuştur; bununla birlikte, katalizörlerin kullanım ömürlerinin nispeten kısa olması ve buna karşılık gelen mali sonuçlar nedeniyle emisyon sınırlarına uyulması bir sorun olmaya devam edecektir.

9.3.2.5 Atık gazlardaki toz emisyonları

Tele uygulanan filmler son derece ince (10 µm düzeyinde) olduğundan, emayeleme işleminde mevcut olan herhangi bir toz, çok ciddi yüzey kalitesi sorunlarına neden olur. Havaya herhangi bir emisyon, devridaim edilen havanın sadece bir kısmı olduğundan, herhangi bir toz emisyonu beklenmemektedir.

9.3.2.6 Suya salınan emisyonlar

Sargı teli tesisinde kullanılan su normalde kapalı devrelerde kullanılır. Emayeleme işleminden suya emisyon yoktur; ancak genel su kullanımı mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır ve bu genellikle şu şekilde yapılır:

- mümkün olduğunda soğutma banyolarından akışın en aza indirilmesi ve suyun filtreler ve deiyonizerler aracılığıyla geri dönüştürülmesi;
- Soğutma kulelerinde arıtmayı optimize etmek ve suyu korumak için iletkenlik ölçerlerin kullanılması;
- Filtreleme, mümkün olduğunda santrifüjleme kullanarak su bazlı tel çekme yağlayıcı emülsiyonlarının ömrünü uzatmak ve durgunluk ve bakteriyel bozulma ile erken yaşlanmayı önlemek için yağlayıcının verimli yönetimini sağlamak.

9.3.2.7 Atık üretimi

[78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

Ana atık kaynakları, çekme işlemi ve sargı teli üretiminin emayeleme aşamasından kaynaklanmaktadır.

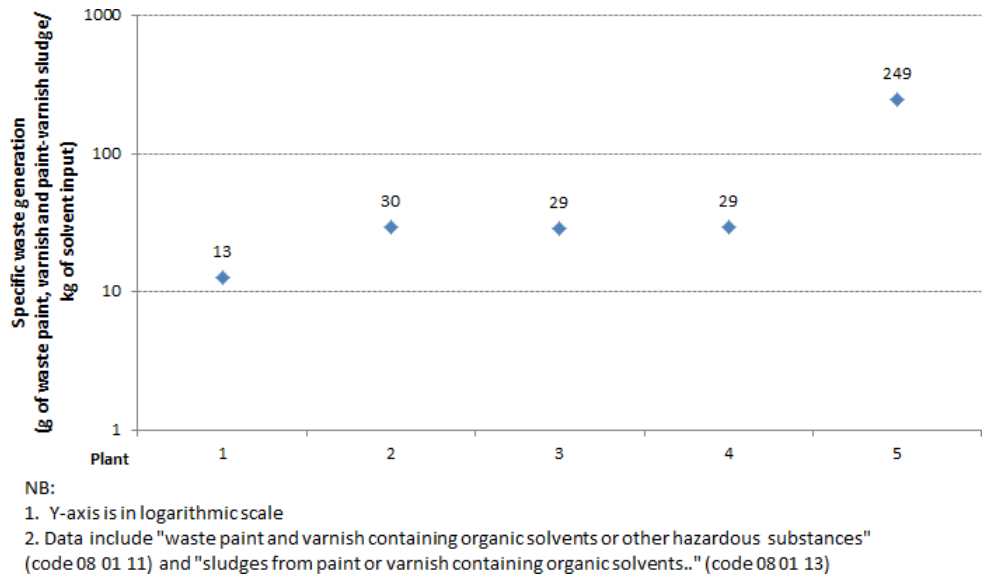
Çekme

- Çekme emülsiyonu bir kapalı döngü sisteminde kullanılır; kağıt filtre veya hidrosiklon ayırıcı kullanılarak sürekli olarak temizlenir. Atık miktarlarını azaltmak için demineralize su ile emülsiyon arıtma (yenileme) yapılır; işlem sırasında su buharlaştırılır ve atık miktarları en aza indirilir.
- Çekme emülsiyon devresinin filtreleri, çekme işleminden belirli miktarda bakır parçacıkları içerir. Bakır içeriği için harici olarak geri dönüştürülürler. Filtre ve kağıt atığı üretimi için rapor edilen değerler, yılda 5-8 tonluk bir atık miktarını gösterir. [155, TWG 2016].

Emayeleme

- Vernik uygulaması. Vernik kayıplarını azaltmak için, vernik banyolarında, kalıp sıyırma sırasında vernik devresi kullanılarak ve dozlu keçe uygulamasıyla vernik uygulaması yapılır.
- Çıplak veya emaye tellerin geri dönüşümü. Tüm üretim hurdaları (çıplak ve emaye teller) geri dönüştürülür.
- Kullanılmış solventler, kalıntı emayeler ve solvent içeren temizlik bezleri toplanır ve bertaraf edilir (genellikle yakma yoluyla).

Atık boya/kaplama ve vernik üretimi (Avrupa atık kataloğunun kod 08 01 11) ve boya/kaplama ve verniklerden kaynaklanan çamurlar (kod 08 01 13) emayelemede vernik ve boya/vernik çamuru, sadece bir istisna dışında, her bir kg solvent girdisi için 13 g ile 30 g atık boya arasında değişmektedir (bkz. Şekil 9.4) [155, TWG 2016].



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 9.4: Spesifik atık üretim değerleri (kg solvent girdisi başına gr atık boya/vernik ve boya/vernik çamuru) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler

9.4 Sargı teli imalatında MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

9.4.1 Sargı teli imalatında kullanılan genel teknikler

[78, TWG 2005]

Bölüm 17'de, sargı teli imalatına da uygulanabilecek teknikler değerlendirilmiştir. Tablo 9.6'da sargı teli imalatıyla ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmayacaktır. Her teknik için göz önünde bulundurulan bilgi türünün bir açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir ve uygulanabilirliği aşağıda değerlendirilmiştir.

Sargı tellerinin kaplanmasıyla ilgili EGTEI arka plan belgesi (bkz. Ek 21.3.1), VOC emisyonlarını azaltmak için bazı tekniklerin Avrupa düzeyindeki maliyet ve faydaları hakkında bazı veriler vermektedir. Ancak, EGTEI yaklaşımı zorunlu olarak karmaşıklığını sınırlamak zorundadır ve çapraz ortam etkileri veya münferit tesisatların ve ürünlerin teknik özellikleri gibi diğer MET faktörleri dikkate alınmadan yalnızca temel teknikler vermektedir [78, TWG 2005] [82, EGTEI 2005].

Tablo 9.6: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve arıtma	17.10
Atık su arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

Bölüm 17.2.4'ün alt bölümlerinde açıklanan teknikler, sargı teli imalatında geçerli değildir. Emaye bileşik, istenen solvent ve polimer içeriğine göre bileşiğin üreticisi tarafından sağlanır; sargı teli montajında karıştırma prosesi ve emaye tellerin üretim sürecinde herhangi bir seyreltme veya solvent ilavesi yoktur.

Bölüm 17.7: Sargı tellerinin kaplanması için proses ekipmanının uzman ve entegre yapısı nedeniyle (Bölüm 9.1, 9.2 ve 9.4'te açıklanmıştır), yalnızca tek yönleri kapsayan genel teknikler, entegre sarım teli makinelerine teknik olarak uygulanamaz. Sargı tellerinin kaplanmasında, taşmaya benzer bir teknik uygulanabilir (bkz. Bölüm 0).

Bölüm 17.7.2: Yalıtım tabakasının performansı uluslararası standartlarda tespit edilir ve müşteriler tarafından belirtilir. Bölüm 9.3.1.1'de ve Bölüm 9.4.2'nin alt bölümlerinde açıklanan tüm ikameler müşterilerle yakın işbirliği içinde gerçekleştirilmiştir; ve birçoğu belirli alt bölümlerde belirtilen gereksinimleri karşılamamıştır.

Sargı teli tesisatlarında hat içi proseste en yaygın olarak kullanılan çıkış gazı arıtımı (prosese entegre katalitik oksidasyon, bkz. Bölüm 17.10.5.6) Bölüm 9.4.3.1'de ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Gönderilen bilgiler, prosese entegre katalitik oksidasyon işleminin çıkışında ek işlem adımlarının (ör: rejeneratif ısıl oksidasyon, bkz. Bölüm 17.10.5.4) uygulanabileceğini göstermektedir.

Sargı teli endüstrisinde MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler ve ikame teknikleri aşağıdaki alt bölümlerde verilmiştir.

9.4.2 Malzeme-bazlı teknikler

Bu bölümlerde, geleneksel emaye kaplamalar ve yağlayıcılar için olası alternatifler açıklanmaktadır. Ayrıca bkz. Bölüm 17.7.2.

9.4.2.1 Yüksek katı madde içerikli emaye kaplamalar

Tanımı

% 45'e kadar katı içerikli emaye kaplama kullanımı. İnce tellerde (0,1 mm'ye eşit veya daha küçük çaplı), katı madde içeriği %30'a kadardır.

Teknik tanımlama

Son 20 yılda, genel olarak katı içeriği %30'dan yaklaşık %45'e yükseltilmiştir (çözücünün %70'den %55'e düşmesiyle sonuçlanmıştır) ve 0,10 mm'den daha ince tel boyutları için katı içeriği %30'a kadar çıkmıştır. Bunlar, sargı teli endüstrisinde "yüksek katı madde içerikli" kaplamalar olarak kabul edilir.

AB'deki tüm tesisler şu anda çapı 0,2 mm'den küçük olan sargı telleri için katı içeriği en az %30 olan kaplamalar uygulamaktadır.

Elde edilen çevresel faydalar
Solvent emisyonlarında nispeten önemli bir azalma.

Çevresel performans ve işletim verileri
Büyük ölçüde artan katı içeriği, daha düşük kalitede yalıtım filmleriyle sonuçlanma eğilimi gösterir. Yalıtımın her katmanının doğru kalınlığını elde etmek de daha karmaşıktır. Deneyimler, katı madde içeriği ile üretilen hurda miktarı arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, israf edilen malzeme miktarı nedeniyle katı içeriğinin kasıtlı olarak azaltılması gerekir.

Çapraz ortam etkileri
Çok yüksek katı içeriği, üretim süreci için ek yüksek enerji girdisi ve dolayısıyla ısıtma için daha yüksek enerji girdisi gerektirir. Ayrıca, daha fazla atık üretilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Yeni ve mevcut tesislere uygulanabilir. Uygulanabilirlik, ürün kalite gereksinimleri veya spesifikasyonları nedeniyle sınırlı olabilir.

Ekonomik boyut
Sınırlı bir maliyet avantajı vardır. Emayelerde çözücü maliyetinde bir azalma vardır, ancak çıkış gazlarında çözücülerin azaltılmasından daha az enerji geri kazanılır.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Çözücü maliyetinin azaltılması (ayrıca bkz. yukarıdaki “Ekonomik Boyut” başlığı).

Örnek tesisler

0,2 mm'den daha küçük çaplı tel üretimine yönelik tüm tesislerde +/- % 30-45 katı içerikli kaplama sistemleri uygulanmaktadır.

[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 032, 033, 034, 035 ve 160 no.lu tesisler.

Referans literatür
[28, EWWG 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

9.4.2.2 Solventsiz yağlama yağları

Tanımı

Solvent içermeyen yağlayıcılar aşağıdaki gibi uygulanır:

- tel, yağlayıcı ile ıslatılmış bir keçeden çekilir; veya
- telle birlikte yağlayıcı emdirilmiş bir filament çalıştırılır ve parafin mumu telin kalan ısısı ve sürtünme ısısı nedeniyle erir

Teknik tanımlama
Solvent içermeyen yağlama yağları, yağlama filamanları veya keçeler aracılığıyla uygulanabilir. Bazı fabrikalarda iki alternatif sistem kullanılmaktadır: erimiş yağlayıcı, tel yüzeyine yağlayıcıyla ıslatılmış bir keçe ile veya bitmiş emaye telin, telin artık ısısı nedeniyle eriyen bir yağlayıcı filamentle beslenmesiyle uygulanır. İkinci teknik, filamenti emaye telin etrafına iki ila üç kez sararak ve daha düşük bir hızda olsa da aynı yönde hareket ettirerek yağlama yağını uygular.

Elde edilen çevresel faydalar
Yağlamadan kaynaklanan solvent emisyonları önlenir. İnce olmayan teller için iplik, VOC emisyonlarını 3-4 g/kg ürüne kadar azaltabilir.

Çevresel performans ve işletim verileri
Yağlama yağı, sargı teli için bir koruma aracı değil, müşteri tarafından istenen ve onaylanan telin belirli performansını elde etmek için iyi tanımlanmış bir araçtır. Uygulama sistemleri, gereken az miktarda yağlayıcının telin yüzeyine homojen bir şekilde uygulanmasını sağlamalıdır. Solventsiz yağlama yağı uygulama sistemleri 0,15 mm'den küçük tellere uygulanamaz, çünkü tel ile yağlayıcı arasında oluşan sürtünme normalden daha fazladır ve daha fazla tel kopmasına neden olur. Daha sonra 0,15 mm'den küçük teller üretilirken daha fazla hurda üretilir.

Müşterinin yağlayıcı filmin kalınlığı ve düzgünlüğü ile ilgili kalite gereksinimleri, solvent içermeyen alternatifler uygulandığında kabul edilmelidir. Yağlama yağı genellikle müşteriler tarafından belirtilir. Genel olarak, solvent içermeyen yağlama yağları için yüksek kalite gereksinimlerinin ve ince tellerin daha az uygun olduğu söylenebilir.

Ayrıca uygulama sisteminin denetimine ve bakımına ihtiyaç vardır ve ayrıca arıza tehlikesi de söz konusudur. Geleneksel sistemle karşılaştırıldığında, bu alternatifler etkili veya güvenilir sayılacak kadar sade değildir.

Çapraz ortam etkileri
Kullanılmış iplikten atık oluşmaktadır ve bugüne kadar bunun geri dönüştürülmesi için herhangi bir olanak mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Yeni ve mevcut tesislere uygulanabilir. Çoğu tesiste solvent içermeyen yağlayıcı aplikatörleri olan bazı hatlar mevcuttur (bunlardan birkaçında hatların %20'si kendilerine aittir). Ancak, ürün kalite gereksinimleri veya spesifikasyonları nedeniyle uygulanabilirliği sınırlı olabilir. Bu teknik 0,15-1,5 mm gibi yalnızca sınırlı bir tel çapı aralığına uygulanabilir (yani ince teller için uygun değildir).

Ekonomik boyut
Bu yöntemin sağladığı ekonomik bir kazanç çözücülerin kullanılmamasıdır. Islatılmış bir iplik kullanan alternatif sistemler birkaç yıldan bu yana geliştirilme aşamasındadır. Bu sistemler, her bir hat için yüksek yatırım maliyetleri gerektirir ve solvent çözeltisiyle benzer seviyede işletme maliyetlerine sahiptir. İplikteki bir kırılma, büyük miktarda hurda malzeme oluşmasına neden olacaktır.

Uygulamanın ardındaki itici güç
- Müşterilerin alternatifi kullanım gereksinimleri.
- Sağlık ve güvenlik nedenleri.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 033, 034, 035 ve 160 no.lu tesisler.

Referans literatür
[4, Almanya 2002] [28, EWWG 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]
[155, TWG 2016]

9.4.2.3 Kendinden yağlamalı kaplamalar

Tanımı

Ayrıca yağlayıcı (özel bir mum) içeren bir kaplama sistemi kullanılarak solvent içeren bir yağlama adımı önlenir.

Elde edilen çevresel faydalar
Ayrı bir yağlama adımından kaynaklanan solvent emisyonları önlenir.

Çevresel performans ve işletim verileri
Mevcut deneyimler, bu kendiliğinden yağlamalı kaplama için, sarma işlemleri sırasında sürtünmeyi önlemek amacıyla farklı bir yağlayıcı ilave uygulamasına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Bu tekniğin uygulanabilirliği, ürün kalite gereksinimleri veya spesifikasyonları nedeniyle sınırlı olabilir. İnce tel için ulaşılabilir sürtünme katsayısı solvent bazlı sistemlere göre daha kötüdür. Bu alternatif, yassı tel üretimi için geçerli değildir.

Ekonomik boyut
Emaye maliyeti daha yüksek olduğu için sıfır etki olması muhtemeldir ancak solvent bazlı yağlayıcı maliyeti ortadan kalkar.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer ala 033, 034, 035, 142 ve 160 no.lu tesisler.

Referans literatür
[4, Almanya 2002] [28, EWWG 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

9.4.3 Çıkış gazı arıtma

9.4.3.1 Prosese entegre VOC katalitik oksidasyon

Tanımı
Tekrarlanan emaye kürleme işlemi sırasında solventin buharlaşmasından kaynaklanan hava/çözücü karışımı, kürleme fırını/kurutucuya entegre edilmiş bir katalitik oksitleyici içinde işlenir. Katalitik oksitleyiciden gelen atık ısı, kurutma işleminde dolaşımdaki hava akışını ısıtmak için ve/veya tesis içindeki diğer amaçlar için işlem ısısı olarak kullanılır.

Teknik tanımlama
Bu kurutma ve kürleme işlemi, filmin kürlendiği daha yüksek bir sıcaklık bölgesine (> 400-700 °C) geçmeden önce solventin buharlaştığı ısıtılmış bir odadan (yatay veya dikey olarak düzenlenmiş) oluşan emayeleme odasının içinde gerçekleşir.
Devridaimli hava akışlı fırınlar, çağdaş tel kaplama işlemleri için kullanılmaktadır. Dolaşımdaki hava akışının yönü, hareket eden telin yönü ile birlikte veya ona karşı olabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Çıkış gazı ekstraksiyonu ve oksidasyon ile kurutma ve kürlemenin entegre edilmesi aşağıdakileri sağlar:

- VOC emisyonlarının azaltılması; ve
- Atık çözücüden optimal enerji geri kazanımı.

Çevresel performans ve işletim verileri
Harici ısıtmadan (gaz veya elektrik) gelen enerji girişi ile solvent yüklü hava arasındaki oran için özel bir ölçüm mevcut değildir. Tesisler tarafından yapılan tahmini değerlendirmeler, kullanılan toplam ısı/enerjinin %40'ının buharlaştırılmış solventlerin katalitik oksidasyonundan geldiğini göstermektedir.

Gazla ısıtılan makinelerde, solvent yüklü hava doğrudan bir gaz brülörüne geçirilir ve burada brülör tasarımı ikincil (devridaim) hava ile yeterli düzeyde bir karışmaya olanak verir ve sonuç olarak oksidasyon meydana gelir. Solvent konsantrasyonunun alt patlama sınırını (LEL) aşmamasını sağlamak için fazla hava verilmesi önemlidir.

Elektrikli ısıtma kullanılarak, solvent yüklü hava, 500 °C'den fazla bir sıcaklığa ulaşmak için ısıtma elemanlarının üzerinden geçirilir. Bu genellikle katalitik oksidasyonu desteklemek için yeterlidir. Her durumda, elektrikle ısıtılan makineler değerli metal katalizörler kullanır. Çözücülerin termal veya katalitik oksidasyonundan sonra, emayeleme odasının tamamen veya kısmen ısıtılmasını sağlamak için hava akımı yeniden sirküle edilir. Egzoz gazı hızları, devridaim havasının kullanımından maksimum enerji verimliliği dengesi sağlamak için diğer endüstrilerdekinden daha düşük olabilir. Hava akımının yeniden sirküle edildiği yerde herhangi bir oksidasyonun gerçekleşmesi önemlidir. Yığındaki oksidasyon yalnızca daha sıcak egzoz havası üretecektir.

Çok ince emaye teller için kullanılan çağdaş fırınlar, radyasyon veya kombine radyasyon ve dolaşımdaki hava akışı/konveksiyon yoluyla ısı transferiyle çalışır.

Emaye odası, tipik olarak, emaye besleme sisteminden herhangi bir kaçak emisyonun yakalanmasını sağlamak ve herhangi bir bozulma ürününün veya yanma ürününün işyeri havasına girmesini önlemek için atmosfer altı (negatif) basınç altında tutulur.

Çapraz ortam etkileri
Yüksek VOC yok etme oranlarını korumak, VOC emisyon mevzuatına uygunluğu garanti etmenin yanı sıra bitmiş teli solvent kalıntılarından uzak tutmak için hayati önem taşır. Bu ana hedef, düşük CO ve NOX emisyonlarını koruma hedefiyle çelişebilir.

Azot içeren emayelerin girişi ve katalizörlerdeki yüksek sıcaklıklar, optimize edilmemiş CO ve NOX emisyonlarına neden olabilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak sargı teli tesislerinde uygulanabilir.

Çok ince emaye teller için kullanılan modern fırınlar, radyasyon veya kombine radyasyon ve dolaşımdaki hava akışı ile çalışır.

Ekonomik boyut

Tam bir hat için satın alma maliyetinin kabaca bir tahmini, 120 000 Avro ile 250.000 Avro arasında bir aralık vermektedir ve hat başına ortalama 200 000 Avroya kadar çıkabilir (2017 yılı verileri). Bu büyük değişkenlik, boyut ve yerleşim açısından makinelerdeki önemli farklılıkların sonucudur. Belirli kablo boyutları için herhangi bir özel hat tasarımı bu ortalama değerden uzak olacaktır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Yerel çevre mevzuatı.
- Kokuların önlenmesi.
- Entegrasyon nedeniyle azaltılmış çalışma alanı ve süresi.
- Enerji geri kazanımı ile birlikte VOC'lerin entegre imhası nedeniyle gaz çıkarma ve arıtma maliyetlerinin düşürülmesi.

Örnek tesisler

Veri toplama çalışmasında tüm sargı tel tesislerinde uygulanmaktadır.

Referans literatür

[173, EWWG 2017] [155, TWG 2016]

10 METAL AMBALAJ KAPLAMA VE BASKI

10.1 Metal ambalajların kaplanması ve basılması hakkında genel bilgiler

[159, MPE 2017]

Avrupa'daki tüketici sert metal ambalaj endüstrisi, 177.000'den fazla kişiyi istihdam eden 760'tan fazla şirketi kapsamaktadır. Üye şirketlerin toplam %90'ı küçük ve orta ölçekli işletmelerdir. Bu işletmelr toplamda içecek, gıda, sağlık ve güzellik, ev ve endüstriyel pazarlar için her yıl yaklaşık 98 milyar birim mal üretmektedir.[33].

Metal ambalaj endüstrisi, hammaddeleri metal kaplara ve perakendecilere tedarik eden paketleyici/dolgu için kullanılan bileşenlere dönüştürür.

Metal ambalaj çelik ve alüminyumdan üretilir ve genellikle yiyecek ve içecek işleme, ürün koruma ve depolama ve nakliyeyi kolaylaştırmak için kullanılan kutular, bileşenler ve variller olarak adlandırılır. Bu ambalaj, çok çeşitli farklı ürünler için kullanılır, örneğin:

- yiyecek ve içecekler;
- süt ürünleri;
- boya;
- kozmetik;
- farmasötikler;
- kimyasallar;
- madeni yağlar.

Metal ambalajın çok çeşitli üretim teknikleri vardır, ancak öncelikle kabın önce şekillendirilip daha sonra kaplama ve baskı işlemi uygulamasının bitmiş şekil üzerinde gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği veya bitmiş ürün şeklindeki kaplama ve baskının düz levhalara montajdan önce gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği şeklinde özetlenebilir.

Bitmiş şekillendirme işlemine genellikle kaplama ve yuvarlak baskı denir ve bu, endüstriyel varilleri, bira ve içecek kutularını ve bazı aerosol kaplarını kapsar. Düz levhalar üzerine kaplama ve baskı, daha geniş bir ürün yelpazesini kapsayan daha eski bir süreçtir. Bu daha esnek bir sistemdir ve bazılarının koruyucu onarım gerektirebilmesine rağmen, bir üretim birimi farklı tekniklerin bir karışımını gerçekleştirebilir. Bunlar, tüm ana tekniklerin ve ürünlerin listelendiği Tablo 10.1'de yansıtılmıştır.

Konteynerin üretiminden sonra, daha sonra konteynerin doldurulduğu ürün üreticisine nakledilir ve daha sonra doğru tipte bileşen (kutu ucu, kapatma veya taç) kaba mekanik olarak bağlanır, böylece dolu bir paket üretilir.

[33] Verilen 2019 yılının Nisan ayında MPE web sitesinden (www.metalpackagingeurope.org) alınmıştır.

Tablo 10.1: Metal ambalajların kaplanması ve basılması için kullanılan üretim süreçlerine genel bakış

Ambalaj imalat prosesi			Kullanılan substrat	Solvent uygulamaları							Tipik ürünler (verilen liste açık uçlu olup ilaveler yapılabilir
				Sprey	Rulo kaplama (rulolar, levhalar ve kutu dışları)	Doğrudan daldırma uygulaması	Toz sprey	Elektro-kaplama	Bileşik astar	Baskı	
Yuvarlak kaplama ve baskı	2 parçalı duvar ütülü teneke kutular		Çelik	X	X	X				X	Yiyecek, evcil hayvan yemleri, içecekler
			Alüminyum	X	X					X	İçecekler
	Darbe ekstrüzyonu		Alüminyum	X	X					X	Aerosoller
	Sanayi tip silindirik tanklar		Çelik	X	X					X	Endüstriyel
Daire üzerine kaplama ve baskı	3 parçalı konteyner	Yiyecek: bakkal ve genel	Çelik	X	X		X			X	Gıda, evcil hayvan maması, aerosoller, içecekler, endüstriyel, genel hat,
		Aerosoller	Çelik	X	X		X			X	Aerosoller ve bazı gıda uygulamaları
		Sanayi	Çelik	X	X		X			X	Endüstriyel, genel hat
	çizilmiş kutular	2 parça çizilmiş	Çelik	X	X					X	Gıda
			Alüminyum		X					X	Gıda
	Bileşenler	Metal kap uçları	Çelik	X	X			X	X	X	Gıda, evcil hayvan maması, aerosoller, içecekler, endüstriyel, genel hat, uçlar ve kapaklar
		Çerçeveler	Çelik		X				X	X	Gıda
			Alüminyum		X				X	X	İçecekler
		Taçlar	Çelik		X				X	X	İçecekler
Kaynak: [159, MPE 2017]											

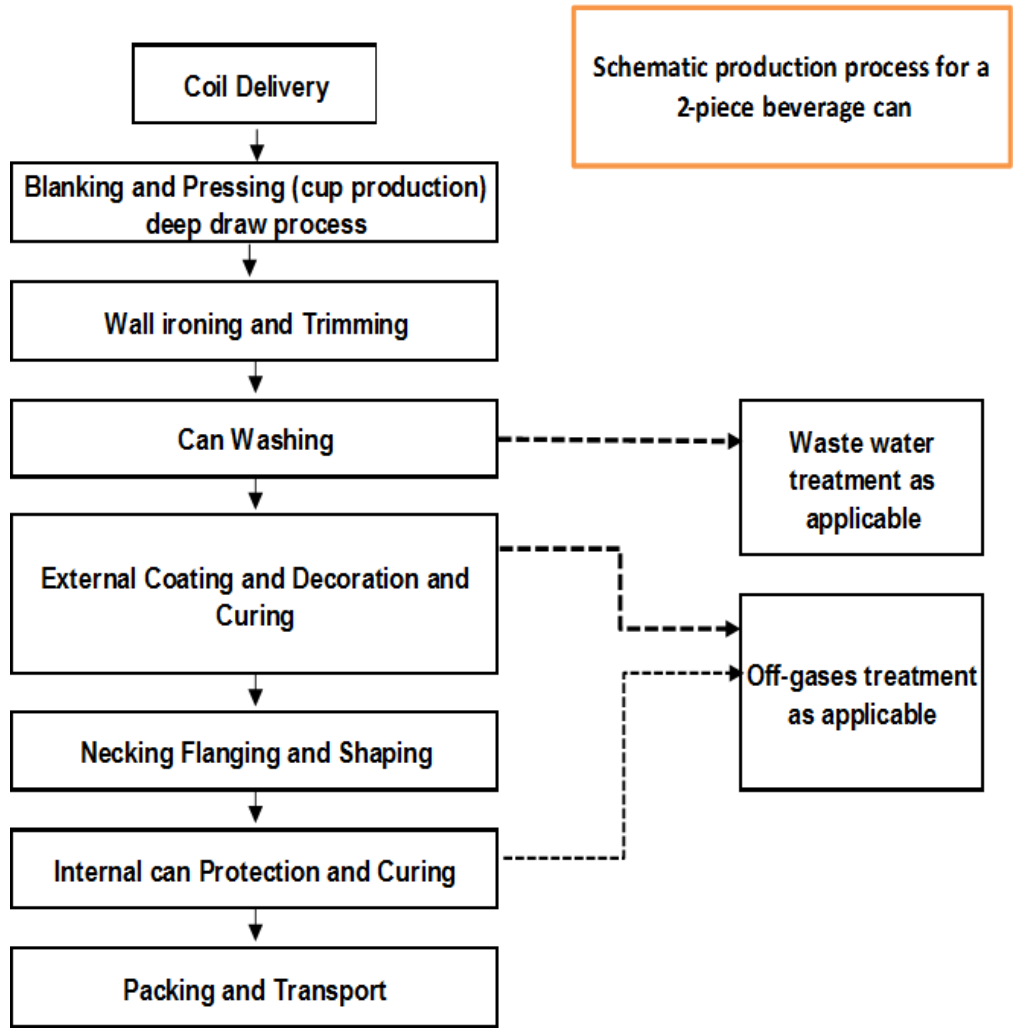
10.2 Metal ambalajların kaplanması ve basılmasında uygulanan prosesler ve teknikler

[159, MPE 2017]

Aşağıdaki bölümlerde ana ürün türleri için üretim süreçleri sunulmaktadır.

10.2.1 İki parça teneke kutu imalatı (çekme ve duvar ütüleme - DWI)

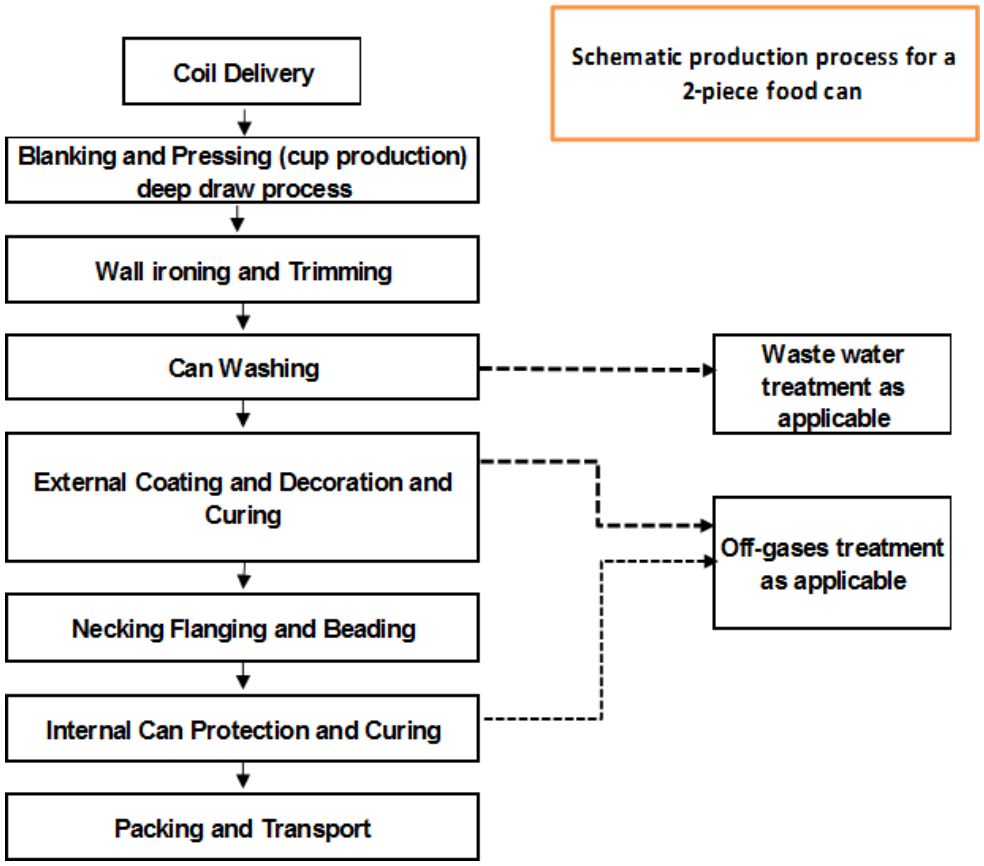
Şekil 10.1, içecek kutuları için şematik üretim sürecini göstermektedir.



Kaynak: [159, MPE 2017]

Şekil 10.1: İçecek kutularının üretim süreci

Şekil 10.2, yiyecek kutularının şematik üretim sürecini göstermektedir.



Kaynak: [159, MPE 2017]

Şekil 10.2: Yiyecek kutularının üretim süreci

Aşağıdaki jenerik açıklama, normalde harici bir baskılı tasarım taşıyan içecek kutularının ve genellikle renksiz şeffaf bir dış kaplama ile tamamlanan ve baskı yapılmayan gıda kutularının imalatını kapsar. Süreç aşamaları arasında taşıma dahil tüm süreç tamamen otomatiktir.

Alüminyum veya kalay kaplı ambalaj çeliği, kesintisiz bobin şeritleri halinde tedarik edilir ve boşlukların damgalandığı ve silindir düzeneklere çekildiği mekanik bir çukurlaştırma presine otomatik olarak beslenir.

Kaseler, kase çeperlerinin çeper ütüleme ile uzatıldığı ve alt profilin oluşturulduğu gövde imalatçılarına (uzun stroklu yatay presler) iletilir. Çeper ütülemeden hemen sonra, kutu çeper uzunluğunun fazla metali kesilir, böylece sabit bir yüksekliğe ulaşılır. Körleme ve kırpma işleminden kaynaklanan hurdalar geri kazanılır ve geri dönüştürülür.

Metal şekillendirme işlemlerinde, ilave yağlayıcı ve az miktarda biyosit içeren su bazlı sentetik bir soğutucu kullanılır, her ikisi de daha sonra kutu yıkayıcıda çıkarılır. Soğutucu ile karıştırılan preslerden gelen hidrolik yağın sıkışma olasılığı da vardır. Soğutucu, filtrelendiği, arıtıldığı ve yeniden kullanıldığı kapalı devre bir sistemdedir.

Düzelticiden çıkan teneke kutular daha sonra fazla yağlama yağının temizlendiği bir teneke yıkayıcıya taşınır. Bu kova yıkama işlemi, alüminyum ve çelik yüzeyler için farklılık gösterir.

Çelik kutular önce ters kademeli bir düzende tekrarlanan püskürtme istasyonlarından geçirilerek suyla temizlenir, daha sonra demineralize su ile durulanır ve son olarak doğal gazla çalışan bir fırında kurutulur.

Alüminyum kutular, demineralize su ile durulamadan önce asit veya alkali sulu çözeltiler kullanılarak ilave ön işlem aşaması ile yukarıdaki sırayı takip eder. Alüminyum kutular sonunda fırında kurutulmadan önce bir hareketlilik arttırıcı uygulanabilir.

Normalde süslenmemiş gıda kutuları, son kutu yıkama aşaması arasında ve kurutma fırınından önce, bir perde kaplayıcı veya yıkama kaplama sistemi aracılığıyla kalkık kutuya uygulanan şeffaf bir dış koruyucu kaplama gerektirir. Kaplanmış kutuların kurutulması ve dış kaplamanın sertleştirilmesi için kutular fırına girmeden önce bir drenaj periyodu uygulanır.

Dış perde/yıkama kaplama sistemi, mümkün olduğu kadar fazla kaplamayı toplamak için tasarlanmış prosese sahip bir devridaim sistemidir.

Kova yıkayıcı, demineralizasyon ünitesi ve yıkama kaplamasından gelen atık su, tahliyeden önce arıtılır. Fırına giren ıslak tenekeler yoluyla doğal bir su taşıması mevcuttur.

Alüminyum için, kutu yıkayıcıdan gelen atık su tahliye edilmeden önce arıtılır ve temizlenmiş arıtılmış su, taze tamamlama suyunun yerine geri dönüştürülebilir.

Kutu temizleme ve kurutma işleminden çıkan atık sıcak hava, bir egzoz bacası aracılığıyla doğrudan atmosfere verilir.

Temizlendikten sonra, kutular otomatik olarak dış dekorasyon için geçirilir. Genellikle ilk adım taban kaplamadır (ancak her zaman değil), ardından ikinci bir dekorasyon adımı gelir. Baz kaplayıcı, döner kutu üzerine bir silindir ofset işlemi yoluyla renkli veya şeffaf bir cila tabakası uygular. Kutular daha sonra bir termal konveksiyon fırınından beslenir.

Baz katın kürlenmesinden sonra, teneke kutular dekoratöre (baskı makinesi) aktarılır ve burada kuru ofset işleminde baskı mürekkepleri kullanılarak dekorasyonun uygulanması sağlanır. Fazla vernik gerekiyorsa son aşama olarak (ıslak üzeri yaş) dekoratör üzerine direk olarak rulo ofset işlemi ile uygulanır.

Alüminyum kutular genellikle başka bir dizi uygulama silindiri ile dış alt kenar üzerinde kaplanır. Bu işlem, teneke dekoratör fırınına girmeden önce yapılır ve kenar verniği, fırında boyalar ve isteğe bağlı aşırı vernik ile birlikte kürlenir.

Dış kaplama ve baskı tamamlandıktan sonra, kutu normal olarak nihai kutu görünümünü vermek için boyunlama, flanşlama ve herhangi bir şekillendirme işlemine tabi tutulur. Kutular ilk olarak, uçları kabul etmek için kutuların boyun çapını azaltan boyunluk/flanşöre taşınır. Boyun oluşturma işlemi basınçlı hava ile desteklenir ve az miktarda sentetik yağlayıcı kullanılır.

Çelik kutular genellikle pas koruması için iç püskürtme uygulamasından önce dış tabanda püskürtme ile kaplanır. Bu alt kat oda sıcaklığında kurur. Kutunun içi daha sonra su bazlı malzemeler kullanılarak havasız püskürtme tekniği ile kaplanır. Bir dizi nozul, cilayı dönen kutuya püskürterek, istenen film ağırlık dağılımının elde edilmesini sağlar. Kutular daha sonra hem iç cilanın hem de alt spreyin nihai sertleşmeyi aldığı bir termal fırından geçirilir.

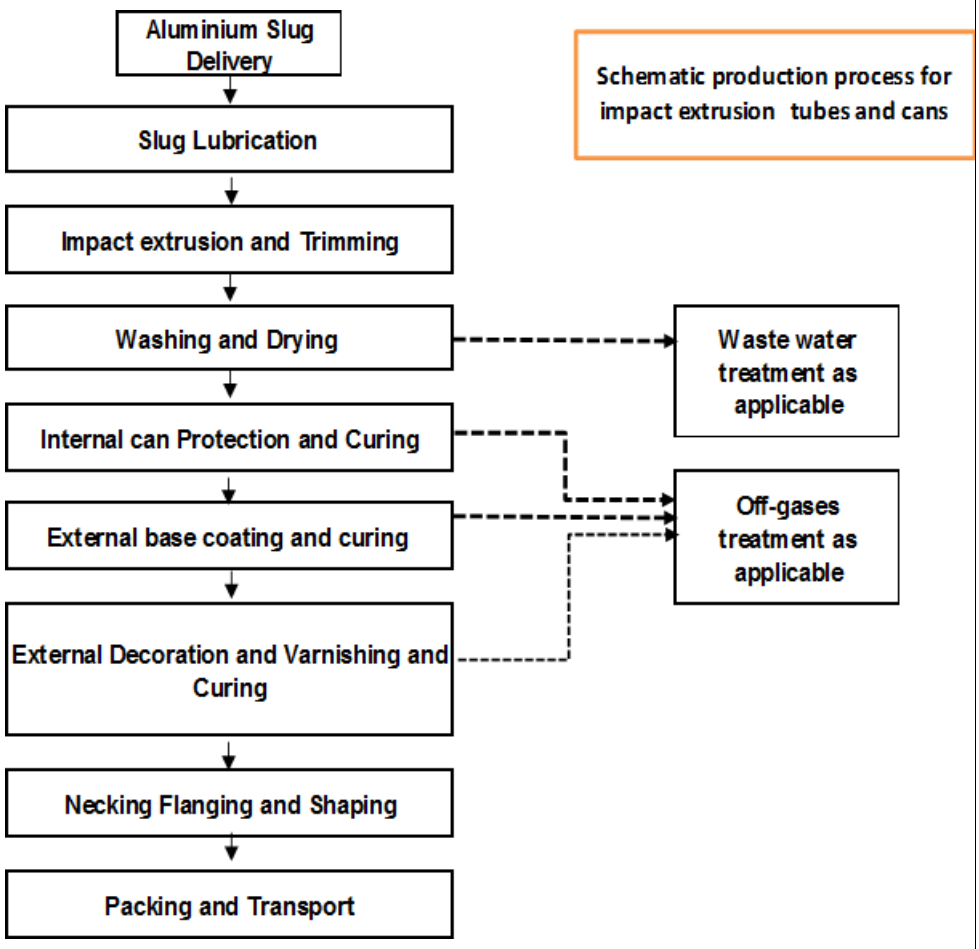
Her cilalama işleminden sonra, kutular hemen 180-200 °C'lik tipik kurutma sıcaklıklarında gazla çalışan bir fırına geçer. Kürleme işleminin emisyonları, fanlar tarafından atmosfere veya azaltma ekipmanına toplanır ve tüketilir.

Gıda ambalaj kutuları, iki parçalı ek bir boncuk oluşturma işlemi içerir. Teneke kutunun endüstriyel gıda işlemi boyunca yuvarlanmasını sağlamak için yapılmış bir yuvarlanma boncuğu vardır ve endüstriyel pişirme işlemi boyunca basınca karşı direnci desteklemek için kutunun tabanına yakın bir yere yerleştirilmiş tek bir kürecik vardır.

Son olarak, paletlemeden önce tüm kutular, inceleme için bir ışık test cihazından ve kameradan geçmelidir. Potansiyel olarak hasar görmüş tüm ürünler reddedilir.

10.2.2 Aerosoller ve katlanabilir tüpler için alüminyumun darbeli ekstrüzyonu

Ekstrüde alüminyum boruların üretim süreci Şekil 10.3'te gösterilmektedir.



Kaynak: [159, MPE 2017]

Şekil 10.3: Ekstrüde edilmiş alüminyum boruların üretim süreci

Konsept olarak, bu işlem iki parçalı kutu yapımına çok benzer. Fark, esas olarak, ilk alüminyum bobinin kabı oluşturmak için "inceltildiği" çekme ve duvar ütüleme (DWI) metal şekillendirme işlemindedir; bu işlem, sabit bir çeper kalınlığına sahip bitmiş bir kaba bir alüminyum külçesi ekstrüde eder.

%99,5 saf alüminyum olan alüminyum külçeler yağlanır ve daha sonra bir dizi yüksek etkili çekme işlemiyle tek bir açık uçlu bir boruya dönüştürülür. Açık uç, gerekli silindir yüksekliğini elde etmek için kesilir ve üretilen trim, geri dönüşüm için toplanır. Diğer ayrı metal oluşturma işlemlerinde, basınca dayanıklılık (aerosol) için kapalı uç içe doğru kubbelenebilir ve ardından plastik bir vida dişi ve kapağı eklemek için delinebilir veya ayrıca bir vida dişi haline getirebilir (son ikisi katlanabilir tüpler içindir).

Oluşan kutu daha sonra artık yağlama yağlarının çıkarılması için sürekli bir yıkayıcıda temizlenir. Temizleme ve dağlama işleminde kullanılan kimyasallar kostik bazlı anyonik deterjanlardan oluşur. Kirlenmiş atık su, kısmen veya tamamen bir kanalizasyona boşaltılabilir ve/veya aşağıda açıklanan kostik yıkayıcı sistemini beslemek için bir duman azaltma aracı olarak yeniden kullanılabilir.

Bunun ardından kutunun içi solvent bazlı veya su bazlı lake malzemeler kullanılarak havasız püskürtme tekniğiyle kaplanır. Bir dizi nozul, cilayı dönen kutuya püskürterek, istenen film ağırlık dağılımının elde edilmesini sağlar. Kutular daha sonra iç cilanın kürlendiği bir termal fırından geçirilir.

Silindirler daha sonra bir baz kaplayıcıya aktarılır; bu sayede, bir gravür veya döner silindirli geleneksel bir ölçüm silindiri sistemi kullanılarak bir silindir tarafından ölçülü bir şeffaf veya pigmentli baz kaplama kaplaması uygulanır. Tipik baz kaplamalar solvent bazlıdır ancak su bazlı kaplamalar da kullanılabilir. Kaplama istasyonundan gelen hava, fan tarafından çekilir ve genellikle yüksek bacalar yoluyla havaya kanalize edilir. Baz kaplayıcıdan, kaplanmış kutular otomatik olarak, çekilen havanın toplandığı ve yüksek yığınlar aracılığıyla doğrudan boşaltıldığı veya azaltma ekipmanına yönlendirildiği bir kurutma/kürleme fırınına geçer.

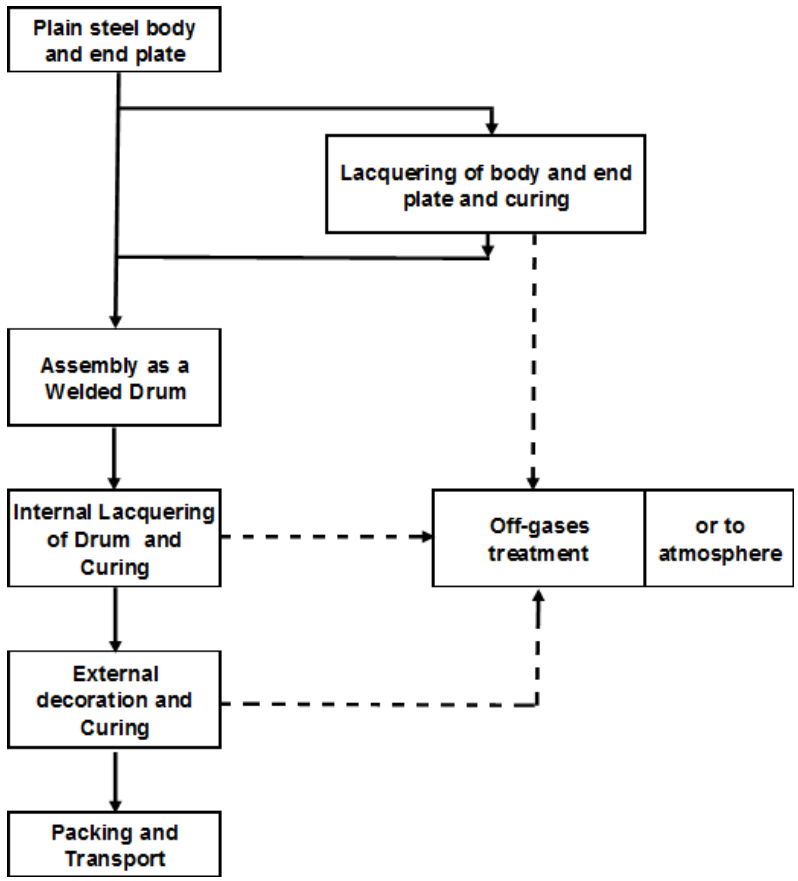
Kurutulmuş taban kaplaması, kuru ofset işlemi kullanılarak çok renkli bir dekoratör aracılığıyla uygulanan sonraki baskılı tasarımın anahtarını sağlar. Silindir kurutma ve sertleştirme için otomatik olarak bir fırına geçmeden önce son işlem olarak koruyucu bir aşırı vernik uygulanır. Kaplar genellikle başka bir dizi uygulama silindiri ile dış alt kenar üzerinde kaplanır. Bu işlem dekoratör fırınında gerçekleştirilir. Bir kostik yıkayıcıdan geçerek havaya kanalize edilen dekoratörden duman tahliyesi ve fırın egzozunun doğrudan havaya veya azaltma ekipmanına ayrı olarak tahliyesi vardır.

Aerosol kutuları için, silindir, bir mineral yağlayıcının kontrollü uygulanmasıyla, daha sonra doldurmaya takılacak olan valf tertibatını kabul etmek için "boyun içine" ve açık ucu kıvırmak için daha fazla reforma tabi tutulur. Belirli aerosol ürünleri için son boyun ve kıvrım işleminden önce vücut şekillendirme de yapılabilir.

Aerosol kabı şimdi bir ışık test cihazında herhangi bir sızıntı için test edilir ve ardından paketleme istasyonuna gönderilir.

10.2.3 Endüstriyel variller

Çelik variller öncelikle endüstriyel kullanım için üretilmektedir. Varil üretim ilkesi, üç parçalı teneke kutu üretim sürecine benzerdir (bkz. Bölüm 10.2.5). Bu üretim süreci Şekil 10.4'te gösterilmektedir.



Kaynak: [159, MPE 2017]

Şekil 10.4: Varillerin üretim süreci

Bir varilin iç yüzeyinin kaplanıp kaplanmayacağı, içine paketlenecek olan mallara bağlıdır. Böylece varillerin sadece gıda amaçlı kullanımı ile sınırlı kalmayıp çeliğe temas etmemesi gereken kimyasallar için de iç kaplama yapılacaktır.

Varil gövdesi düz çelik sacdan kaynaklı olup, üst ve alt paneller kesme ve şekillendirme hatlarında ayrı ayrı üretilmektedir. Gerektiğinde bu şekillendirilmiş varil gövdeleri ve uçları ayrı ayrı iç lake ile kaplanır ve kürlenir. Dikiş makinesinde varilin montajı gerçekleşir. Bu adım sırasında, ayrı bir işlem adımında üstte ve altta henüz yapılmamışsa, dikiş bileşimi uygulanır.

Dikiş işleminden sonra, varilin dış yüzeyi dış kat boyası ile kaplanır ve kaplama kürlenir (dikiş macunu ile aynı anda). Son bir adım olarak, variller, serigrafi veya diğer baskı teknikleri ile daha da dekore edilebilir. Bu işlemde kullanılan mürekkepler genellikle solvent bazlıdır, ancak UV kürleme teknikleri de kullanılır.

Varil iç yüzey kaplamaları genellikle döner diskler (gövde için) veya sıcak havasız püskürtme ile uygulanır. İç kaplamaların çoğu, çelik ve içerik arasındaki gerekli kimyasal direnç nedeniyle solvent bazlıdır ve %45-60 organik solvent içerir. Varilin dış yüzeyinde kullanıla boyalar genellikle sıcak havasız püskürtme yoluyla uygulanır. Bunlar esas olarak solvent bazlıdır ve yaklaşık %45-50 organik solvent içerir. Özel durumlarda, %10'dan daha az organik solvent içeren su bazlı varil dış kaplama boyaları kullanılır. VOC proses emisyonları, deşarjdan önce azaltma teknikleriyle işlenir.

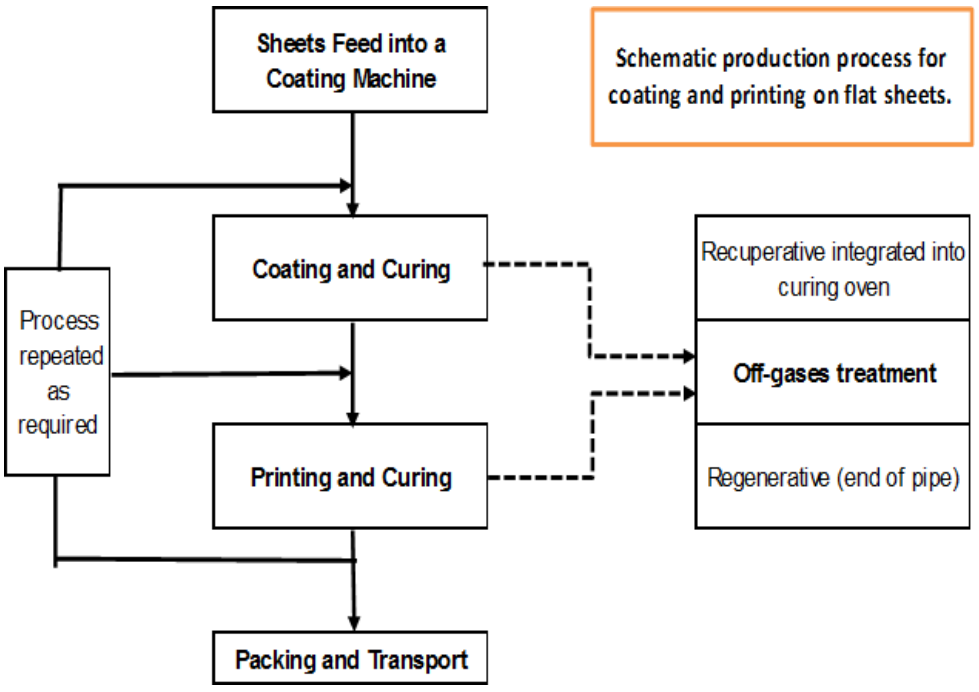
10.2.4 Düz sac kaplama ve baskı

Düz sac kaplama ve baskı işlemleri dört aşamaya ayrılabilir (bu işlemlerin tümü her durum için geçerli değildir):

- iç kaplama;
- dış taban kaplaması veya boyut kaplama, ancak geleneksel baskı doğrudan teneke üzerine uygulanabilir;
- baskı;
- vernik veya üst kaplama.

Solvent bazlı kaplamaların ve mürekkeplerin kürlenmesi, genellikle 150 °C ile 210 °C arasındaki sıcaklıklarda, saatte 6.000 sayfaya varan oranlarda termal fırınlarda gerçekleşir. Hızlar ve sıcaklıklar, sac boyutlarına, kalınlığa ve kaplama özelliklerine bağlıdır.

Düz levha kaplama ve baskı, üç parçalı ve çekilmiş kutular, uçlar veya kapaklar ve kapakların imalatı için sonraki işlemler için gerekli olan ilk ayrı ve farklı işlemdir. Bu süreç, Şekil 10.5'te gösterilmektedir.



Kaynak: [159, MPE 2017]

Şekil 10.5: Düz metal levha üretim süreci

Düz levha baskı ve kaplama işleminde kullanılan alt tabaka malzemeleri esas olarak teneke, elektrolitik krom kaplı çelik (ECCS) ve soğuk haddelenmiş çelik veya alüminyumdur. Malzeme, ya önceden kesilmiş levhaların damıtma parçaları olarak ya da önce kesilmiş levhalar halinde sahada işlenmesi gereken bobinler olarak alınır.

Metal levhalar, çoklu kaplama ve dekoratif uygulamalar ve bazen kür geçişleri gerektiğinden, baskı ve kaplama hatlarından birkaç kez geçebilir. Farklı kaplama dizileri gerçekleştirilir ve paketlenen ürünle ilgilidir.

Kaplama malzemesi, sentetik kaplı bir aplikatör merdanesine aktarılır ve ardından basınçlı bir temas yöntemiyle tabaka üzerine aktarılır. Film ağırlığı, aplikatör silindiri üzerindeki kaplama akışını optimize eden farklı tekniklerle kontrol edilir. Sayfanın alt tarafının kirlenmesini önlemek için, makine bir sıyırıcı ile çalışırken, alt silindire olası kaplama aktarımı kaldırılır.

Baskı hatlarında, istenen renk derinliğini elde etmek için bir uygulama örtüsü üzerine doğru uygulama oranını vermek için mürekkep bir dizi akış kontrol silindiri aracılığıyla aktarılır. Yaygın olarak kullanılan baskı teknikleri, ıslak ofset, kuru ofset ve bazı durumlarda susuz bir litografik işlemdir.

Kaplama ve mürekkep bileşenlerinin birikmesini gidermek için kaplama ve baskı uygulama silindirlerinin periyodik olarak temizlenmesi gerekir. Geçişlerde, kaplama ve baskı makinelerinin daha kapsamlı temizliği, geri kazanılmış solventler de dahil olmak üzere çeşitli organik solventler kullanılarak manuel veya otomatik olarak gerçekleştirilir. Atık organik çözücü genellikle damıtılır ve sahada veya saha dışında yeniden karıştırılır.

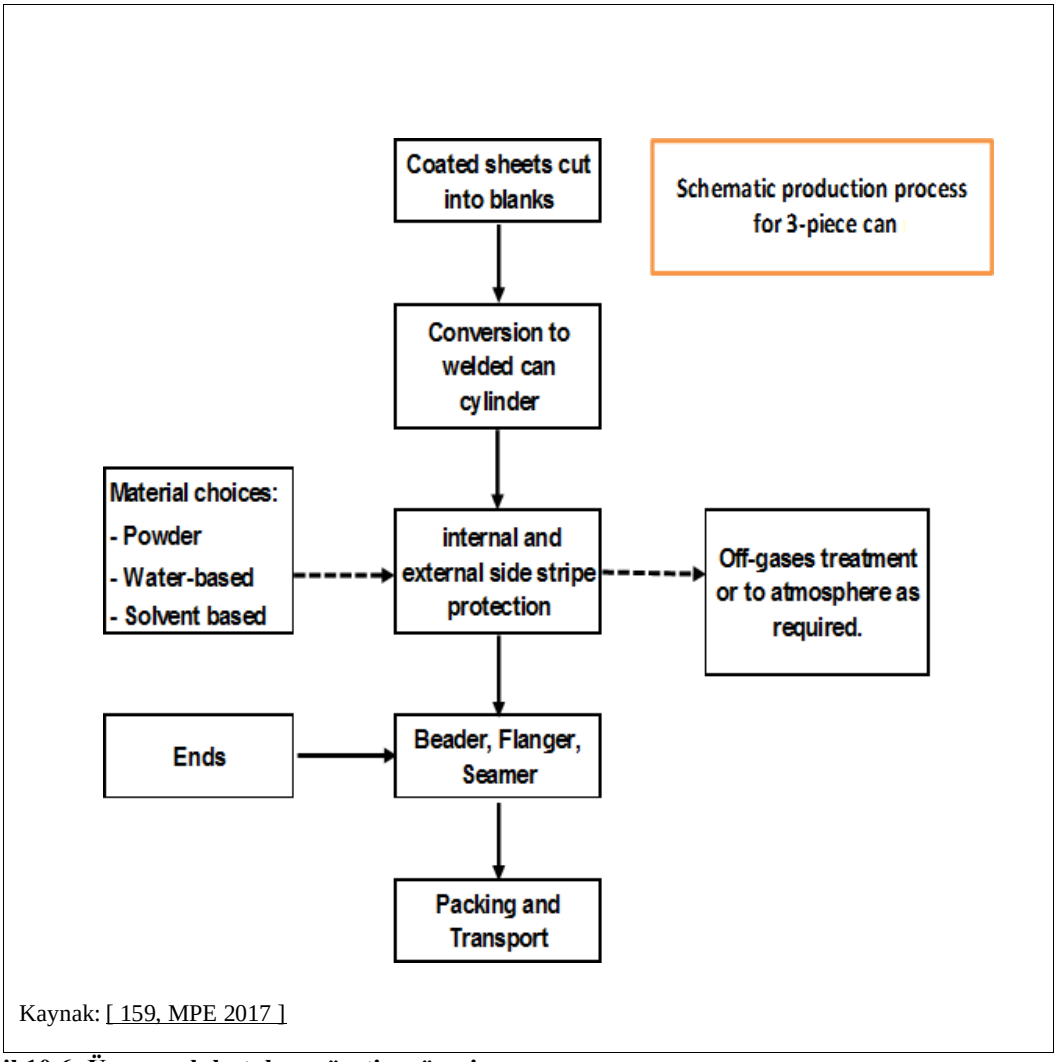
Kaplanmış veya baskılı tabaka daha sonra gerekli sertleştirme sıcaklığına ısıtıldığı ısıl sertleştirme fırınına aktarılır. Uygulanan malzemelerde kullanılan organik solventten gelen VOC'ler, kanallı fırın ve makine davlumbazlarından toplanır ve fanlar tarafından atmosfere atılır veya azaltma ekipmanına gönderilir.

Bunu takiben, kürlenmiş levha ortam havasıyla soğutulur. Bu, malzemelerin birbirine yapışmasını azaltır ve tabaka yığını, işlemin bir sonraki aşamasına daha sonra transfer edilmek üzere istifler üzerine yeniden inşa edilir.

UV ile kürlenen mürekkeplerin ve kaplamaların kullanıldığı yerlerde UV lambaları kullanılır. Bu sayede VOC'ler serbest bırakılmaz, ancak atmosfere verilen düşük bir ozon (ppm) seviyesi oluşturur.

10.2.5 Üç parçalı teneke kutu imalatı

Üç parçalı kutular çeşitli dikiş yapılarına sahip olabilse de kaynaklı kutular, farklı ürün sektörlerinde en yaygın olanıdır. Kaynaklı üç parçalı kutuların üretim süreci Şekil 10.6'da gösterilmektedir.



Kaynak: [159, MPE 2017]

Şekil 10.6: Üç parçalı kutuların üretim süreci

Üç parçalı kutu imalatı, gıda kutuları, boya kutuları, endüstriyel dikdörtgenler ve aerosol kapları gibi çeşitli ürünleri kapsar. Bölüm 10.2.4'te açıklandığı gibi önceden kaplanmış ve/veya dekore edilmiş teneke levhalar, ayrı gövde boşluklarına kesilir. Bu gövde boşlukları genellikle otomatik olarak beslenir, ancak bazen manuel olarak, gövde boşluğunu bir boruya yuvarlayan ve daha sonra düz kenarlı kaynaklı bir silindir üretmek için uzunluğu boyunca kaynak yapan bir kaynak makinesine beslenir. Dilme sırasında, fazla teneke kesilir ve ardından geri dönüştürülür. Yan dikişi birleştirmenin alternatif bir yolu mekanik perçinlemedir. Bazı durumlarda dairesel silindirler başka şekillere dönüştürülebilir; örn. dikdörtgen endüstriyel dikdörtgenler.

Kaynaktan hemen sonra ve henüz kaynak makinesindeyken, üretilmekte olan üç parçanın özelliklerine bağlı olarak kaynağın iç ve dış yüzeyine koruyucu bir kaplama uygulanabilir. Bu koruyucu kaplamaya yan şerit adı verilir ve kabın kullanım amacına bağlı olarak solvent bazlı, su bazlı veya toz kaplama olabilir. Yan şerit verniklerde iç yüze rulo veya havasız püskürtme tabancası, dış yüze püskürtme tabancası, fırça ve rulo ile uygulanır. Herhangi bir fazla püskürtme toplanır ve havaya kanalize edilir. Toz boya durumunda, bunlar elektrostatik olarak uygulanır ve fazla püskürtme toplanır ve geri dönüştürülür.

Kaynak / yan şerit uygulamasının ardından silindirler, uygulanan yan şeridin kürlenmesi için bir fırından geçer. Fırın türleri genellikle ya sıcak hava ya da indüksiyondur ve silindirin kaynaklı alanına lokal ısı uygular. Yan şeritleme fırınından gelen emisyonlar çoğu durumda egzoz bacaları yoluyla doğrudan havaya yayılır ve bazen çıkış gazı arıtma sistemine yayılır.

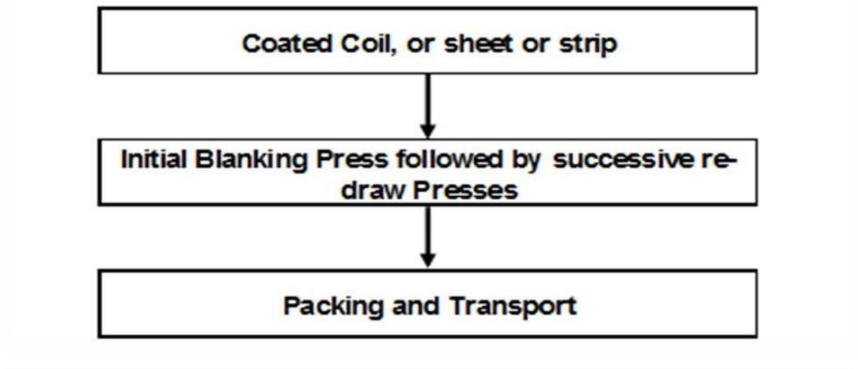
Yan şerit kürlemenin ardından, üç parçalı kutuların (tipik olarak gıda kutuları) bazı özellikleri daha sonra otomatik olarak bir boncuk makinesine beslenir, böylece güçlendirici boncuklar silindirin gövde çeperinde üretilebilir. Bu işlem tamamen mekaniktir ve ek işlem malzemeleri gerektirmez. Kutunun özelliklerine bağlı olarak, boncuklama veya yan şerit kürlemeden sonra, kaynaklı silindirler otomatik olarak boyun ve/veya flanş makinelerine beslenir, böylece silindirin her iki ucu da uç bileşeni kabul etmeye hazır şekilde profillenebilir.

Üretilen gövde daha sonra otomatik olarak daha önce üretilmiş olan uç bileşenin beslendiği ve fabrikasyon silindirin bir ucuna dikildiği bir uç kapama makinesine geçirilir. Boyunlama, flanşlama ve dikiş işlemi de tamamen mekaniktir ve herhangi bir ek işlem malzemesi gerektirmez.

Metal gıda kutuları gibi bazı spesifikasyonlar için, üç parçalı kutu, kullanıcısına yalnızca bir ucu kapatılmış olarak tedarik edilir ve bu durumda, son dikişin ardından paletleme yapılır. Bununla birlikte, boya kutuları, dikdörtgen kutular ve aerosol kutuları gibi diğer üç parçalı kutular ikinci bir dikiş makinesinden geçer ve paletleme öncesinde ikinci bir uç bileşenle mühürlenir.

10.2.6 Çelik ve alüminyumdan iki parçalı haddelenmiş kutular

İki parçalı kutuların üretim süreci Şekil 10.7'de gösterilmektedir.



Kaynak: [159, MPE 2017]

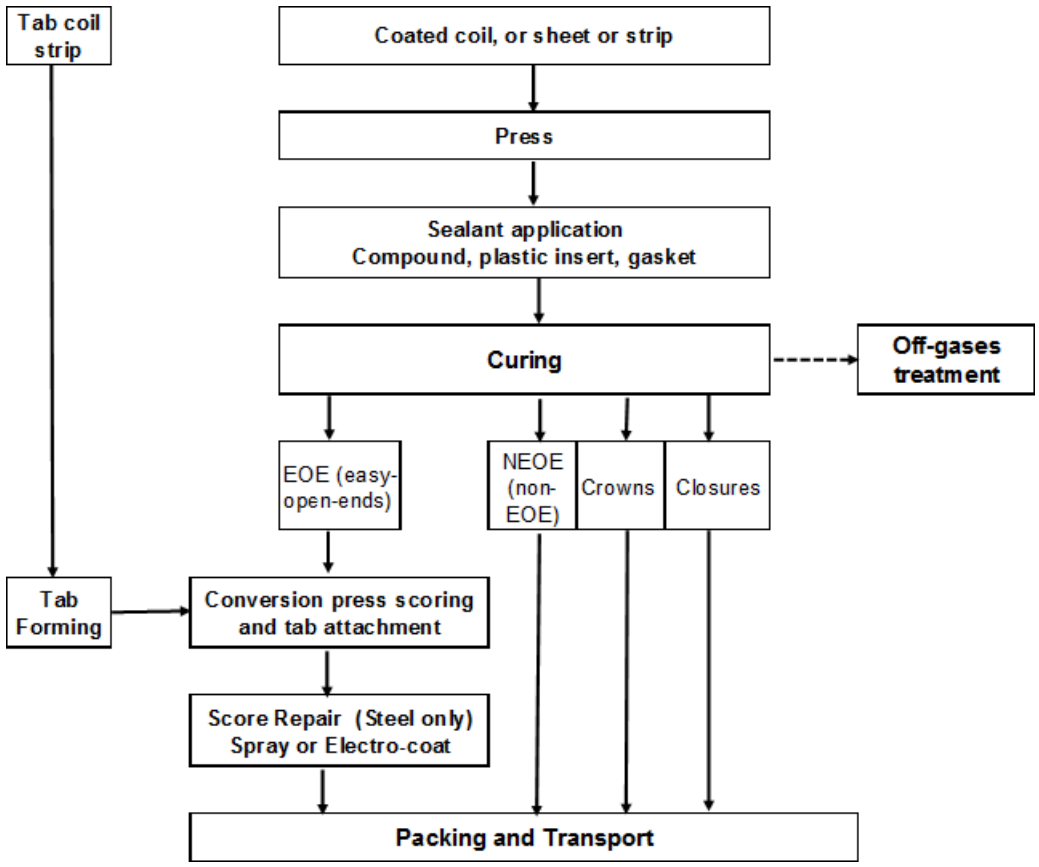
Şekil 10.7: İki parçalı çekilmiş kutuların üretim sırası

İki parçalı haddelenmiş kutular, Bölüm 10.2.4'te açıklandığı gibi önceden kaplanmış rulo, levha veya şeritlerden üretilir. Dikdörtgen şekillerde veya silindirlerde üretilebilirler, ancak konteynerin yüksekliğinde kısıtlamaları vardır. Genellikle balık ürünleri ile kullanılırlar.

İmalat döngüsünde, düz sac uygulama prosesi dışında kullanılan VOC yoktur.

10.2.7 Uç parça, kron ve kapak imalatı

Uçlar, kronlar ve kapaklara ait üretim süreci Şekil 10.8'de gösterilmektedir.



Kaynak: [159, MPE 2017]

Şekil 10.8: Uçlar, kronlar ve kapaklara ait üretim süreci

İmalat, düz veya önceden kaplanmış/dekore edilmiş levhalardan veya alüminyumdan veya kalaylı veya elektrolitik krom kaplı çelikten (ECCS) yapılmış bobinlerden yapılır. Metal imalattan önce önceden yağlanabilir. Metal, ilk yuvarlak boş diskin oluşturulduğu bir damgalama presine beslenir. Bu disk daha sonra hangi bileşen tipine dönüşeceğine bağlı olarak tekrar tekrar yeniden biçimlendirilir: kolay açılır uçlar (EOE); sıhhi veya kolay açılmayan uçlar (NEOE); şişeler için taçlar veya kapaklar veya kavanozlar için kapaklar. Bu bileşenler genellikle yuvarlaktır, ancak dikdörtgen EOE ve endüstriyel bileşenler de olabilir. Ayrıca: üç parçalı aerosol kutuları için yapılmış koniler ve kubbeler, boya için kaldıraç kapakları gibi diğer endüstriyel bileşenler ve sıvı ürünler için dikdörtgen dökme bileşenleri gibi diğer özel kapatma mekanizmaları da mevcuttur.

Profili tamamlamak için çoklu şekillendirme işlemleri gerçekleştirilir. Tamamlanan bileşen kabuğu daha sonra bir dolgu macununun (bazen bir kaplama bileşiği olarak anılır) veya bir contanın (bazen bir bileşik olarak anılır) uygulandığı bir kaplama makinesine ilerler. Sızdırmazlık maddesi içinde organik çözücüler bulunabilir.

Kolay açılan uçlar için, kabuk bileşik uygulandıktan sonra, açma özelliğinin oluşturulduğu bir dönüştürme presine geçer; çıkıntı oluşturulur ve ucu tamamlamak için son bir montaj yapılır. Teneke levhadan yapılan kolay açılır uçlar için, uç nokta bir sprey vernik veya elektro kaplama malzemesi ve kürleme için ilgili bir fırın ile onarılır. Bazı sızdırmazlık malzemelerinin ve contalarının, cebri kurutma veya sertleştirme için bir fırından geçirilmesi gereklidir. Tamamlandıktan sonra uçlar, kronlar veya kapaklar paketlenir ve müşterilere gönderilmek üzere paletlenir.

10.3 Metal ambalajların kaplanması ve baskısındaki mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

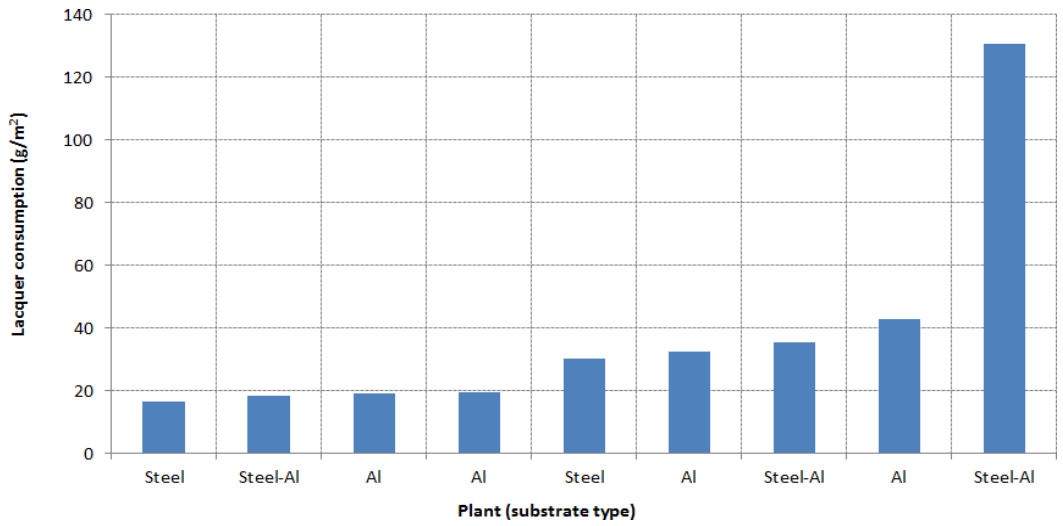
Toplamda 17 tesise ait veriler sunulmuştur. Metal ambalaj, IED hükümlerine uygunluğun gösterilmesi için solvent azaltma planının uygulanmasının yaygın bir uygulama olduğu bir sektördür. Örneğin, mevcut veri toplama çalışmasında, çalışmaya katılan tesislerin yarısından fazlası azaltma planını uygulamaktadır. Azaltma şeması (RS), düşük organik solvent içeriğine sahip hammaddelerin kullanımına dayalı olarak genellikle VOC'lerin eşdeğer bir emisyon azaltımının elde edilmesini gerektiren IED hükümlerine uygunluğu göstermek için alternatif bir metodolojidir. RS uygulayıp uygulamadığına bakılmaksızın tüm tesisler için veriler aşağıdaki bölümlerde sunulmakta ve değerlendirilmektedir [155, TWG 2016].

10.3.1 Tüketim

[155, TWG 2016]

10.3.1.1 Malzemeler

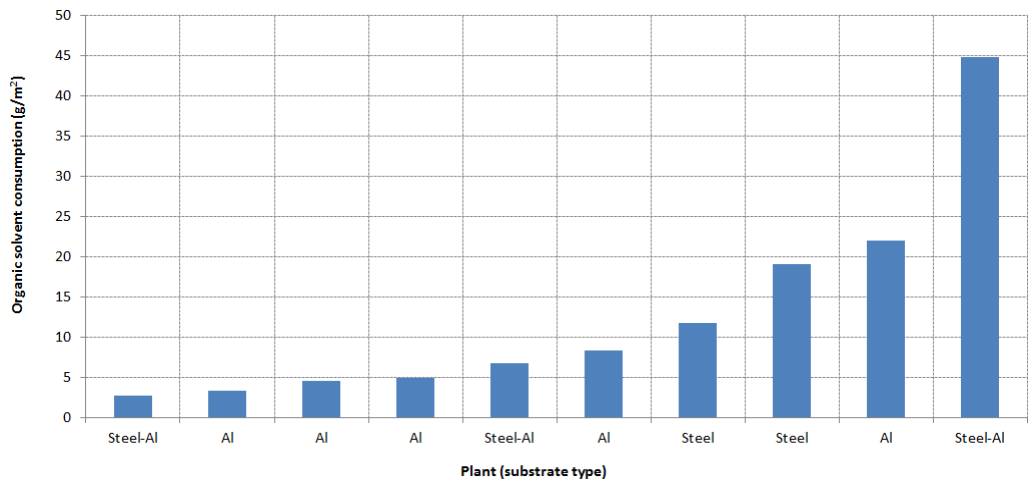
Bildirilen kütle dengesi verileri, ürünün m2'si başına 16 g ile 131 g cila arasında değişen ortalama bir cila tüketimini göstermektedir. Bildirilen değerler Şekil 10.9'da sunulmuştur.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.9: Metal ambalaj tesislerindeki özel lake tüketimi (ürünün m2'si başına düşen gram cinsinden lake tüketimi) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler

Ortalama solvent tüketimi, ürünün m2'si başına 2,7 g ila 45 g solvent arasında değişmektedir. Bildirilen organik solvent tüketim verileri Şekil 10.10'da sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.10:Metal ambalaj tesislerindeki organik solvent tüketimi (ürünün m2'si başına düşen gr cinsinden solvent girişi) - 2013-2015 dönemine ait ortalama değerler

Çeşitli ürünler ve ön ürünlere ait diğer cila ve organik solvent tüketim verileri Tablo 10.2 ve Tablo 10.3'te verilmiştir.

Tablo 10.2: İki parçalı kutu ve kutu kapakları üreten tesislere ait cila ve organik solvent tüketim verileri

Referans Tesis	**1 no.lu tesis**	**2 no.lu tesis**	**3 no.lu tesis**	**4 no.lu tesis**	**5 no.lu tesis**	**6 no.lu tesis**
Substrat	Çelik - Alüminyum	Alüminyum	Alüminyum	Çelik - Alüminyum	Alüminyum	Alüminyum
Cila tüketimi (g/m2), 2013-2015 dönemi ortalaması	18	19	20	35	NA	32
Solvent tüketimi (g/m^2), 2013-2015 dönemi ortalaması	2.7	3.4	8.3	6.8	4.5	5.0
Kaynak: [155, TWG 2016]						

Tablo 10.3: Düz levhaların kaplanması ve basılması için tesislerde cila ve organik solvent tüketim verileri

Referans Tesis	**1 no.lu tesis**	**2 no.lu tesis**
Substrat	Çelik	Çelik
Cila tüketimi (g/m2), 2013-2015 dönemi ortalaması	16	30
Solvent tüketimi (g/m^2), 2013-2015 dönemi ortalaması	11.7	19.0
Kaynak: [155, TWG 2016]		

10.3.1.2 Su

[155, TWG 2016]

İki parçalı DWI içecek kutularının üretimi için bildirilen spesifik su tüketimi değerleri, 1000 kutu başına 90 l ile 110 l arasında değişmektedir.

Su tüketiminin en aza indirilmesi için rapor edilen başlıca teknikler şu faktörlerle ilgilidir:

- su kullanımının kontrolü;
- ters kademeli durulama;
- iyon değişimi kullanımı;
- membran filtrasyonu.

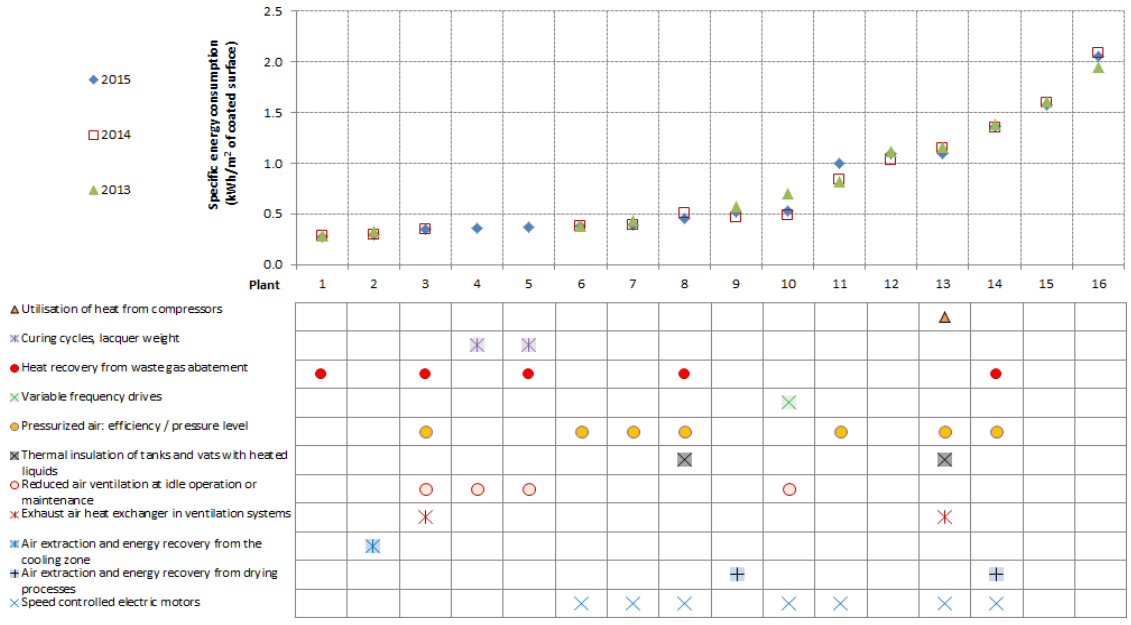
10.3.1.3 Enerji

[155, TWG 2016]

Metal ambalaj tesislerindeki ana enerji girdileri doğal gaz ve elektriktir. Toplam enerji tüketiminin önemli bir kısmı, çıkış gazının çıkarılması ve arıtılması için ayrılmıştır.

Toplam elektrik tüketiminin %30 ila %50'sinin gaz çıkarma ve arıtmaya ayrıldığı, gaz tüketiminin çoğunun (%80'e kadar) termal atık gaz arıtımı için kullanıldığı tahmin edilmektedir.

Spesifik enerji tüketimi için bildirilen değerler Şekil 10.11'de sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.11: 2013-2015 dönemi için kaplanmış yüzeyin m2 başına kWs cinsinden ifade edilen spesifik enerji tüketim değerleri

Tüm tesisler 2 kWs/m2'nin altında spesifik enerji tüketim değerleri bildirmiştir. Ürün türüne göre spesifik enerji tüketiminde önemli farklılıklar tespit edilmemiştir.

Bildirilen başlıca enerji tasarrufu teknikleri şunlardır:

- kurutma işlemlerinden hava çıkarma ve enerji geri kazanımı; bildirilen rakam, 110 000 Avroluk bir yıllık tasarrufa işaret etmektedir;
- havalandırma sistemlerinde egzoz havası ısı eşanjörü;
- kurutma işlemlerinden hava çıkarma ve enerji geri kazanımı;
- Soğutma bölgesinden hava çıkışı ve enerji geri kazanımı;
- basınçlı hava: verimlilik/basınç seviyesi: daha düşük basınç seviyesinin kullanılması ve pnömatik sistemlerin elektrikli kontrol sistemleri ile değiştirilmesi;
- boşta çalışma veya bakım sırasında azaltılmış havalandırma;
- Isıtılmış sıvılarla tankların ve fıçıların ısı yalıtımı;
- Çıkış gazı arıtımından ısı geri kazanımı;
- Değişken frekanslı sürücülerle merkezi gaz tahliyesi;
- Kapatma dönemlerinde oksitleyici ısı tasarrufu;
- kürleme döngülerinin ve cila ağırlığının optimize edilmesi.

10.3.2 Emisyonlar

[155, TWG 2016]

Metal ambalaj tesisleri için emisyon verilerinin sunumunda kullanılan kısaltmalar Tablo 10.4'te sunulmaktadır.

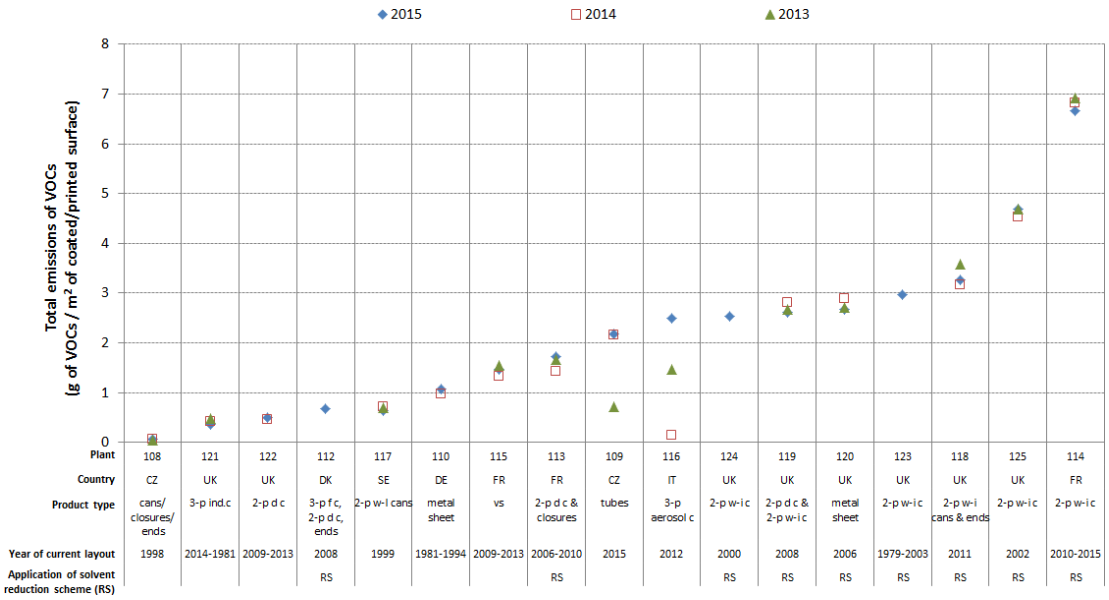
Tablo 10.4: Bu bölümde kullanılan kısaltmalar

Kısaltma	Anlamı
2-p d c	İki parçalı haddelenmiş kutular
2-p w-i c	İki parçalı çeper ütülü teneke kutular
3-p aerosol c	Üç parçalı aerosol kutuları
3-p f c	Üç parçalı gıdayla temas eden kutular
3-p ind. c	Üç parçalı endüstriyel kaplar
vs	Vernikli levhalar
RS	Tesis, IED Ek VII, Bölüm 5 hükümlerine uygun bir solvent azaltma şeması uygulamaktadır

10.3.2.1 Toplam VOC emisyonları

Şekil 10.12, çeşitli ürün türleri (esas olarak iki parçalı haddelenmiş kutular, iki parçalı duvar ütülenmiş kutular, kapak uçları ve kapaklar) üreten tesisler için kaplanmış/baskılı yüzeyin m2'si başına g VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarına ilişkin bildirilen verilere genel bir bakış sunmaktadır.

Bu sektördeki tesislerin önemli bir bölümünün IED Ek VII, Bölüm 5 hükümlerine göre solvent azaltma şemasını (RS) uyguladığını belirtmekte fayda vardır.



NOT:

Kısaltmalar Tablo 10.4'te açıklanmıştır.

116 no.lu tesis için 2014 yılına ait değer etkin çalışma saatlerine, 2013 ve 2015 değerleri ise yetkili çalışma saatlerine dayanmaktadır.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.12: 2013-2015 dönemi için kaplanmış/baskılı yüzeyin m2'si başına g VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

Toplam VOC emisyonlarına ilişkin bazı temel istatistiksel rakamlar Tablo 10.5'te sunulmaktadır.

Tablo 10.5: 2013-2015 dönemi için kaplanmış/basılı yüzeyin m2'si başına g VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri

Parametre	2015	2014	2013	Ortalama (2013-2015)
Ortalama	2.15	2.00	2.27	2.07
Medyan	2.18	1.38	1.61	1.61
Yüzde 25	0.68	0.52	0.72	0.68
Yüzde 75	2.68	2.88	2.93	2.76
Kaynak: [155, TWG 2016]				

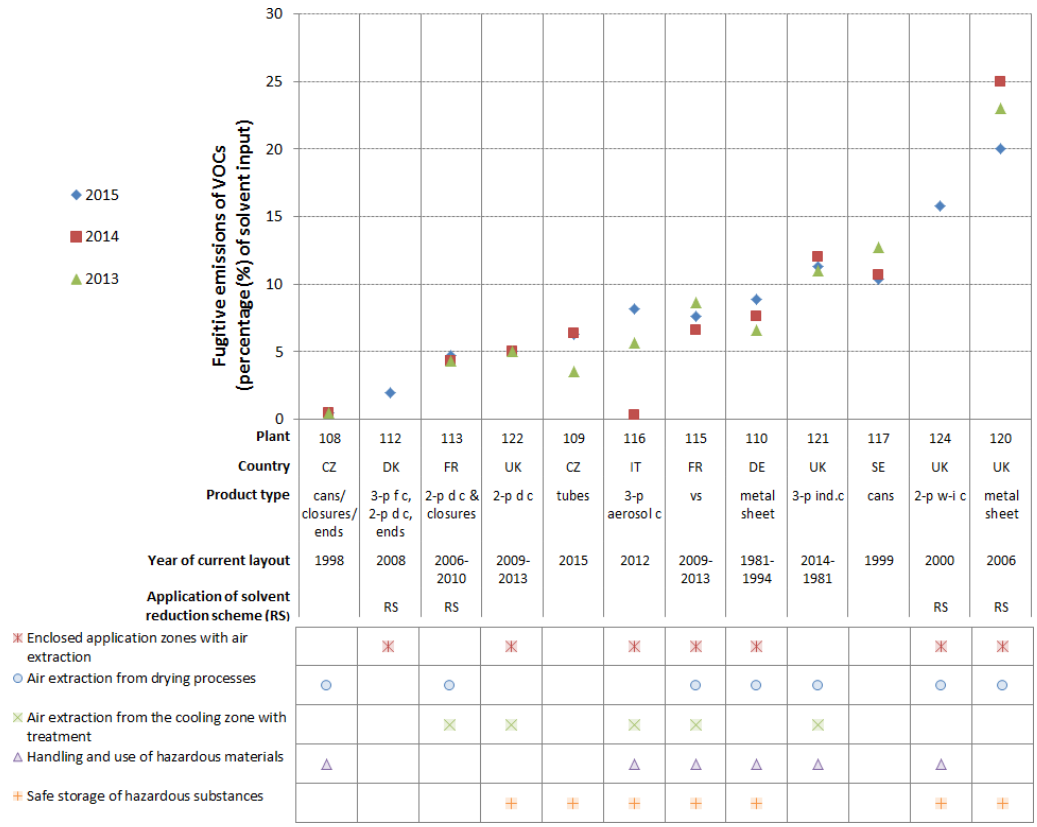
Ürün türüne ve uygulanan azaltma tekniğine göre toplam VOC emisyonları hakkında ilgili sanayi kolu tarafından rapor edilen anonimleştirilmiş ek veriler (herhangi bir ek bağlamsal bilgi olmaksızın) Tablo 10.6'da sunulmaktadır.

Tablo 10.6: Endüstri tarafından bildirilen toplam VOC emisyon değerleri (kaplanmış alanın m2'si başına düşen gram cinsinden VOC)

Spesifik emisyon (g VOCs/ m2 cinsinden kaplanmış alan)	Substrat	Üretim	VOC azaltma/
< 1	Çelik/ Alüminyum	1. DWI • Düz sac kaplama ve baskı	Yakalanan VOC'lerin tam olarak arıtılması
1-3	Çelik	2. DWI • Birden fazla teknoloji içeren imalat (düz sac kaplama ve baskı, üç parçalı kutu yapımı, uçtan yapım, DWI)	Yakalanan VOC'lerin kısmen arıtılması
2-4	Alüminyum	3. DWI • Monoblok	Azaltma yok (azaltma şeması)
5-10*	Çelik	4. DWI • Düz sac kaplama ve baskı	Azaltma yok (azaltma şeması)
* Cila bileşimi ile ilgili özel gereksinimlerin gerekli olduğu sektörlerde spesifik emisyonlar daha yüksek olabilir. Kaynak: [172, MPE 2017]			

10.3.2.2 Kaçak VOC emisyonları

Baskı makinelerinden, kaplama uygulamalarından ve kurutucu ünitelerinden çıkan gazlar genellikle rejeneratif termal oksidasyon sistemlerinde çıkarılır ve arıtılır. Ek olarak, solvent depolama ve işleme ile ilgili tekniklerin uygulanması ve plansız salınımların önlenmesi, çoğu durumda solvent girdisinin %12'sinden daha düşük kaçak emisyonlara neden olur (bkz. Şekil 10.13).



NOT: Kısaltmalar Tablo 10.4'te açıklanmıştır.

116 no.lu tesis için 2014 yılına ait değer, etkin çalışma saatlerine, 2013 ve 2015 değerleri ise yetkili çalışma saatlerine dayanmaktadır.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.13: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları

VOC'lerin kaçak emisyonlarının sınırlandırılması için bildirilen başlıca teknikler şunlardır:

- solventlerin güvenli bir şekilde depolanması ve planlanmamış salınımları önlemeye yönelik tedbirler;
- Tehlikeli maddelerin taşınması ve kullanılması;
- kurutma işlemlerinden hava çıkarma;
- arıtma ile soğutma bölgesinden hava tahliyesi;
- Hava tahliyeli kapalı uygulama bölgeleri.

10.3.2.3 Atık gazlardaki TVOC emisyonları

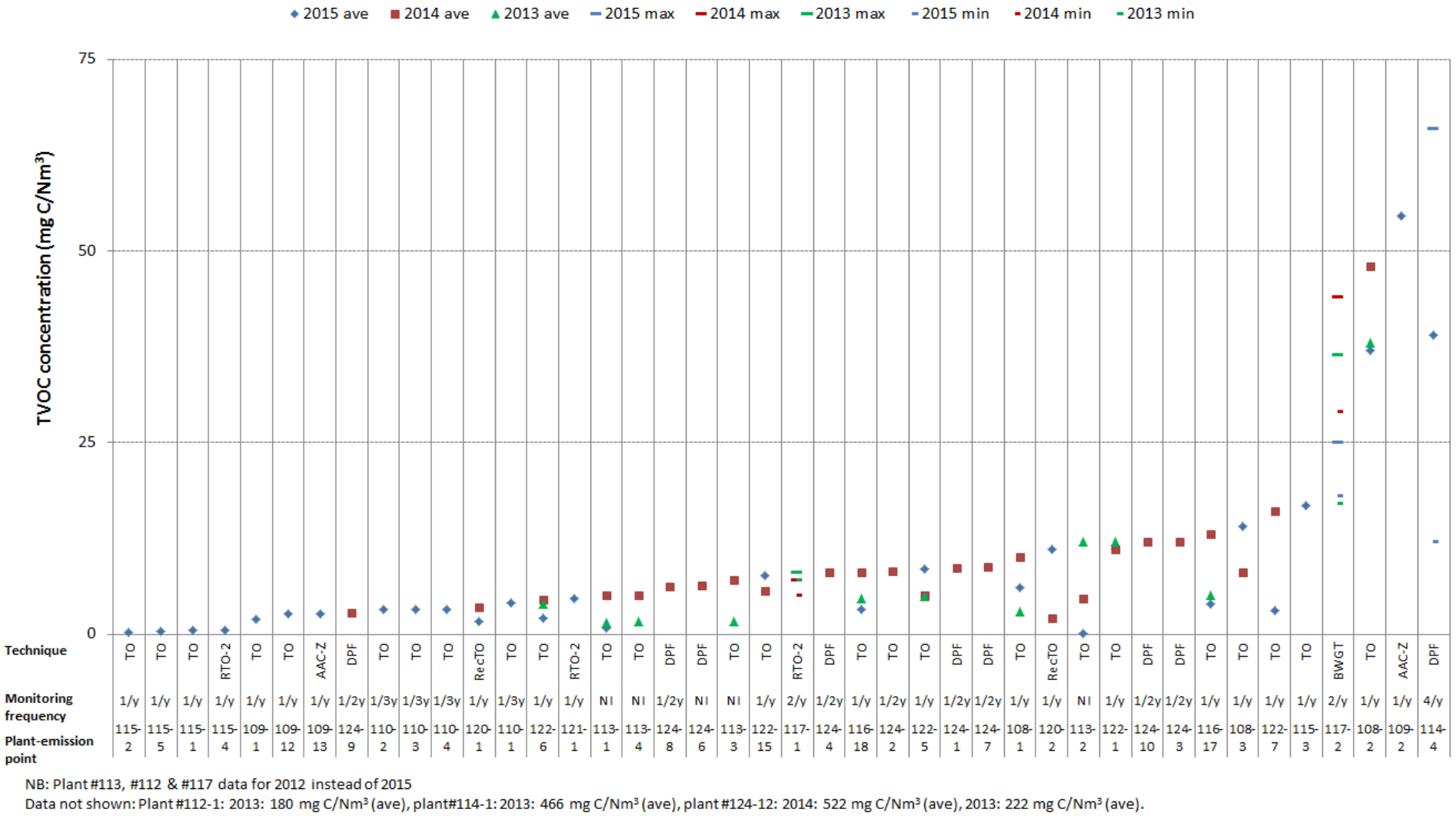
Genel olarak, emisyonun kaynağına (süreç), uygulanan azaltma tekniğine ve giriş (çıkış gazı) konsantrasyonuna bağlı olarak, atık gazlarda 20 mg/Nm3'ün altındaki TVOC emisyon değerlerine ulaşılır. Atık gazlardaki TVOC emisyonları için mg C/Nm3 olarak ifade edilen rapor edilen seviyeler Şekil 10.14'te sunulmaktadır.

Bildirilen verilerin çoğu, her 6 ayda bir birkaç izleme çalışması ve her 5 yılda bir izleme sıklığı olan bir örnekle yılda bir izleme sıklığına atıfta bulunmaktadır. Raporlanan verilerin temel istatistiksel parametreleri Tablo 10.7'de sunulmaktadır.

Tablo 10.7: 2013-2015 döneminde atık gazlarda TVOC emisyonları için bildirilen verilerin istatistiksel parametreleri

Uygulanan teknik	2015				2014				2013			
	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.
		mg C/Nm^3				mg C/Nm^3				mg C/Nm^3		
TO	22	6.1	37.0	0.1	15	10.6	48.0	4.5	12	22.4	180.0	1.5
RecTO	2	6.4	11.1	1.6	2	2.8	3.5	2.1	NA	NA	NA	NA
RTO-2	3	3.7	6.0	0.6	1	6.0	NA	NA	1	7.5	NA	NA
AAC-Z	2	28.6	54.5	2.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DPF	1	39.0	NA	NA	9	65.2	522.0	2.8	1	222.0	NA	NA
BWGT	1	21.5	NA	NA	1	21.5	NA	NA	1	28.0	NA	NA
NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	466.0	NA	NA

NOT:
NA: Mevcut değil / uygulaması yok. NI: Bilgi yok.
Kaynak: [155, TWG 2016]

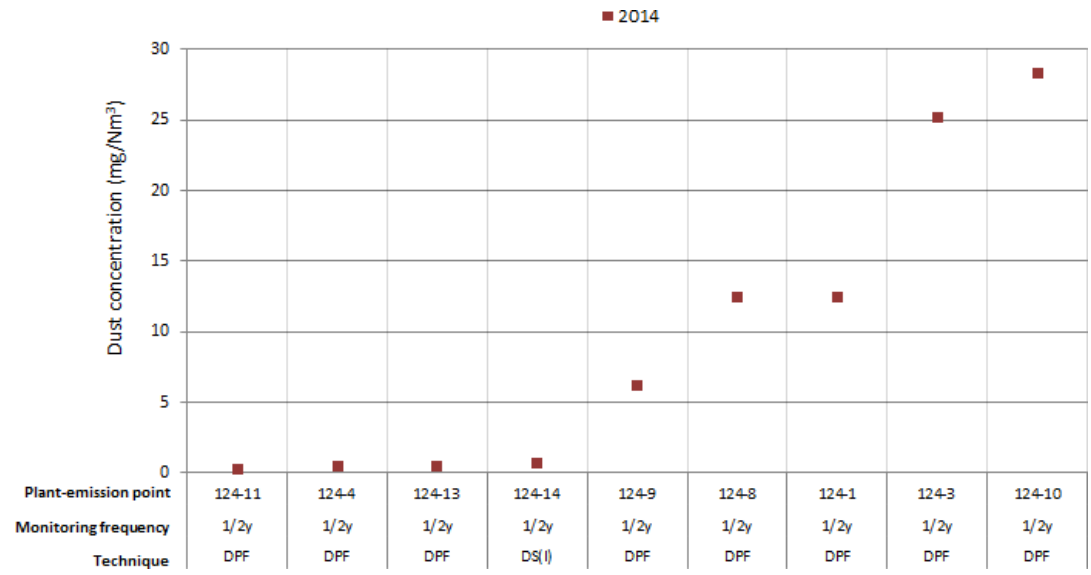


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.14: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları

10.3.2.4 Atık gazlardaki toz emisyonları

Atık gazlar için bildirilen toz emisyon seviyeleri Şekil 10.15'te sunulmaktadır. Bildirilen veriler, her 2 yılda bir rapor edilen izleme sıklığı ile yalnızca bir tesisin çeşitli emisyon noktalarına atıfta bulunmaktadır.

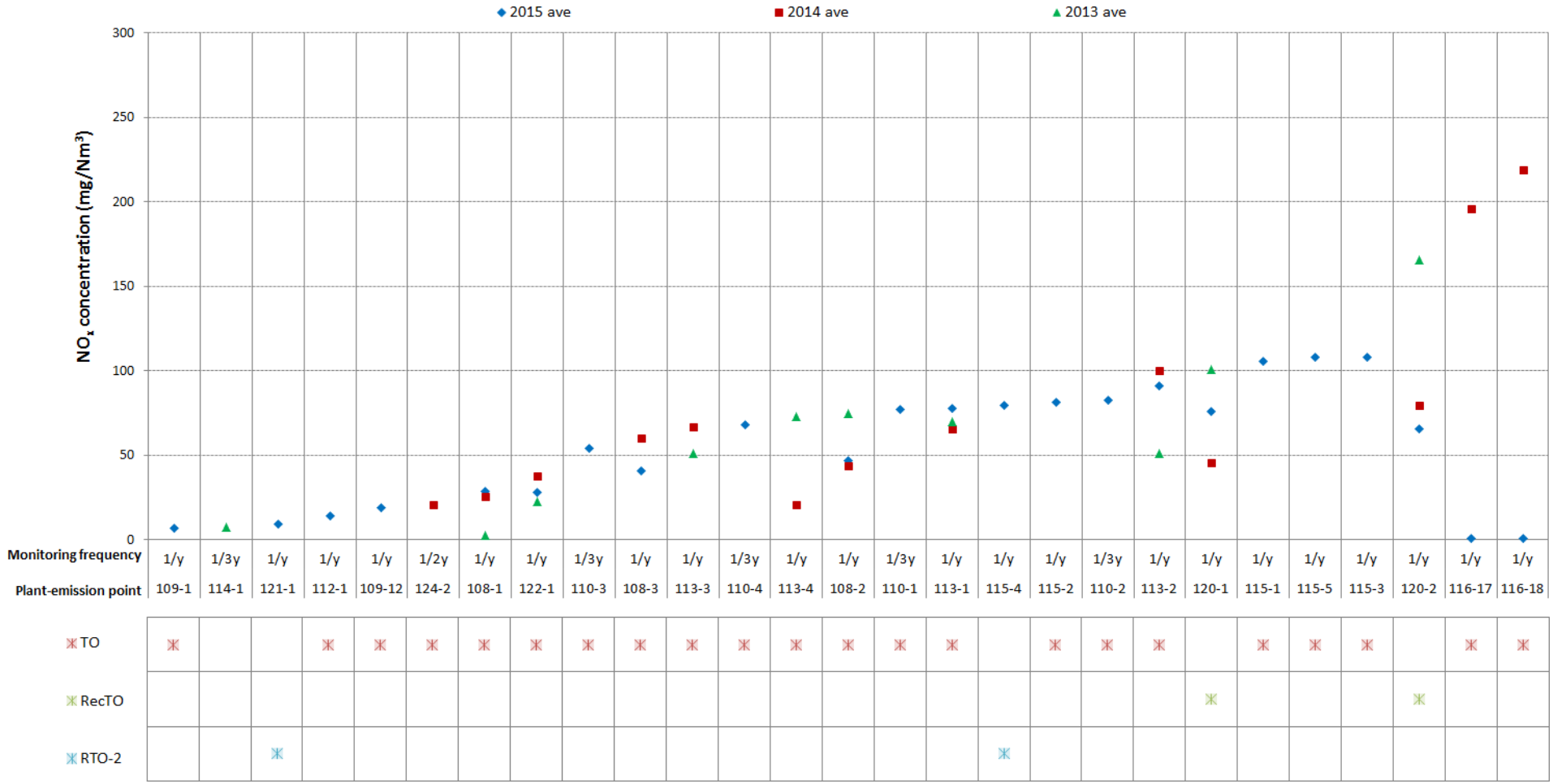


Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.15: Atık gazlardaki toz emisyonları (periyodik izleme) - 2013-2015 dönemi ortalama değerleri

10.3.2.5 Atık gazlardaki NO_X ve CO emisyonları

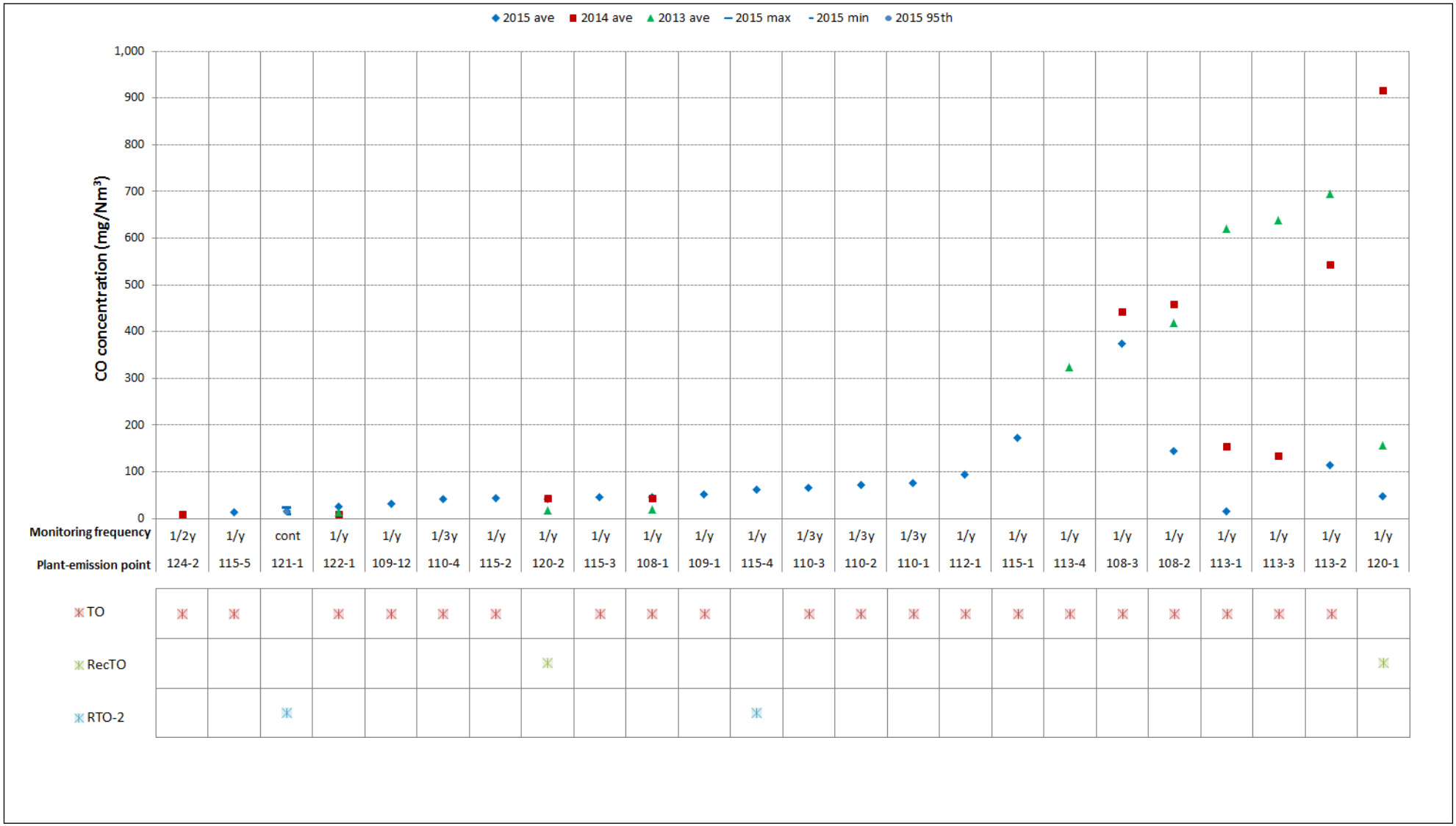
Azot oksitler (NOX) ve karbon monoksit (CO) emisyonları, VOC yüklü atık gazların ısıl işleminden kaynaklanır. Atık gazlarda nitrojen oksit (NOX) ve karbon monoksit (CO) emisyonlarının rapor edilen değerleri Şekil 10.16 ve Şekil 10.17'de sunulmaktadır. Bildirilen izleme sıklığı yılda bir ile 3 yılda bir arasında değişmektedir.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.16: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları

Bölüm 10



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 10.17: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonlar

10.3.2.6 Suya salınan emisyonlar

[155, TWG 2016]

Atık sudaki emisyonlara ilişkin veriler yalnızca üç tesis için sunulmuştur. Bunlardan ikisi, akış aşağı atık su arıtımı ile kanalizasyon sistemine deşarj olurken, üçüncüsü, diğer faaliyetlerden diğer arıtılmış atık su akımlarıyla karıştırıldıktan sonra doğrudan alıcı su kütlesine deşarj edilmektedir.

Bildirilen kirletici konsantrasyon seviyeleri/aralıkları aşağıdaki gibidir:

- KOİ: 293 mg/l (günlük izleme için maksimum değer, yüzde 95: 191 mg/l doğrudan deşarj);
- AKM: 20 mg/l (günlük izleme için maksimum değer, doğrudan deşarj);
- Zn: 0.02-0.091 mg/l;
- Cr(toplam): 0.01075-< 0.046 mg/l;
- F-: 6.1-31 mg/l (iki tesise ait maksimum değerler, doğrudan ve dolaylı deşarj);
- AOX: 0.037-0.795 mg/l (iki tesise ait maksimum değerler, doğrudan ve dolaylı deşarj);
- Al: 0.75 mg/l.

Uygulanan atık su arıtma teknikleri için bkz. Bölüm 10.4.6.

10.3.2.6 Atık üretimi

[155, TWG 2016]

İki parçalı teneke kutuların kaplanması ve basılmasından kaynaklanan atık üretimi

Bildirilen başlıca atık akışları şunlarla ilgilidir:
- atık mürekkepler, cilalar;
- temizlik faaliyetleriyle ilgili atıklar, örneğin: emiciler, filtre malzemeleri, temizlik bezleri;
- boya veya vernik çamurları;
- atıksu arıtmadan kaynaklanan çamurlar;
- boş kaplar ve diğer kontamine ambalajlar;
- Yağ kalıntıları ve yağ ayırıcı atıkları.

Ana atık kategorileri için bildirilen değerler Tablo 10.8'de sunulmaktadır.

Tablo 10.8: İki parçalı kutu kaplama tesislerinde ana atık akışları için bildirilen atık üretimi değerleri

Atık türü	Oluşan atık miktarı (kaplanan yüzeyin m2'si başına düşen atık (gr))
Boya ve vernik çamurları	0.16
Cilalar ve gres	0.22
Mürekkepler, boyalar ve vernikler	0.30
Emici maddeler, filtre malzemeleri, temizlik bezleri	0.21-5.1
Diğer çözücüler ve çözücü karışımları	0.5-1.8
Boş kaplar ve diğer kontamine ambalajlar	5.4
Kaynak: [155, TWG 2016]	

10.4 Metal ambalajların kaplanması ve basılmasına yönelik MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

Bölüm 17'de, metal ambalajların kaplanması ve baskısına da uygulanabilecek teknikler değerlendirilmiştir. Tablo 10.9'da, Bölüm 17'de açıklanan metal ambalajların kaplanması ve basılmasıyla ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmayacaktır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Tablo 10.9: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atıksu üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama prosesleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizlik teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve arıtma	17.10
Atıksu arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

10.4.1 Malzeme-bazlı teknikler

10.4.1.1 Su-bazlı kaplama ve mürekkep sistemleri

Tanımı
Genel bir tanımlaması Bölüm 17.7.2.2'de yapılmıştır.

Elde edilen çevresel faydalar
VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri
Sprey uygulamasından ve kurutuculardan çıkan egzoz havası genellikle arıtılır. Yedek kaplamalar esas olarak çekme ve duvar ütüleme (DWI) kutu kaplama işlemleri için mevcuttur.

Çapraz ortam etkileri
Su bazlı kaplama ve mürekkep sistemlerine geçiş, kurutucular ve termal oksitleyiciler için artan enerji kullanımı (ve dolayısıyla CO2 emisyonları) anlamına gelir. Ancak, VOC emisyon azaltımı yeterliyse ve oksitleyici kullanımı önlenebilirse, enerji kullanımı aynı seviyede tutulabilir veya daha da az olabilir (bkz. su bazlı baskıyla ilgili ECM REF, Ek 14).

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Alüminyum kutular esas olarak su bazlı kaplamalarla (örneğin cilalar) kaplanır.
Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 123, 116, 118, 119, 113, 117 ve 124 no.lu tesisler (dahili spreyleme, baz kat).

.

Referans literatür
[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [29, UKDEFRA 2003] [34, Almanya 2003] [38, TWG 2004] [50, COM 2006] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

10.4.1.2 Sac beslemeli teknolojiye dayalı metal ambalaj üretiminde su bazlı kaplama sistemleri ve bileşikleri

Bu bölümde, DWI olmayan diğer metal ambalajların yanı sıra üç parçalı metal kutular hakkında bilgi verilmektedir.

Tanımı
Genel bir tanımlama için bkz. Bölüm 17.7.2.2.

Teknik tanımlama
Aşağıdaki su/çözücü bazlı kaplama sistemleri, metal ambalajlara aşağıdaki şekilde uygulanabilir:

- Yiyecek, içecek, aerosol ve özel ürünler için üç parçalı kutular;
- üç parçalı kutularda kaynaklı yan şerit koruması; kaynak şeritlerine su bazlı kaplamalar uygulanabilir;
- üç parçalı kutular, kavanozlar ve şişeler için uçlar, kapaklar, kapaklar ve kapaklar;
- iki parçalı DWI olmayan kutular.

Elde edilen çevresel faydalar
- Organik solvent emisyonlarında azalma.
- Solventlere daha az maruz kalma nedeniyle kaplama makineleri operatörleri için azaltılmış sağlık ve güvenlik riskleri.
- yangın ve patlama risklerinin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri
Kaplama işleminden ve kurutuculardan çıkan egzoz havası genellikle arıtılır. Su bazlı kaplama sistemleri donmayan bir ortamda saklanmalıdır.

Çapraz ortam etkileri
- Artan makine temizleme sıklığı ve duruş süresi.
- Ekstrakt sisteminde artan çamur (kondensat ve reçine). Termal kurutma fırınları gerektirir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Su bazlı bileşikler genellikle temin edilebilmekte ve uygulanmaktadır. Islak-kuru uygulamalar sadece kalite parametrelerine tabidir. Bu teknik, metal ambalaj bileşenlerine, kapaklara ve kapaklara uygulanır.

Ekonomik boyut
Proses pompaları ve boru tesisatı yüksek kaliteli çelikten yapılmış olmalıdır. Sıyırıcı bıçakların aşınmasından kaynaklı olarak artan bakım maliyetleri ve artan ekstraksiyon sistemi temizleme maliyetleri söz konusudur. Kurutma fırınları ve yüksek kaliteli dağıtım boru sistemi tedariki için yatırım gereklidir.

Uygulamanın ardındaki itici güç
VOC emisyonlarının azaltılması.

Örnek tesisler
Ardagh Hoogeveen ve Ardagh Deventer, Hollanda.
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 113 no.lu tesis.

Referans literatür
[29, UKDEFRA 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

10.4.1.3 Toz spreyle yan şerit kaplam

Tanımı
Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.7.2.6.
Elde edilen çevresel faydalar
Organik solvent emisyonu olmaması.

Çevresel performans ve işletim verileri
Spreyin elektrostatik kontrolü gereklidir.

Çapraz ortam etkileri
Film ağırlığı, tipik olarak, bir sıvı yan şerit için gerekenin 10 katıdır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Bu teknik, agresif dolum ürünleri için kutuların iç yan şerit koruması için tabaka besleme teknolojisine dayalı metal ambalaj imalatına uygulanır. Kaynak üzerine toz boyalar uygulanabilir ve bunlara 'yan şeritler' denir. Toz boyalar, üç parçalı kaynaklı kutu yan şerit koruması için kullanılır.

Ekonomik boyut
Uygulanan toz maliyetleri, sıvı cilalara göre daha yüksektir.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alanb 112 no.lu tesis (yan şerit toz boya) ve 121 no.lu tesis.

Referans literatür
[29, UKDEFRA 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

10.4.1.4 UV radyasyonuyla kürlenmiş kaplamalar (vernik ve mürekkepler)

Tanımı
Bkz. Bölüm 17.7.2.3. Metal ambalajlarda UV kürleme tekniği için ayrıca Bölüm 10.4.4.1'de de açıklama yapılmıştır.

Teknik tanımlama
UV mürekkepleri aerosoller, gıda kutuları, genel hat kapları, kapaklar ve kapaklar gibi çok çeşitli ürünlere uygulanmaktadır. UV vernikleri ayrıca aerosoller, gıda kutuları ve bazı genel hat kapları için de kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
- Organik solvent emisyonu olmaması.
- Termal kürleme fırınları ve ilgili enerji ve emisyon etkilerinin olmaması.

Çevresel performans ve işletim verileri
UV malzemelerinin kullanımı ve bunların herhangi bir dolgu ürünü için uygunluğu konusunda dikkatli olunmalıdır.

Çapraz ortam etkileri
Ozon salınır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Bu teknik, DWI olmayan diğer metal ambalajların yanı sıra üç parçalı kutular için de uygulanır.

Metal ambalaj için UV mürekkeplerinin kullanımı gıda dışı uygulamalarda artmıştır ve yaygın olarak tabaka besleme teknolojisine dayalı metal ambalaj imalatında uygulanmaktadır. UV lambalı kürleme, geleneksel termal kurutma fırınlarının yerini almaktadır. UV vernik uygulamaları, esneklik ve aşınmaya karşı direnç ile ilgili standartlarla oldukça sınırlıdır.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 112, 121, 122, 123, 116, 118, 119, 114, 120 no.lu tesisler (baskıda sadece UV-kürlenmiş mürekkepler kullanılır) ile 117 ve 124 no.lu tesisler.

Referans literatür
[29, UKDEFRA 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

10.4.2 Kaplamaların ve mürekkeplerin uygulanması

10.4.2.1 Merdaneli kaplama

Tanımı
Düz (levha veya bobin) veya silindirik (kutu) bir alt tabaka üzerine dönen kauçuk merdaneyle kaplama uygulanır. Kaplama kalınlığı, merdane ve alt tabaka arasındaki basınçtaki değişiklikle ayarlanabilir. Metal ambalaj imalatında, rulo kaplayıcılar, içecek kutuları ve monoblok aerosol kutularının dışı için farklı geçişlerde her iki tarafı kaplanmış levhalar için kullanılır (ayrıca bkz. Bölüm 17.7.3.1).

Teknik tanımlama
Bir dizi çelik silindir, kauçuk silindir merdaneyi kaplama malzemesiyle besler. Kauçuk silindirler tabaka ile aynı yönde döndüğünde 30-35 mikrona kadar ıslak film ağırlığı elde edilebilir. Günümüzde kauçuk merdane, bir rakle bıçağıyla birlikte anilox tipi (hücre yapısı) tek bir çelik merdane ile de beslenmektedir. Tabaka beslemeli uygulama ayrıca alt tabakanın altında çelik bir destek silindiri olmasını gerektirir. Levha uygulaması ayrıca levhalar arasında bir sıyırıcı bıçak sistemi ile çıkarılması gereken destek silindiri üzerinde kirlenmeye neden olan bir boşluk oluşacağı anlamına gelir.

Rulo uygulamasında kullanılan ters rulo uygulamasının aksine, tabaka beslemede sadece belirli bir viskoziteye sahip laklar uygulanabilir. Rulo kaplayıcılar, levhalar doğrudan kademeli olduğundan ve bu nedenle bir termal fırın ve/veya UV kürleme adımıyla birleştirildiğinden normalde bir kürleme adımıyla birlikte uygulanabilir.

Silindirik yüzeylerin kaplanması, uygulama silindirinin yüksek dönüş hızı gerektirir ve bu da ıslak cilanın buğulanmasına neden olur. Sonuç olarak, makinenin sık sık temizlenmesi gereklidir. Rulo kaplayıcının kaplama ile temas eden metal kısımları deterjanlı su ile çalışan bir temizleme makinesinde temizlenir. Kauçuk silindirler, yumuşak bir solvent kullanılarak manuel olarak temizlenir.

En yaygın olarak kullanılan malzemeler EPDM (etilen-propilen-dien terpolimer), butil kauçuk ve PU bazlı kauçuktur. Bunların arasında yapılacak seçim birçok faktöre bağlıdır.

Elde edilen çevresel faydalar
Anilox merdanelerin piyasaya sürülmesi, daha iyi üretim marjları ve spot kaplama seçeneği nedeniyle uygulanan cila miktarını azaltmaktadır.

Çevresel performans ve işletim verileri
Verimlilik neredeyse %100'dür. Kaplayıcılar normalde sağlık ve güvenlik nedenleriyle VOC'leri en aza indirmek için hava tahliyesiyle donatılmıştır. Tüm çözücüler fırında ekstrakte edilir ve daha sonra işlenebilir.

Kullanılan kaplamalar, iyi viskozite elde etmek için seyreltilebilir; bununla birlikte, giderek daha fazla kaplama kullanıma hazır hale getirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri
Rulo kaplayıcıyı temizlemek için solventler kullanılır. Ancak günümüzde, kaplama ile temas halinde olan kaplayıcı parçaları için genellikle bir temizleme makinesi kullanılmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Metal ambalajlara yönelik rulo kaplayıcılar, su bazlı ve UV kaplamalar dahil her türlü kaplama için kullanılabilir.

Bazı durumlarda, kaplamanın alt tabaka üzerindeki akışını iyileştirmek için bir aniloks silindir sistemi kullanılır. Ayrıca, besleme silindiri ile hattın silindir kaplayıcısı arasına yerleştirildiğinde yüzeyin ön işleme tabi tutulması mümkündür (örn. alev işlemi).

Ekonomik boyut
Silindir kaplayıcı, bağımsız bir ekipman parçası olmayıp bir fırın ve tabakaları veya kutuları fırın ve silindir kaplayıcı boyunca taşımaya yarayan ekipman içeren bir hattın parçasıdır.

Ek proses ekipmanına ihtiyaç vardır; bu da hattı pahalı hale getirir.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Teknik, levhalarda neredeyse %100 kaplama verimliliğine sahiptir. Çoğunlukla gerekli film ağırlığı tek geçişte elde edilir. Ayrıca üç parçalı prosesler için ihtiyaç duyulan her türlü cila uygulanabildiği için esneklik sunar. Uçların kaplanması, nokta kaplama sayesinde mümkündür ve gövde uygulaması için, rulo kaplayıcı kullanılarak sac üzerinde kaynak marjları yapılabilir.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 121, 112, 108, 122, 123, 118, 119, 114, 120, 117 ve 124 no.lu tesisler.

Referans literatür
[155, TWG 2016] [189, MPE 2017]

10.4.2.2 Elektrostatik destekli hava veya havasız püskürtme

Tanımı
Genel bir tanımlama için bkz. Bölüm 17.7.3.12.

Elde edilen çevresel faydalar
İki parçalı DWI üretimi için iç püskürtmenin uygulama verimliliği %93 ile %97 arasında değişmektedir.

Çevresel performans ve işletim verileri
Fazla püskürtülem malzeme genellikle kuru filtre sistemleri uygulanarak ayrılır. Fazla püskürtmeli kaplama yeniden kullanılmaz veya geri dönüştürülmez.

Çapraz ortam etkileri
Kuru filtreleme uygulanması durumunda atık oluşur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Sıkıştırılmış hava püskürtme, yaygın olarak, iki parçalı DWI kutu imalatı için iç kaplama uygulaması için ve tabaka besleme teknolojisine dayalı metal ambalaj imalatında uygulanır.

Ekonomik boyut
Hedeflenen profil uygulaması ile lake kullanımının en aza indirilmesi.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Çevresel faydalar ve ekonomik nedenler.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 108 no.lu tesis.

Referans literatür
[5, DFIU ve arkadaşları 2002] [29, UKDEFRA 2003] [34, Almanya 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

10.4.2.3 Hava destekli havasız püskürtme

Tanımı
Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.7.3.8. Yan şeritler hava destekli havasız püskürtme tabancaları kullanılarak uygulanabilir. İç kaplamanın uygulanması için hava destekli havasız püskürtme (elektrikli) yaygın olarak kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
İki parçalı DWI kutu imalatında iç mekan spreylemenin uygulama verimi %90'dır. Hedeflenen profil uygulaması sayesinde cila tüketimi minimize edilir.

Çapraz ortam etkileri
Kuru filtreleme uygulanırsa atık oluşur.

Çevresel performans ve işletim verileri
Fazla püskürtülem malzeme genellikle kuru filtre sistemleri tarafından toplanır. Fazla püskürtmeli kaplama yeniden kullanılmaz veya geri dönüştürülmez.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Havasız püskürtme, genellikle iki parçalı DWI kutularının iç kaplaması için ve tabaka besleme teknolojisine dayalı metal ambalajlarda uygulanır.

Ekonomik boyut
Yüksek uygulama verimliliği ve daha düşük hammadde kullanımı; bkz. aşağıdaki 'Uygulamanın ardındaki itici güç".

Uygulamanın ardındaki itici güç
Bu teknik havaya salınan emisyonları azaltır ve uygun maliyetlidir.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 123 ve 124 no.lu tesisler.

Referans literatür
[5, DFIU ve arkadaşları2002] [29, UKDEFRA 2003] [34, Almanya 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

10.4.2.4 Sıvı yan şerit

Bu bölümde yalnızca üç parçalı kutular hakkında bilgi verilmektedir.

Tanımı
Kutu silindirinin kaynaklı bölgesinin dış ve iç bölgelerine bir lake yan şerit uygulanır. Tipik kutu başına film ağırlığı yaklaşık 0,02 g/kutu'dur ve cila türü, kutuyu dolduracak ürünlerin agresif doğasına göre seçilir. Genişletilmiş kalifikasyon paketi testlerinden geçtikten sonra seçici kutu ürünleri için su bazlı malzemeler mevcuttur (bkz. aşağıdaki Örnek Tesisler).

Elde edilen çevresel faydalar
VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

- Su bazlı cilalar, standart kenar şeritleme ekipmanı ile kullanılabilir.
- Solventlere daha az maruz kalma nedeniyle kaplama makineleri operatörleri için sağlık ve güvenlik riskleri azaltılır.
- Azaltılmış yangın ve patlama riskleri.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Su bazlı malzemeler, agresif ürünler için kutuların iç tarafının sıyrılması için uygun değildir.

Ekonomik boyut
Su bazlı ve solvent bazlı tekniklerin maliyeti kabaca aynı seviyededir.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 112 (SB cilasını WB ile değiştirme projesi), 121, 116 (WB) ve 120 no.lu tesisler.

Referans literatür
[29, UKDEFRA 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

10.4.2.5 Perde kaplama

Tanımı
Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.7.3.4.

Teknik tanımlama
Bu, düz (dekoratif olmayan) bir koruyucu kaplamanın gerekli olduğu gıda ürünleri için DWI kutularının dış korozyon önleyici koruması için kullanılan bir kaplama tekniğidir. Kaplama normalde, sonraki üretim ve doldurma sırasında teneke kutunun hareket etmesine yardımcı olmak için bir yağlayıcı içerir. Kaplama, önceden temizlenmiş ve durulanmış yukarı çevrilmiş (taban en üstte) teneke kutuların topluca geniş bir taşıma bandı üzerinde, tekli veya çoklu şelaleler veya seyreltik su bazlı bir "yıkama kaplaması" perdeleri altından geçirilmesiyle uygulanır. Fazla ıslak kaplama, kutulardan bir yakalama ve devridaim sistemine akar, ardından kutu sıvı taşıyıcıyı buharlaştırmak ve kalan katıları koruyucu bir film halinde sertleştirmek için hemen bir fırına girer. Perde kaplayıcı normalde genel kutu temizleme, durulama ve kurutma tesisinin ayrılmaz bir parçası olarak yapılır. Önceki kutu durulama işleminden kutu üzerine sürekli deiyonize su girişi, ultrafiltrasyon ve/veya periyodik olarak konsantre yıkama katı ilaveleri ile yeniden konsantre edilen sistemdeki yıkama kaplamasını seyreltir. Yıkama kaplaması öncelikle su bazlıdır ancak kutu yüzeyinin ıslanmasına yardımcı olmak için küçük bir VOC içeriğine sahiptir.

Elde edilen çevresel faydalar
Su bazlı kaplama malzemelerinin kullanılması solvent içeriğini en aza indirir.

Çevresel performans ve işletim verileri
Gıda kutuları için normal durumda olduğu gibi kutular dekore edilmeyecekse, ters çevrilmiş kutuya bir perde kaplayıcı ile şeffaf bir dış koruyucu kaplama uygulanır. Perde kaplama sistemleri, kapalı döngü yakalama ve devridaim tesisi içerir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Teknik, gıda kutularına harici koruma sağlar. İki parçalı olarak uygulanır ve duvar ütülü (DWI) imal edilebilir.

Ekonomik boyut
Malzemelerin optimizasyonu.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Maliyet ve çevresel fayda.

Referans literatür
[29, UKDEFRA 2003] [38, TWG 2004]

10.4.3 Baskı

10.4.3.1 Tabaka besleme teknolojisi için litografi (ıslak ofset)

Bu bölümde, DWI olmayan diğer metal ambalajların yanı sıra üç parçalı kutular hakkında bilgi verilmektedir.

Tanım
Genel bir açıklama için Bölüm 10.2'ye bakın. Modern litografik baskı makineleri saatte 6.000 yaprağı aşan hızlara sahiptir. Kullanılan baskı renklerinin sayısı tasarıma özeldir, örneğin:

- süt tozu kapları 10/11 renge sahip olabilir;
- Promosyon metal kaplar 13/14 renk olabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Litografik işlemler için kullanılan baskı mürekkepleri tipik olarak %10'dan daha az organik solvent içerir ve bu da düşük VOC emisyonlarına neden olur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Baskı hatları, bir ila altı baskı katından oluşur ve sırayla birden altıya kadar renk uygulayabilir. Bazı tasarımlar dört renkli bir işlem seti ile elde edilirken, diğerleri altı renkli altı renkli baskı seti ile elde edilir. Bununla birlikte, yine de büyük oranda tasarımlar spot renkler kullanılarak elde edilir (yani, tasarımın ihtiyaçlarını karşılamak için belirli bir renk tonuyla eşleşen mürekkep rengi).

Çapraz ortam etkileri
Organik çözücüler tipik olarak doğrudan kurutma fırınlarından havaya dağıtılır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Düz sac ambalaj baskı endüstrisinde kullanılan yaygın teknoloji.

Örnek tesisler
Bu teknik yaygın olarak uygulanmaktadır. [155, TWG 2016]'daki tesisler #112 (UV ile kürlenen mürekkepler), #121 ve #120 (düz tabaka kaplama hatları).
[29, UKDEFRA 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

10.4.3.2 Susuz litografi

Tanımı
Ayrıca bkz. Bölüm 11.4.2.3.

Susuz ofset, mürekkebin yalnızca klişenin görüntü taşıyan kısımlarını kaplamasını sağlamak için su/yağ ayrımı kullanmayan bir ofset baskı tekniğidir: ayırma, özel klişeler ve mürekkepler ile sağlanır. Normal ofsette plaka, görüntü taşıyan yerlerde hidrofobik ve başka yerlerde hidrofiliktir. Yağlı mürekkeplerin resim taşımayan kısımlara yapışmaması için su kullanılır. Susuz ofsette görüntü taşımayan parçalar aynı etkiyi sağlayan bir kaplamaya sahiptir. Suya ihtiyaç yoktur.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu teknik, kaynak ve hammadde tasarrufu sağlar ve nemlendirme çözümlerinden kaynaklanan emisyonlar ortadan kalkar. Dekorasyon değişiklikleri için kurulum süreleri azalır. Dış vernik için malzeme tüketimini azaltmak için, kutuya doğrudan ofset işlemiyle basılabilir ve ardından baskının korunması için ince bir vernik tabakası (şeffaf kat) ile kaplanabilir.

Çapraz ortam etkileri
Tesisin soğutulması için ek enerji tüketimi gerekmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Bu işlem normalde dairesel yüzeyler gibi ürün üzerine baskı yapılmasının mümkün olmadığı durumlarda kullanılır; örnekler içecek kutuları, kapaklar ve ekstrüde alüminyum tüplerdir. Bu teknik, seçilen metal ambalaj ürünleri için uygulanabilir. Yeni kurulumlarda, baskı mürekkebinin uygulanması için gravür silindirleri kullanılmaktadır.

Ekonomik boyut
Presin soğutulması için ek bir maliyet vardır. Mevcut tesisler için yatırım maliyetleri oldukça fazladır.

Uygulama için itici güç
Kimyasal kullanımındaki azalma, işyeri sağlığını ve güvenliğini artırır.

Referans literatür
[5, DFIU et al. 2002] [29, UKDEFRA 2003] [38, TWG 2004]

10.4.3.3 Alüminyum ekstrüde tüp üretimi için susuz ofset litografi

Tanımı
Ayrıca bkz. Bölüm 10.4.3.2. Kürlenmiş taban kaplaması, susuz ofset işlemi kullanılarak çok renkli bir dekoratör aracılığıyla uygulanan daha sonra basılan tasarımın anahtarını sağlar.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu teknik, kaynak ve hammadde tasarrufu sağlar ve nemlendirme çözümlerinden kaynaklanan emisyonlar ortadan kalkar.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Mürekkepler, hazne rulolarına elle kaşıklanır ve hassas bir rulo sistemi, uygulama rulosu üzerindeki her rengi ayrı ayrı hassas bir şekilde ölçer. Genellikle dekoratörde, kostik bir yıkayıcıdan geçtikten sonra havaya kanalize edilen bir duman çıkarıcı bulunur.

referans literatür
[29, UKDEFRA 2003]

10.4.4 Kürleme

10.4.4.1 Metal ambalaj kaplamalarının ultraviyole (UV) kürlenmesi

Tanımı
UV ile kürleme, reçineler arasında çapraz bağlanma ve polimerizasyon oluşturan bir fotokimyasal reaksiyonu başlatmak için ultraviyole ışığın kullanıldığı bir işlemdir. Ayrıca bkz. Bölüm 17.8.5.4.

Teknik tanımlama
UV kürleme, metal ambalaj endüstrisinde baskı ve kaplama için kullanılabilir. Gıda temasıyla ilgili kısıtlamalar olduğu için ana uygulaması kutuların dışı içindir. Düşük sıcaklıklı ve solventsiz bir prosestir. Düşük viskoziteli düşük moleküler ağırlıklı reçineler/monomerler, hızlı bir kimyasal reaksiyon/çapraz bağlanma başlatır. Bu reaksiyon, sözde fotobaşlatıcıların reaktif bölünme ürünlerinin oluşumu ile başlatılır. Bu bölünme işlemi, fotobaşlatıcı belirli bir frekanstaki UV ışığı ile temas halindeyse başlatılır. Farklı kaplama türleri, farklı foto başlatıcılar gerektirir. UV ışığı, son kullanıma ve ilgili foto başlatıcıya bağlı olarak kullanılan tiplerle, katkılı cıva lambaları kullanılarak üretilir. Nihai kullanım, bir içecek kutusunun tabanının kenarı için UV kaplama haricinde, esas olarak düz levhalardır. İşlem solventsiz olmasına rağmen, ozon oluşumu ve kullanılan monomerlerin neden olduğu olası koku problemlerinden kaçınma ihtiyacı nedeniyle ekstraksiyon hala gereklidir. Foto başlatıcının yarılma ürünleri teorik olarak oluşturulan polimerin omurgasına bağlıdır.

Elde edilen çevresel faydalar
UV kürlemede solvent içermeyen laklar / baskı mürekkepleri kullanılır (bkz. Bölüm 17.7.2.3). Uzun bir ısıl fırına ihtiyaç duyan termoset laklara göre daha düşük enerji ile birlikte CO2 emisyonu da önlenir.

Çevresel performans ve işletim verileri
UV kürleme sistemleri genellikle normalde metal ambalaj imalatında kullanılan silindir kaplayıcılarla birleştirilir. Ancak UV uygulaması ve geleneksel gazlı fırınların kombinasyonları da bulunabilir. UV kürleme sistemleri de daha az yer gerektirir. UV vernikleri ve UV baskı mürekkeplerinin metale karşı sınırlı bir yapışması vardır ve bu nedenle bazı uygulamalar için kullanılamaz.

Çapraz ortam etkileri
UV kaplamaların uygulanmasından ve kürlenmesinden kaynaklanan çıkış gazlarının, ozon oluşumu nedeniyle sağlık ve güvenlik nedenleriyle yine de ekstraksiyona ihtiyacı olacaktır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
UV kürleme, gıda ile temas mevzuatına ilişkin kısıtlamalar nedeniyle şu anda kutuların dışıyla sınırlıdır. Ayrıca, sınırlı yapışma nedeniyle elektrolitik teneke üzerine doğrudan uygulama daha zordur. Katyonik kürleme gibi yeni UV reçine teknolojileri koku ile ilgili daha az kısıtlamaya sahiptir ve eski teknolojilere göre daha fazla olası nihai kullanıma sahip olacaktır. UV-LED gibi daha az enerji tüketimi, daha uzun ömür ve daha iyi kürleme kontrolü ile yeni UV ışık kaynakları türleri geliştirilmiştir. Bununla birlikte, LED'lerin daha dar frekans aralığı, cıvalı lambalardan LED'lere geçerken cila modifikasyonları gerektirir. Şu anda, DWI kutuları için yüksek hızlı merdane kaplama uygulamasına uygun UV cilaları mevcut değildir.

Ekonomik boyut
Maliyet, büyük ölçüde UV kürleme ekipmanının mevcut bir hatta mı yoksa yeni bir hatta mı kurulduğuna bağlıdır.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Daha düşük enerji tüketimi, daha düşük emisyonlar ve tipik durumlarda ekonomik nedenler.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 112, 121, 122, 123, 116, 118, 119, 114 ve 120 No.lu (baskıda sadece UV ile kürlenmiş mürekkepler kullanan tesisler) ile 117 ve 124 no.lu tesisler.

Referans literatür
[155, TWG 2016] [189, MPE 2017]

10.4.5 Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması

Çıkış gazlarının çıkarılması ve kaçak emisyonların en aza indirilmesi için mevcut teknikler Bölüm 17.10.2'de tartışılmaktadır.

Kaplama uygulama noktasından ve kurutma/sertleştirme fırınlarından havanın çıkarılması ve işlenmesi yaygın olarak uygulanır.

Aşağıdaki gazdan arındırma teknikleri yaygın olarak uygulanmaktadır:

- oksidasyon: reküperatif ve rejeneratif oksidasyon, bkz. Bölüm 17.10.5;
- aktif karbon veya zeolitler kullanılarak adsorpsiyon, bkz. Bölüm 17.10.6.2;
- kuru fırçalama, bkz. Bölüm 17.10.6.3;
- biyolojik atık gaz arıtımı, bkz. Bölüm 17.10.7.

Örnek tesisler
Yaygın olarak uygulanır. Ayrıntılı bilgi için Bölüm 10.3.2.3'e bakınız.

10.4.6. Atıksu arıtma

Atık su arıtma tekniklerinin genel açıklamaları için Bölüm 17.11'e bakınız.

10.4.6.1 Pıhtılaşma ve flokülasyon

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.11.4.1. Bu genellikle bir kutu temizleyiciden üretilen atık suya uygulanır. DWI kutuları durumunda kullanılır. Çelik kutuların üretimi için, < 2 mg/l'den maksimum 4 mg/l'ye kadar bir boşaltma kalay konsantrasyonu rapor edilmiştir.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016].belgesinde yer alan 114 ve 117 no.lu tesisler.

Referans literatür
[5, DFIU et al. 2002] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

10.4.6.2 Sedimantasyon

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.11.4.2.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 114 ve 117 no.lu tesisler.

10.4.6.3 Nötralizasyon

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.11.1.1.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 114 ve 117 no.lu tesisler.

10.4.6.4. Filtrasyon (ultra ve nanofiltrasyon ve ters ozmoz)

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.11.4.3. Bu teknik, aşağıdaki endüstrilerin ön arıtma işlemlerinden oluşan atık sulara uygulanabilir:

- iki parçalı çekme ve duvar ütülü (DWI) üretebilir;
- tabaka besleme teknolojisine dayalı metal ambalaj imalatı;
- alüminyum ekstrüde boru üretimi.

Örnek tesisler
[155, TWG 2016] belgesinde yer alan 114 ve 117 no.lu tesisler.

10.4.6.5 İyon değişimi

Genel bir açıklama için bkz. Bölüm 17.11.2.5. Bu teknik, atıksu hacmini azaltmak için su tasarrufu sağlayan bir işlem olarak uygulanabilir.

11. HEATSET WEB OFSET BASKI

11.1 Heatset web ofset baskı hakkında genel bilgiler

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [78, TWG 2005]

Ofset, yazdırılan ve yazdırılmayan alanların aynı düzlemde olduğu bir görüntü taşıyıcı kullanan bir yazdırma işlemidir. Baskı yapılmayan alan, suyu çekmek ve böylece yağlı mürekkebi reddetmek için işlenir. Baskı alanı, mürekkebi alıp kauçuk kaplı bir silindire ve oradan da basılacak yüzeye iletmek üzere işlenir. Heatset, basılı malzemeyi ısıtmak için sıcak havanın kullanıldığı bir fırında buharlaşmanın gerçekleştiği bir ofset baskı işlemi anlamına gelir. Çoğu ofset mürekkep buharlaşma yoluyla değil, kağıtta oksidasyon veya emilim yoluyla kurur. Isı seti mürekkepleri istisnadır. Büyük ölçüde buharlaşma yoluyla kuruyan benzersiz ofset mürekkeplerdir.

Havaya emisyonlar, esas olarak mürekkeplerde bulunan organik çözücülerden kaynaklanır. Temizleme ve nemlendirme solüsyonlarında kullanılan solventler (genellikle izopropanol) aynı zamanda önemli VOC emisyon kaynaklarıdır. Mürekkeplerden buharlaşma yoluyla atılan solventler, ısıl oksidasyon yoluyla işlenmeden boşaltılabilir veya yok edilebilir. Temizleme teknikleri, ekipmanı solvent bezle silmekten solventleri geri dönüştürmek için tasarlanmış kapalı temizleme ünitelerinin kullanımına kadar çeşitlilik gösterir.

11.2 Heatset web ofset baskıda uygulanan işlemler ve teknikler

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [78, TWG 2005]

Ofset baskı, planografik bir baskı tekniğidir, yani görüntü ve görüntü olmayan alanların görüntü taşıyıcı ile aynı düzlemde olduğu durumlarda. Baskı yapılmayan alanlar mürekkep tutmaz, baskı alanları ise mürekkep tutmaz. Bu, ofset mürekkebin yağ bazlı olması ve su ve yağ birbirini ittiği için baskı yapılmayan alanların su veya su bazlı solüsyonlarla temiz tutulmasıyla sağlanır. Suya katkı maddeleri genellikle izopropil alkol (IPA) veya izopropil alkol ikameleri/genişleticileri vb.'dir. Bununla birlikte, baskı yapılmayan alanların mürekkep tutmayan bir kaplama ile mürekkepten arındırıldığı susuz baskı da mümkündür [3, IMPEL 2000] [8, İskandinav Bakanlar Konseyi 1998] [38, TWG 2004].

Ofset, çok yönlülüğü, hızı, kalitesi ve maliyet etkinliği nedeniyle kitap, gazete, kırtasiye, oluklu mukavva, poster vb. gibi geniş bir ürün yelpazesi için şu anda en yaygın kullanılan baskı işlemidir. plakalardaki gelişmeler ve kullanım ömürlerinin uzatılması, daha kaliteli ve fotosetleme ile kullanım kolaylığı sağlayan iyileştirilmiş malzemeler.

Ofset makineleri, A3 baskı yapan küçük ofset tabaka beslemeli baskı makinesinden, aynı anda birçok renkle uğraşan 1200 mm x 1600 mm veya daha büyük kağıt beslemeli baskı makinesine, iki metre baskı kağıdına baskı yapan büyük web baskı makinelerine kadar çeşitli boyutlarda gelir. çok yüksek hızlarda geniş. Sürecin çok yönlülüğü, çok çeşitli basılı ürünlerin üretilmesine izin verir [38, TWG 2004].

Modern web baskı makineleri, yalnızca alt tabakanın bir tarafına sekiz renk basmayı değil, aynı zamanda tek seferde her bir tarafa dört renk basmayı mümkün kılan sekiz ünite ile üretilmiştir. Modern presler de artan otomasyon talebini karşılamak için inşa edilmiştir ve yeni presler, plakalar, battaniyeler ve baskı silindirleri için otomatik temizleme sistemleri, plakaları değiştirmek için otomatik sistemler vb. ile donatılmıştır. [8, Nordic Council of Ministers 1998] [38, TWG 2004].

Baskı işleminin türüne, alt tabakaya veya basılan ürünlere bağlı olarak, ofset işlemi ayrıca alt işlemlere ayrılır [3, IMPEL 2000] [38, TWG 2004]:

- tabaka ofset;
- heatset web ofseti;
- soğuk set ofset.

Tabaka beslemeli ve soğuk ofset ofsette kullanılan ofset mürekkepleri, kağıda adsorpsiyon ve oksidasyon yoluyla kurur. Özellikle parlak kağıtta adsorpsiyon, modern hızlı baskı makineleri için çok yavaş gerçekleşir. Emici olmayan kağıda baskı yapan modern yüksek hızlı web beslemeli ofset baskı makineleri bu nedenle cebri sıcak hava kurutma sistemleriyle donatılmıştır; bu ofset baskı işlemlerine 'heatset' denir.

Nemlendirme ünitesi
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [78, TWG 2005] [212, TWG 2018]

Bir ofset makinesindeki nemlendirme ünitesinin görevi, baskı sırasında baskı plakasının yüzeyini homojen bir nem filmi ile ıslatmaktır, böylece mürekkepleme işlemi sırasında plakaya sadece görüntü alanlarında yapışır.

[34] https://www.prepressure.com/printing/processes (2019)

Film nemlendirme üniteleri en yaygın olarak kullanılanlardır. Bunlar, sıvıyı kontrollü ve tutarlı bir şekilde dağıtan bir dizi silindir kullanarak plaka üzerine ince bir nemlendirme çözeltisi filmi yerleştirir.

Bu nemlendirme ünitesi yapısı ya suyla ya da birçok durumda bir su-izopropanol (izopropil alkol - IPA) çözeltisiyle (veya bazı durumlarda etanol - etanolün daha yüksek ozon oluşum potansiyeline (OFP) sahip olduğuna dikkat edin) ile çalışır ve aşağıdakileri kullanır: IPA'nın teknolojik olarak uygun (baskı açısından) özellikleri. Asidik IPA bazlı nemlendirme çözeltileri (normalde 4 ile 5,5 arasında bir pH'a sahip), görüntü olmayan alanlarda duyarsızlaştırma etkisini arttırır ve hidrofilik özelliklerini korur. Yaygın olarak kullanılan diğer katkı maddeleri şunlardır: arap zamkı, korozyon önleyiciler, ıslatıcı maddeler, kurutma uyarıcıları, mantar öldürücüler, köpük önleyici maddeler, vb. [8, Nordic Council of Ministers 1998].

IPA, sudan daha düşük bir yüzey gerilimine sahiptir ve bu nedenle plakayı daha etkili bir şekilde ıslatma kapasitesine sahiptir. Süreç karmaşıktır, ancak ampirik olarak genel olarak daha ince bir nemlendirme çözeltisi filminin bu nedenle klişe üzerinde biriktirilebileceği ve bu da özellikle yüksek kaliteli baskı işlerinde daha fazla kontrole olanak tanıdığı kabul edilmektedir. Kurulum süreleri azaltılabilir, böylece daha az kağıt israfı olur. Baskı daha keskin olabilir ve plaka üzerinde daha az su olması, kağıt esnemesiyle ilgili daha az sorun anlamına gelir.

IPA kullanımının kapsamı ülkeden ülkeye ve baskı makinesinin markası ve modeline, kağıt türüne ve işin zorluğuna göre değişir. IPA sudan daha hızlı buharlaştığından, nemlendirme solüsyonu için sirkülasyon üniteleri ve IPA veya etanol dozajı birçok durumda buharlaşmayı azaltmak için bir soğutma ünitesi ile donatılmıştır. Nemlendirme solüsyonu sürekli olarak prese doğru pompalanır ve fazlalık bir taşma yoluyla kaba geri döner. Kaptaki IPA konsantrasyonu sürekli olarak ölçülür. Konsantrasyon azaldığında IPA otomatik olarak eklenir.

Son on yılda, IPA büyük ölçüde azaltıldı ve/veya IPA içermeyen nemlendirme çözümleri ile değiştirildi. Örneğin, Almanya'da, nemlendirme çözümündeki IPA, Alman 31'e göre 2001 ve 2007 arasında ağırlıkça < %8'e ve 2013'te < %5'e düşürülmüştür. BimSchV [DE yorumu #210 [212, TWG 2018]].

Mürekkepleme ünitesi

[1, INTERGRAF ve EGF 1999]

Ofset baskı makinelerinde bulunan mürekkep birimi, baskı makinesinin boyutuna ve yapmak üzere tasarlandığı işe göre değişir. Büyük baskı makineleri ve kaliteli iş basmak için tasarlanmış baskı makinelerinin mürekkep dizisinde eşit mürekkep dağılımı sağlamak için birçok merdane olması muhtemeldir (20'den fazla merdane olağandışı değildir). Bunlardan üçü veya daha fazlası mürekkebi plakaya uygular, plakanın genişliği boyunca herhangi bir noktada uygulanan mürekkebin miktarı, mürekkep vidalarını elle çevirerek ayarlanabilir veya bu günlerde giderek artan şekilde bilgisayar kontrollü olabilir.

Silindirler çelik, sentetik kauçuk veya poliüretan gibi farklı malzemelerden yapılır veya bunlarla kaplanır. Zaman zaman mürekkebin temizlenerek çıkarılması gerekir.

Kurutma, kızılötesi ısıtma ile hızlandırılabilir veya alternatif olarak, ultraviyole radyasyonla kürlenen özel mürekkepler kullanılabilir [1, INTERGRAF ve EGF 1999].

Temizlik

[38, TWG 2004]

Basılan görüntüye, alt tabakaya ve kullanılan mürekkebe bağlı olarak, lastik örtü üzerinde toz ve tiftik gibi kağıt kalıntıları ve baskı mürekkebi bileşenleri birikebilir. Baskı kalitesi daha sonra düşer, bu nedenle battaniye yüzeyinin temizlenmesi gerekir. Daha küçük ve orta format makinelerde temizlik elle ve ağırlıklı olarak mendil ve temizlik maddeleri ile yapılır. Daha büyük tabaka beslemeli makinelerde, otomatik battaniye temizleme ünitelerinin (temizleme programlı) kullanımı artmaktadır.

Açıkçası, işler arasında görüntünün keçeden çıkarılması gereklidir. Hem manuel hem de otomatik keçe temizliğinde, esas olarak hidrokarbonlar ve su (kauçuk örtü üzerindeki kağıt katıları çıkarmak için) kullanılır. Temizlik maddeleri ağırlıklı olarak naftenik ve alifatik hidrokarbonlardır. Parlama noktası > 100 °C olan ve giderek yüksek kaynama noktasına sahip hidrokarbonlar ve bitkisel yağ esterleri ve/veya hidrokarbon ve bitkisel yağ esterlerinin karışımları kullanılmaktadır.

Bir baskı çalışması (veya vardiya) bittiğinde ve sonraki baskı işi başka mürekkeplerin kullanılmasını gerektirdiğinde, mürekkepleme ünitelerinin (mürekkep silindirleri, mürekkep kanalları) ve baskı ünitelerinin (baskı silindirleri, vb.) temizlenmesi gereklidir. Oksidatif kuruyan baskı mürekkeplerinde, her vardiya sonunda bu tür temizleme çalışmaları da gerekli olabilir. Mürekkep merdanelerini temizlemek için üzerine temizlik maddeleri püskürtülür ve temizlik artıkları silinir. Modern tasarımlı tabaka beslemeli makineler, otomatik temizleme üniteleri ile giderek daha fazla donatılmaktadır. Mürekkep kanallarının temizliği ya elle ya da özel temizleme ünitelerinde, genellikle örtü temizliğinde kullanılanla aynı malzemelerle yapılır [38, TWG 2004].

11.3 Heatset web ofset baskıda mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

Kütle dengeleri – heatset

1999 yılında, Almanya'daki ısıyla sertleştirilmiş baskı tesisleri arasında bir envanterin sonuçları rapor edildi. Bu envanterin sonuçlarından biri, farklı tesislerin farklı birimlerinden alınan performans verilerinin karşılaştırılması ve yasal gereklilikleri, özellikle de o sırada geçerli olan Solvent Emisyonları Direktifi'nin (SED)[35] gerekliliklerini karşılayabilecek sanal bir tesisi simüle etmek için kullanılması olmuştur. Bu sanal tesis mevcut bir tesis değildir, ancak iyi uygulama ve iyi çevresel performansı temsil eden mevcut farklı tesislerden iyi performans gösteren birimlerden alınan bilgilerden oluşur. Bu tesisin yapılandırıması mümkün olabilir.

Bu bölümde, bu envanterden teorik sanal tesisin kütle denklikleri rapor edilmektedir. Gerçek tesisler, mürekkep kapsamı, çalışma uzunluğu, kağıt türü vb. gibi üretim parametreleriyle büyük ölçüde değişebilir. [38, TWG 2004]. Ancak, Tablo 11.1'de [38, TWG 2004] aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- gazdan arındırma işlemi genellikle 900 °C'de değil, 700-800 °C'de uygulanır;
- IPA yüzdesi tanımlanmamıştır: k/k veya h/h.

Sanal tesisin işletim verileri ve üretim koşulları Tablo 11.1 ve Tablo 11.2'de gösterilmektedir. Bu sanal heatset ofset tesisinin kütle dengeleri Tablo 11.3'te gösterilmektedir ve Şekil 11.1 VOC dengesini göstermektedir.

[35] Bazı faaliyetlerde ve tesislerde organik çözücülerin kullanılmasından kaynaklanan uçucu organik bileşiklerin emisyonlarının sınırlandırılmasına ilişkin 1999/13/EC sayılı Direktif, 2010/75 (IED) sayılı Direktifle yürürlükten kaldırılmıştır.

Tablo 11.1: Sanal bir ısı seti ofset tesisinin işletim verileri

Makineler	2 x 32 sayfalık ısıtmalı ofset makinesi; 4 levhadan levhaya ünite; ağ genişliği: 1 260 mm; silindir çevresi: 890 mm; maks. baskı hızı 17 m/s; ortalama hız yakl. Üretimde 13 m/s. Toplam güç kaynağı: 14.8 m/s'ye kadar pres hızı için 1 134 kW; 13 m/sn ortalama pres hızında elektrik tüketimi: 996 kW, yaklaşık: • 2 x 470 kW güç kaynağı matbaa (2 x 295 kW motor güç kaynağı; 2 x 120 kW yardımcı sürücüler (baskı ünitesi, yardımcı agregalar, kontrol); 2 x 19 kW hava püskürtme; 2 x 30 kW makaralı yatak, 2 x 6 kW yeniden nemlendirme ünitesi) • 2 x 6 kW güç kaynağı kağıt makarası taşıma sistemi • 2 x 91 kW güç kaynağı soğutma merkezi
Ürünler	Ticari baskı, ör. reklam takviyeleri; haftalık gazeteler
Baskı substratı	Ortalama ağırlığı yakl. 60 g/m2
Baskı mürekkebi	Isı ile sertleşen mürekkep (20 ºC'de buhar basıncı < 0,01 kPa; mineral yağ içeriği = %35'i, bunun yaklaşık %90'ı kurutucuda buharlaşır
Nemlendirme solüsyonu	Su (maks. 10 ºdH), %8 IPA, %3 diğer nemlendirme solüsyonu katkı maddeleri
Kurutucu	2 x doğrudan yanma (doğal gaz), sıcaklık (kağıt ağ çıkışı): 120-140 °C, atık gaz hacmi akışı yakl. 7 200 Nm3/saat (13 m/s üretim çalışmasında), vantilatör: 72 kW
Çıkış gazı arıtma	1. x rejeneratif termal oksidasyon (termoaktör), yanma odası yakl. 900 °C, VOC yok etme verimliliği: %99. 140 °C'de saflaştırılmış gaz çıkış sıcaklığı; ısı geri kazanımı: %93 termal verim. 2100 kW gaz ile ısıtma, normal çalışma 2 x 700 kW gaz. 2. x 200 kW elektrik talebi (vantilatörler); elektrik tüketimi 1 900 kW/yıl, yardımcı yanma yakl. 15 kW gaz (13 m/s'de; sayfa başına 1,2 g/m2 mürekkep)
Temizlik maddeleri	Elle temizlik için %20 rulo/battaniye (%100 VOC; buhar basıncı 20 °C'de 0,05 kPa) ve temizleme cihazı için %80 battaniye (%0 VOC; 20 °C'de buhar basıncı < 0,01 kPa), yeniden kullanılabilir solvent mendil (40 gram kuru ağırlık/adet)
Kaynak: [7, Germany 2003]	

Tablo 11.2: Sanal ısı seti ofset tesisinin üretim koşulları

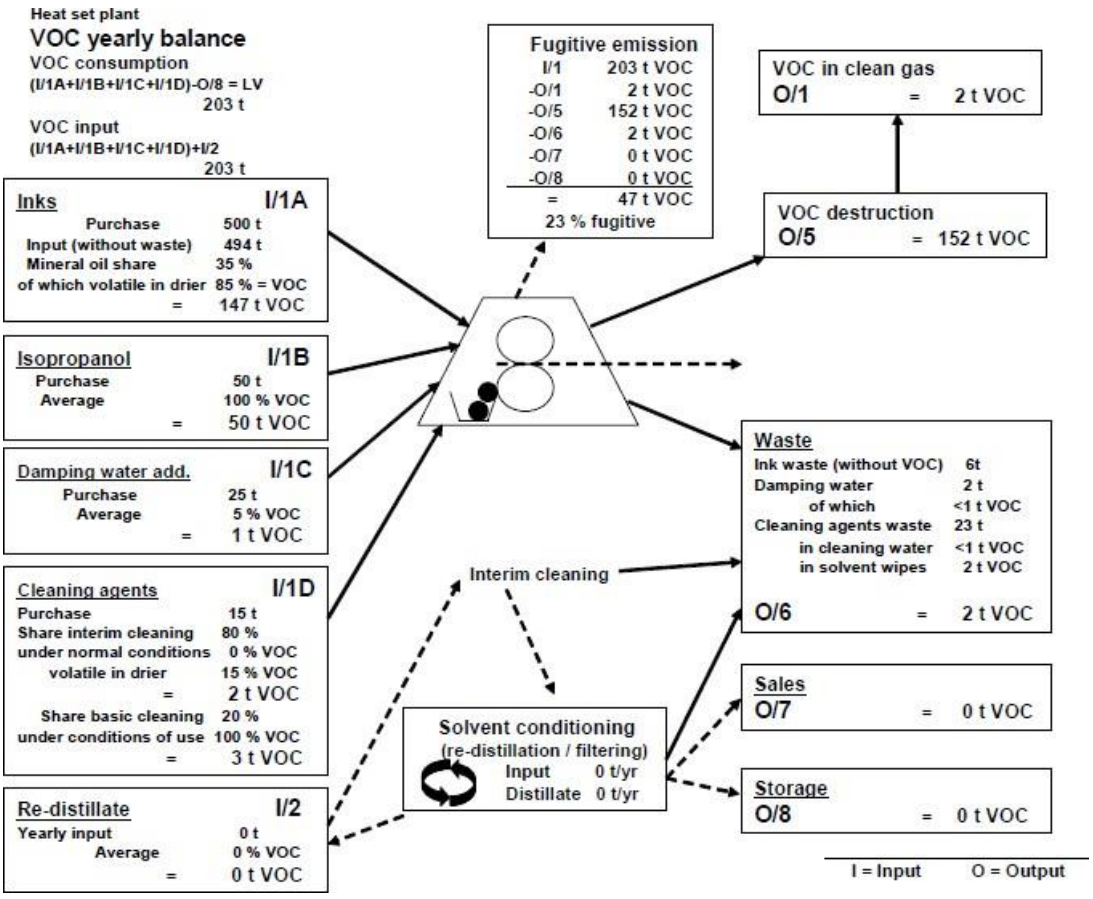
Üretim	5.5 hafta içi 3 vardiya, 280 iş günü x 24 saat = 6.700 yıllık çalışma saati; yaklaşık %30 hazırlık ve servis süresi, yakl. %70 üretim =>4 700 matbaa üretim saati
Ürün:% s	Yaklaşık. Yaklaşık 18.000 ton/yıl ticari baskı. 20 000 t/yıl kağıt girişi ve 500 t/yıl mürekkep girişi
Nemlendirme çözümü	Yaklaşık. 1 025 ton/yıl; 950 ton su, 50 ton IPA ve 25 ton diğer katkı maddelerinden oluşur
Temizlik	Yaklaşık. 15 t/yıl (ara temizlik için %80, temel temizlik için %20) ve 100.000 mendil.
Kaynak: [7, Germany 2003]	

Aşağıdaki Tablo 11.3'teki kütle dengesi, Tablo 11.1 ve Tablo 11.2'de açıklanan sanal tesis için hesaplanır.

Tablo 11.3: Sanal heatset tesisinin giriş ve çıkışı

GİRDİ	Miktarı	Birimi	Açıklamalar	Çıktı	Miktarı	Birimi	Açıklamalar
Malzeme				*Ürünler*			
Baskı substratı	20 000	t/yıl		Ticari baskılar	18 000	t/yıl	Kağıt ve mürekkep
				Atık			
				Kağıt/baskı hataları	2 800	t/yıl	
Baskı mürekkepleri	500	t/yıl	Mürekkepteki mineral yağ konsantrasyonu %35, bunun %85-90'ı kurutucuda buharlaşır [38, TWG,2004]	Mürekkep kalıntıları	6	t/yıl	Mürekkep atığı ve temizlik bezlerinde VOC bulunmaz
Nemlendirme solüsyonu	950	t/yıl	VOC'siz	Nemlendirme solüsyonu kalıntıları	2	t/yıl	%4 VOC
IPA	50	t/yıl	%100 VOC				
Nemlendirme solüsyonu katkı maddeleri	25	t/yıl	%5 VOC				
Cleaning agents	15	t/yıl	Ara temizlik için %80 VOC'siz, temel temizlik için %20 VOC'siz	Temizlik maddeleri ve su karışımı	23	t/yıl	%50 yüksek kaynama noktalı solventler
Temizleme mendilleri	100.000	Adet/yıl	Genellikle yeniden kullanılabilir mendiller, ağırlık yakl. 40 g/adet	Temizleme mendilleri	100 000	Adet/ yıl	%50'si kaçak emisyon olarak buharlaşan %100 VOC içeren 1 ton mürekkep ve 3 ton temizlik maddesi içerir
Toplam VOC	203	t/yıl		Atıktaki VOCler	2	t/yıl	Mendillerde, temizlik maddelerinde ve atıklarda nemlendirme solüsyonu
Enerji				***Egzoz gazı***			
Toplam enerji	27 100	MWs/yıl		Hacim akışı	67.7 x 10^6	m^3/yıl	19 mg $VOCs/m^3$
Gaz enerjisi	13 700	MWs/yıl		Arıtılmış gazdaki VOC'ler	1.3	t/yıl	
Elektrik enerjisi	13 400	MWs/yıl		saflaştırılmış gazdaki NOX	2.7	t/yıl	40 mg NO_X/m^3
: Baskı	8 900	MWs/yıl		Arıtılmış gazdaki CO içeriği	3.4	t/yıl	50 mg CO/m^3
Soğutma	1 700	MWs/yıl		***Kaçak***			
Gazsız arıtma	700	MWs/yıl		Kaçak VOCler	47	t/yıl	23 %
Kaynak: [7, Germany 2003]							

Sanal tesisin VOC dengesi Şekil 11.1'de gösterilmektedir.



Kaynak: [7, Germany 2003]

Şekil 11.1: Sanal tesisin VOC dengesi

Bununla birlikte, Şekil 11.1 [38, TWG 2004] not edilmelidir:

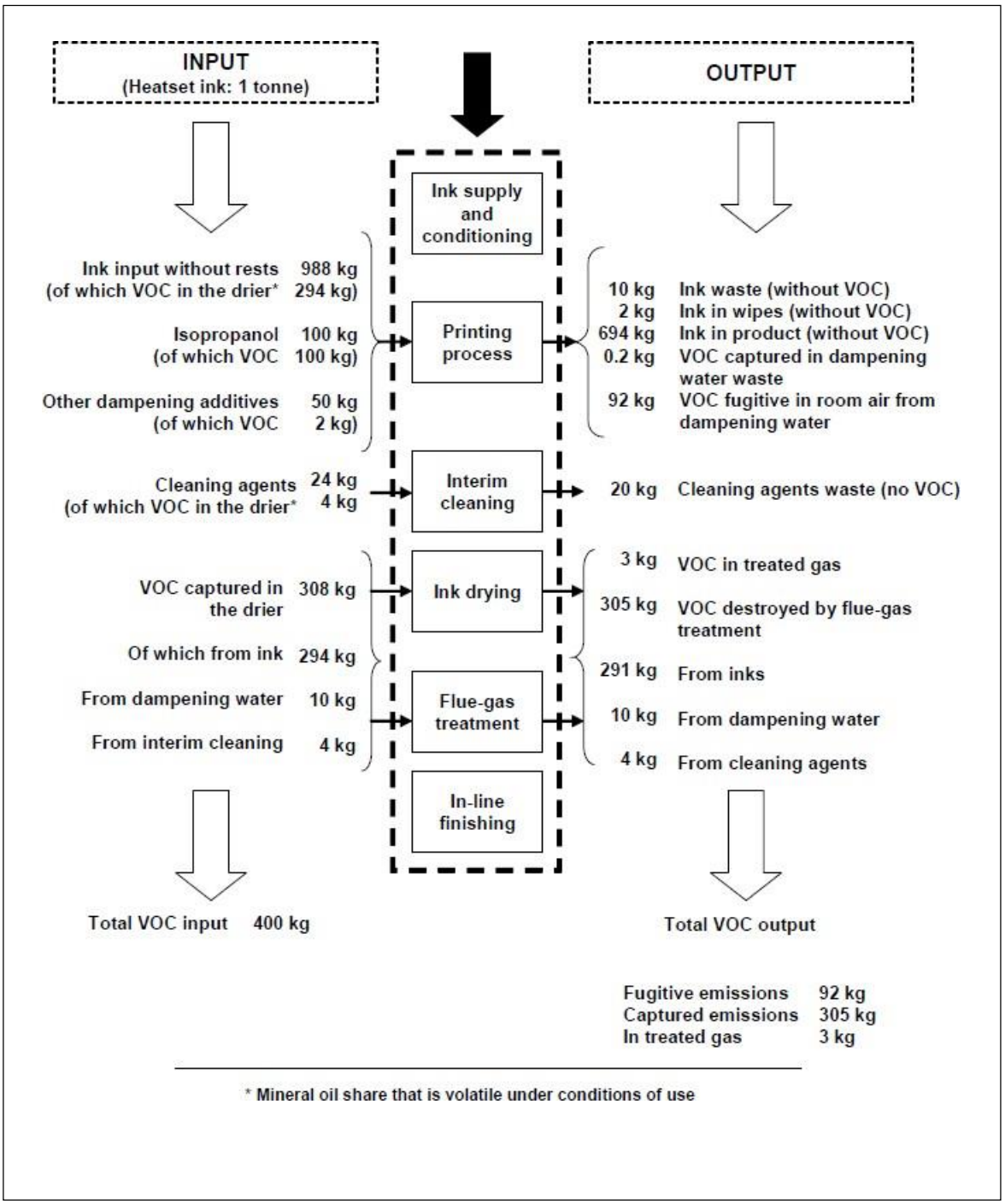
- %15'e kadar su içerebilmesine rağmen, IPA VOC içeriğinin %100 olarak varsayıldığını gösterir;
- ısı setli baskıda, 200 t/yıl tüketimi aşmak için yılda 280 gün boyunca üç vardiya çalışan iki büyük (32 sayfa), hızlı baskı makinesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Bu sanal tesisten daha büyük olan ısı seti fabrikaları, giderek daha fazla tesis farklı web genişliklerinde preslerle donatılsa da, sanal tesise benzeyen birkaç baskı ünitesinden oluşabilir. Spesifik tüketim ve emisyon verileri daha sonra bu sanal tesisten alınabilir. Ancak spesifik tüketim ve emisyon değerleri, üretilen ürünlere önemli ölçüde bağlıdır ve [38, TWG 2004] ile artacaktır:

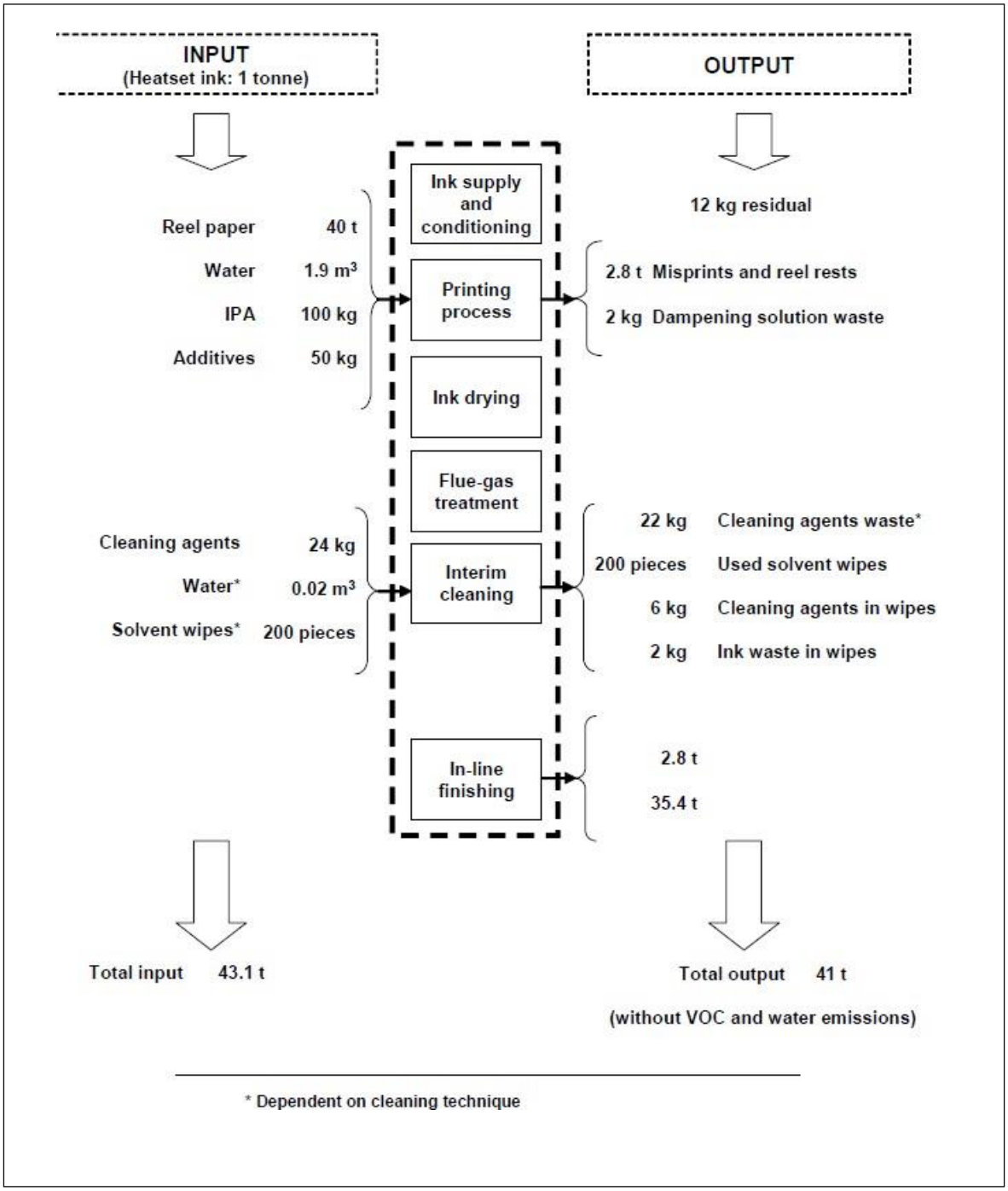
- baskı hacmini azaltmak;
- özel renklerin kullanımının artması veya renk sırasının değişmesi;
- baskı kalitesi veya zor baskı görüntüleri üzerinde son derece yüksek talepler;
- azalan kağıt kalitesi.

Sanal tesisten birkaç teorik kütle dengesi hesaplanmıştır. Kullanılan bir ton mürekkebe göre ortalama VOC tüketimi ve emisyonları Şekil 11.2'de gösterilmektedir. Sanal tesisin ortalama malzeme girdisi ve atık çıktısı Şekil 11.3'te gösterilmektedir. Ancak, bu değerler – yukarıda belirtilen parametrelere bağlı olarak – pratikte %10'dan fazla değişebilen ortalama değerlerdir.[38, TWG 2004].

Şekil 11.2, 400 kg VOC girişinin 308 kg'ının yakalandığını ve termal oksidasyon ile işlendiğini göstermektedir, bu nedenle 92 kg kaçaktır, bu da VOC girişinin %23'üne eşittir. Arıtmadan sonra, 3 kg VOC hala atık gazdadır ve salınmaktadır (çıkış gazı arıtmasının verimliliği %99'dur).

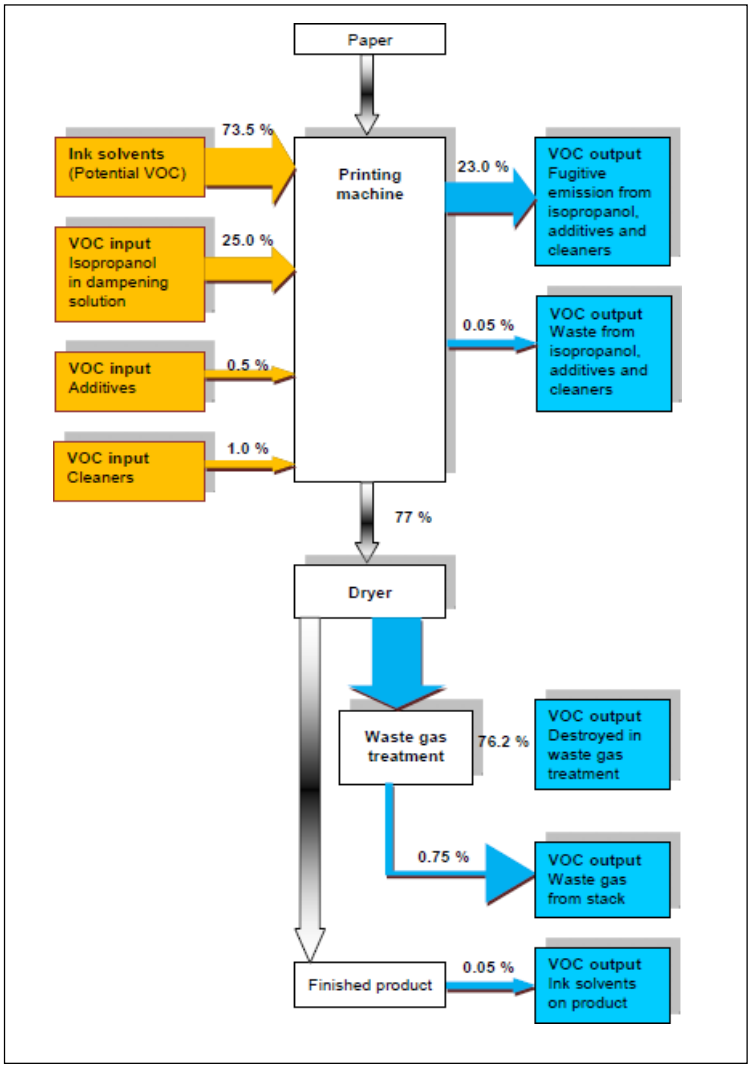


Şekil 11.2: Sanal bir ısı seti sürecinde belirli VOC tüketimi ve emisyon seviyeleri



Şekil 11.3: Sanal bir ısıtma işlemi sürecinde belirli madde girdisi ve atık çıktısı

Şekil 11.4, genel bir ısıyla oluşan web ofset süreç akışını ve ilgili ilgili VOC emisyonlarını göstermektedir. [148, COM 2009].



Şekil 11.4: Isı ile sertleştirilmiş web ofset baskının ana girişi ve çıkışı

Sekiz heatset web ofset baskı tesisi için veriler, veri toplama yoluyla sunulmuş olup bunlar aşağıdaki bölümlerde analiz edilmiştir. [155, TWG 2016].

11.3.1 Tüketim

[78, TWG 2005] [148, COM 2009] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

11.3.1.1 Hammaddeler ve katkı maddeleri

VOC ile ilgili hammaddeler ve katkı maddeleri aşağıdaki gibidir: [148, COM 2009] [212, TWG 2018]

Mürekkepler

Mürekkepler yaklaşık %33-35 oranında alifatik hidrokarbon (çözücü) bazlıdır. Çözücüler mineral yağdan yapılmıştır. Ortam sıcaklıklarında uçucu değildirler ancak kurutucuda uçucudurlar. Yağ fraksiyonunun yaklaşık %85'i kurutucuda VOC olarak buharlaştırılır (toplam mürekkep miktarının %15-45'i ısıyla sertleşen mürekkeplerdeki ortalama VOC aralığına eşdeğerdir). Bitmiş üründeki solvent kalıntısı, ortam sıcaklıklarında uçucu olmadığı için kaçak emisyonların bir parçası olarak kabul edilmez.

Bir ton mürekkep, yaklaşık 330.000 m2 (her iki taraf) veya yaklaşık 225.000 katalog (48 sayfa DIN A4) basılmasına olanak tanır [[212, TWG 2018] belgesinde yer alan 104 no.lu INTERGRAF görüşü].

Nemlendirme solüsyonu
Nemlendirme (çeşme) çözeltisi esas olarak sudan oluşur. %10'a kadar konsantrasyonlarda izopropanol (IPA), diğer alkoller ve glikol eterler gibi VOC'ler içerir. İzopropanol ve etanol, nemlendirme çözeltisi baskı plakasına taşınırken yalnızca yüzey gerilimini düşürmekle kalmaz, aynı zamanda buharlaştıklarında baskı sistemini soğutur; ayrıca nemlendirme solüsyonunda mikroorganizmaların büyümesini de önlerler. IPA'nın çok az kullanıldığı veya hiç kullanılmadığı durumlarda, nemlendirme solüsyonu ayrıca biyositler içerebilir. Nemlendirme solüsyonuna izopropanol ilavesini en aza indirmek iyi bir uygulama olarak kabul edilir.

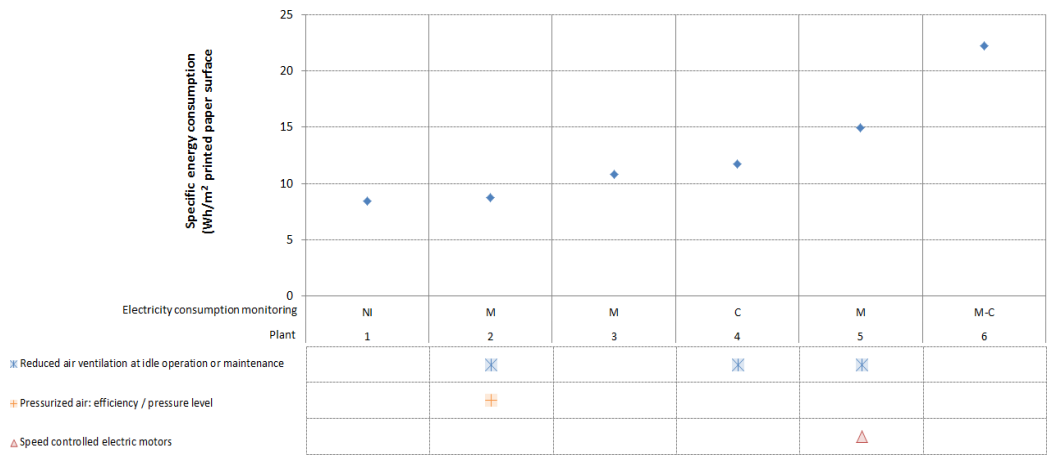
Temizlik maddeleri
Çoğu temizlik, uçucu olmayan veya düşük uçucu solventler kullanılarak otomatik olarak yapılır. Daha az sıklıkta yapılan manuel temizlemede, genellikle uçucu solventler kullanılır.

11.3.1.2 Enerji

[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Basılı kağıt yüzeyinin m2'si başına Wh olarak ifade edilen spesifik enerji tüketimi için rapor edilen değerler Şekil 11.5'te sunulmaktadır.

Heatset web ofset baskıda gaz tüketiminin, basılı ürünlerin türüyle (tesisin ürün portföyü) ilgili olan kağıdın mürekkep kaplamasından etkilendiği belirtilmektedir. Genel olarak, mürekkep kapsamı ne kadar yüksek olursa, gaz tüketimi o kadar düşük olur ve bu da toplam enerji tüketimini etkiler, çünkü gaz tüketimi toplam enerji tüketiminin yaklaşık %50'sini temsil eder.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 11.5: Yazdırılan kağıt yüzeyinin m2'si başına Wh olarak ifade edilen spesifik enerji tüketimi (2015 verileri)

Enerji verimliliği, diğer parametrelerin yanı sıra yerel koşullara, tesisin teknolojik ilerleme düzeyine, kullanılan baskı işlemine vb. bağlıdır. Tüm tesisler, termal atık gaz işleminden ısı geri kazanımı ve boşta çalışma veya bakım sırasında azaltılmış havalandırma bildirdi. Yaygın olarak kullanılan diğer enerji tasarrufu teknikleri şunlardır: kurutma işlemlerinden hava çıkarma ve enerji geri kazanımı, değişken frekanslı sürücülerle merkezi gaz çıkışı arıtma, hız kontrollü elektrik motorları ve kurutucu fırınlarda hava contaları. Genel olarak baskı sektörü için olası enerji verimliliği seçenekleri hakkında daha fazla bilgi EMPSI proje web sayfasında bulunabilir.[36]

Diğer STS dışı faaliyetlerin gerçekleştiği bir tesiste (örneğin tabaka beslemeli veya soğuk ayarlı) ısıyla sertleşen web ofset baskı işlemi için enerji tüketimi göz önüne alındığında, bu STS dışı faaliyetler için enerji tüketimi hariç tutulmalıdır (ayrıca bkz. Bölüm 17.5.2) .

Bir kurulumdan, uyguladığı veya uygulama sürecinde olduğu enerji tasarrufu projeleri (teknikleri) hakkında bilgiler Tablo 11.4'te sunulmaktadır.

Tablo 11.4: Bir ısı setli web ofset baskı kurulumu tarafından uygulanan enerji tasarruflu projeler

Teknik	Kısa tanımı	Ekonomik faktörler
Aydınlatma	2.000 lamba, optimize edilmiş reflektörler, iki yerine bir tüp, tümü dimmerli: %60 enerji tasarrufu	15 aylık yatırım geri ödeme süresi
Kağıt çıkarma	Kağıt çıkarma optimizasyonu - frekans kontrollü motorlar. Yeni motorlar ve yeni ekipman, daha yüksek üretim güvenliği sağlar	Ekonomik fayda: 30 000 AVRO/yıl
Baskı plakaları	Değiştirilen baskı plakaları: ön ısıtma gerekmez	Ekonomik fayda: 25 000 AVRO/yıl
Sıkıştırılmış hava	Makineler 1 dakikadan fazla durdurulursa basınçlı hava durdurulur	Ekonomik fayda: 3 500 Avro-4 000/makine/yıl; geri ödeme süresi < 1 yıl
Kurutucular için ısı değişimi	CHP gaz türbininden çıkan sıcak gazların ısısının baskı makinelerinin kurutucularında kullanılması	NI
Klima	Oda ısıtması için CHP gaz türbininden gelen sıcak gazların ısısının kullanılması	NI
Sıkıştırılmış hava	Ayda bir kez basınçlı hava sistemi kaçak ölçümü	NI

NOT:
NI: Bilgi verilmemiştir.
Kaynak: [155, TWG 2016] belgesinde yer alan 148 no.lu tesis.

11.3.1.3 Baskı alt tabakaları ve diğer tüketim

[78, TWG 2005] [212, TWG 2018]

Baskı alt tabakaları
Heatsette kullanılan alt tabaka tipik olarak 40 g/m2 ile 60 g/m2 arasında bir özgül ağırlığa sahip kağıttır, ancak 30 g/m2 kadar hafif ve 100 g/m2 kadar ağır kağıtlar da ısıyla sertleştirilmiş web ofsetinde kullanılır. Genellikle düşük ağırlıklı kaplamalı (LWC) kaliteler ve kaplamasız kağıtlar, normal olarak 45 g/m2 ile 70 g/m2 arasında belirli bir ağırlığa sahip kullanılır.

Diğer tüketim
Diğer girdiler, levhalar, kaplar ve diğer ambalaj malzemeleri gibi malzemelerdir.

Heatsette dört standart renk (camgöbeği, macenta, sarı ve siyah) kullanılır ve bunlar ya yaklaşık 1 ton içerikli ara dökme konteynerler (IBC) ya da ortak 200 litrelik metal variller olan yeniden kullanılabilir kaplarda tedarik edilir [1, INTERGRAF ve EGF 1999].

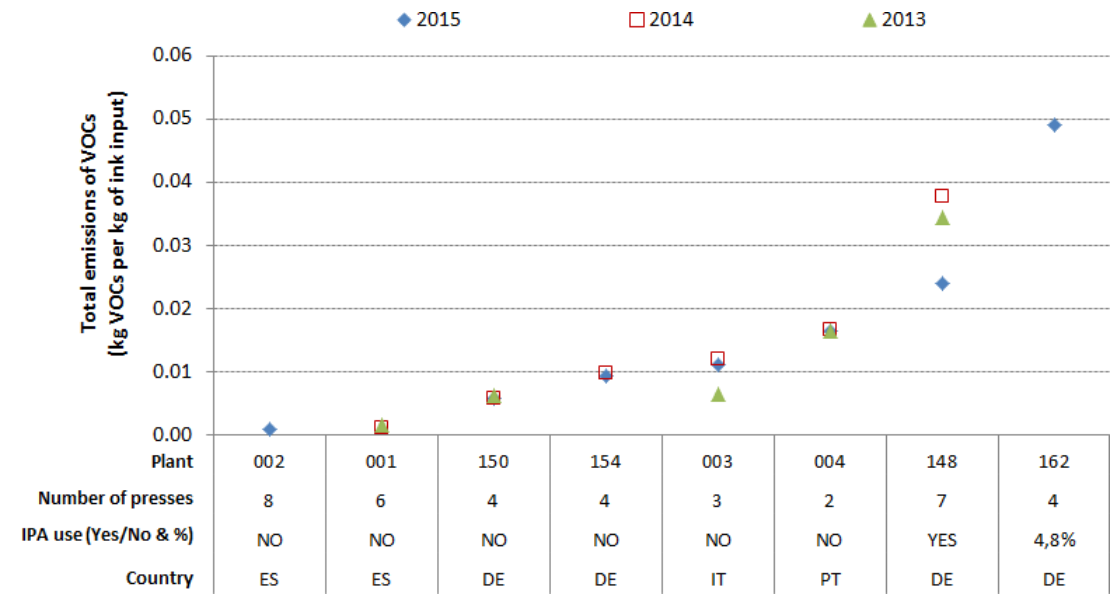
[36] EMPSI: Baskı endüstrisinde enerji yönetimi standardizasyonu, http://www.emspi.eu/index.html

11.3.2 Emisyonlar

11.3.2.1 Toplam VOC emisyonları

[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Her bir kg mürekkep girdisi için kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarının bildirillen değerleri Şekil 11.6'da sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 11.6: 2013-2015 dönemi için mürekkep girdisinin kg'ı başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

Genel olarak, bildirilen değerlerin çoğu düşüktür ve izopropanolün kullanılmadığı tesislerle ilgilidir (IPA'nın tam ikamesi). Daha yüksek değerler, nemlendirme solüsyonunun küçük bir yüzdede IPA içerdiği kurulumları ifade eder. Tüm tesislerde, atık gazların rahatsız edici kokusu nedeniyle sektörde genel kural olan termal çıkış gazı arıtma teknikleri kullanılmaktadır. Sektördeki çoğu kurulum, özel olarak ısıyla sertleştirilmiş web ofset baskı için tasarlanmış her baskı makinesinde entegre kurutucu-oksitleyiciler uygular.

Toplam VOC emisyonlarına ilişkin rapor edilen veriler ve ilgili bağlamsal bilgiler Tablo 11.5'te sunulmaktadır.

Tablo 11.5: Heatset web ofset baskı tesisleri için toplam VOC emisyonları ve bağlamsal bilgiler

Tesis numarası	IPA kullanımı (Var/Yok & %)	Pres sayısı	Lastik örtü yıkama sistemi (pres sayısı)	Mürekkep merdanesi yıkama sistemi (pres sayısı)	Toplam VOC emisyonu (kg mürekkep girişi başına kg VOC)		
					2015	2014	2013
002	Yok	8	Otomatik doku (8)	Otomatik doku (8)	0.001		
001	Yok	6	Otomatik fırça (4) Manuel (2)	Otomatik fırça (2) Otomatik mendil (1) Manuel (3)		0.001	0.001
150	Yok (2015 yılı için)	4	NI	NI	0.006	0.006	0.006
154	Yok	4	NI	NI	0.009	0.010	
003	Yok	3	Otomatik fırça (2) Otomatik mendil (1)	Manüel (3)	0.011	0.012	0.006
004	Yok	2	Otomatik doku (2)	Manüel (1) Otomati (1) (sprey tübü)	0.016	0.017	0.016
148	Var	7	Otomatik doku (7)	Otomatik (7)	0.024	0.038	0.034
162	%4.8	4	Otomatik fırça (3) Otomatik mendil (1)	NI	0.049		

NOT:
NI: Bligi verilmemiştir.
Kaynak: [155, TWG 2016]

VOC emisyonlarını azaltmak için özellikle ısıyla sertleşen web ofsetinde kullanılan teknikler şunlardır (ayrıca bkz. Bölüm 11.4):

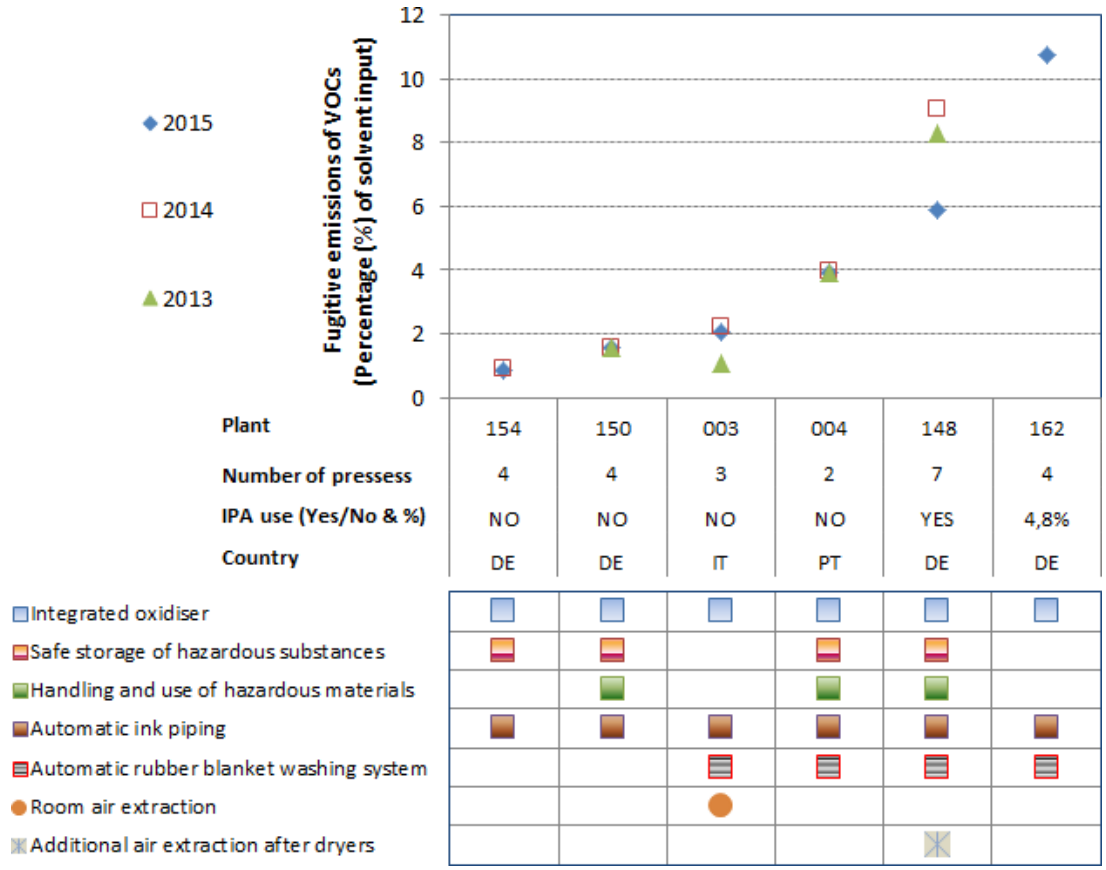
- Nemlendirme solüsyonları için düşük IPA veya IPA içermeyen katkı maddeleri;
- susuz ofset plakaların kullanımı;
- Battaniye silindirleri için otomatik temizleme sistemleri, temizlemeden çıkan gaz arıtma sistemine solvent emisyonlarının yakalanması ve yönlendirilmesi;
- termal atık gaz işleme ile entegre web ofset kurutucu.

Isıl işlem süreçlerinde otomatik ara temizlemeden kaynaklanan ve yakalanan ve çıkış gazı arıtımına yönlendirilen solvent emisyonlarının yüzdesi, ≤ %15-50 [7, Almanya 2003] [19, Avusturya 2003] aralığındadır. Elle manuel temizlik ve temel temizlik için, yakalanan ve çıkış gazı arıtmasına yönlendirilen solvent emisyonlarının yüzdesi %0-5 aralığındadır. Ayrıca bkz. Bölüm 21.5.3.

11.3.2.2 Kaçak VOC emisyonları

[155, TWG 2016]

Solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonlarının rapor edilen değerleri Şekil 11.7'de sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 11.7: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen VOC'lerin kaçak emisyonları

VOC'lerin kaçak emisyonları için bildirilen değerler ve ilgili bağlamsal bilgiler Tablo 11.6'da sunulmaktadır. Bildirilen tüm değerler, IED sınır değerinden önemli ölçüde düşüktür (hem yeni hem de mevcut kurulumlar için solvent girişinin %30'u).

Tablo 11.6: VOC'lerin kaçak emisyonları ve ısıyla sertleşen web ofset baskı tesisleri için bağlamsal bilgiler

Tesis numarası	IPA kullanımı (Var/Yok & %)	Pres sayısı	Lastik örtü yıkama sistemi (pres sayısı)	Mürekkep merdanesi yıkama sistemi (pres sayısı)	Kaçak VOC emisyonu (kg mürekkep girişi başına kg VOC)		
					2015	2014	2013
154	Yok	4	NI	NI	0.8	0.9	
150	Yok (2015 yılı için)	4	NI	NI	1.58	1.55	1.57
003	Yok	3	Otomatik fırça (2) Otomatik doku (1)	Manüel (3)	2.04	2.23	1.08
004	Yok	2	Otomatik doku (2)	Manüel (1) Otomatik (1) (sprey tüü)	3.94	3.99	3.93
148	Var	7	Otomatik doku (7)	Otomatik (7)	5.9	9.03	8.31
162	%4.8	4	Otomatik fırça (3) Otomatik doku (1)	NI	10.72		

NOT:
NI: Bilgi verilmemiştir.
Kaynak: [155, TWG 2016]

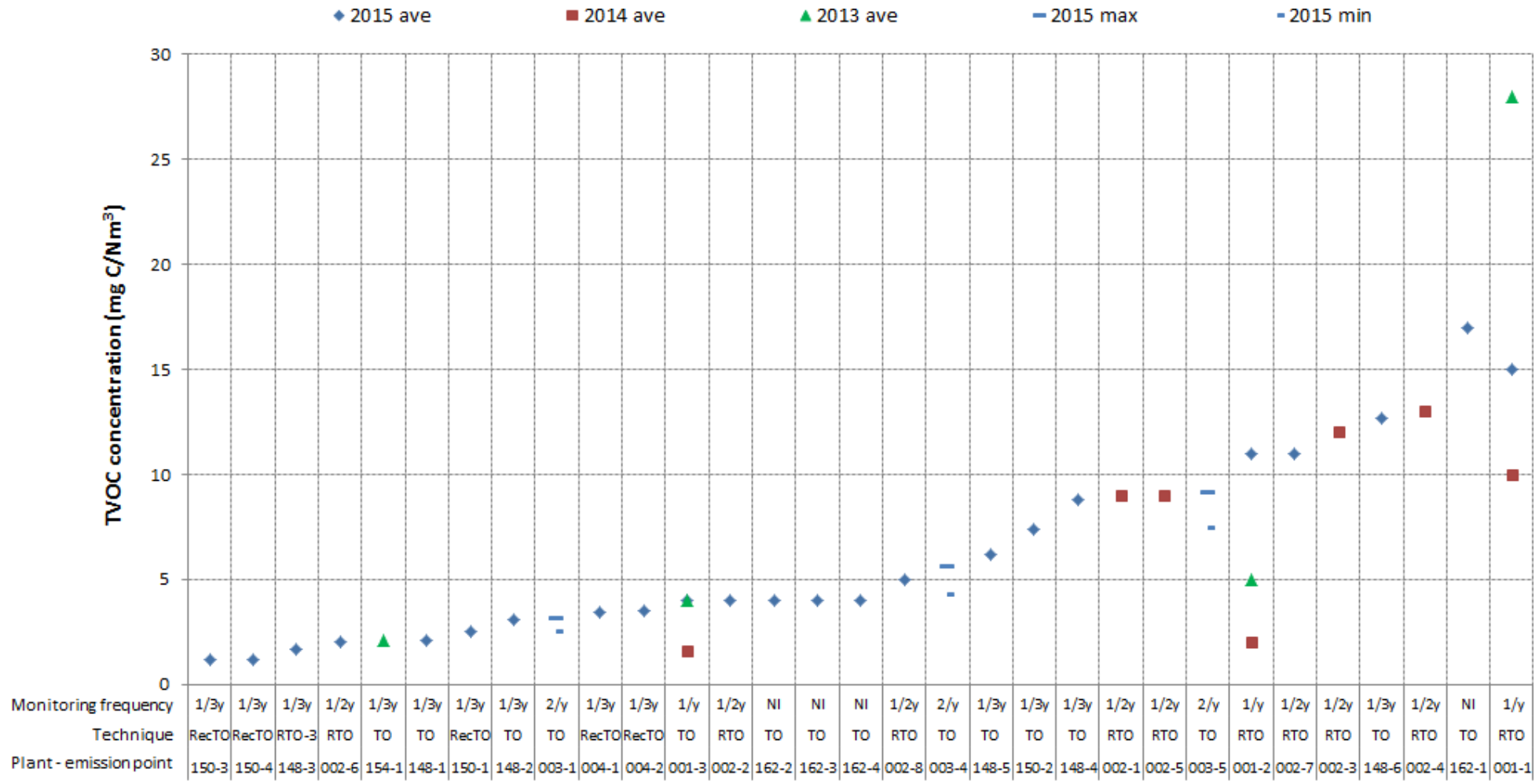
Kaçak emisyonları en aza indirmek için uygulandığı bildirilen başlıca teknikler aşağıdaki gibidir [155, TWG 2016]:

- Orijinal ambalajlarından mürekkep tavasına baskı katkı maddelerinin doğrudan borulanması.
- Depolamadan otomatik yıkama sistemlerine solventin doğrudan borulanması.
- Elle temizlik için çözücüler için küçük kapların kullanılması.
- Kurutma işlemleri için hava tahliyesi. Bir durumda, kurutma bölgelerinden gelen solvent yüklü hava, solventlerin geri kazanıldığı ve yeniden kullanım için mürekkep üreten şirkete geri gönderildiği iki aşamalı bir solvent geri kazanım ünitesinde işlenir. Solvent geri kazanımı için ek hava tahliyesi, kurutuculardan hemen sonra kurulur (kağıt dokusunun kurutucudan çıktığı yarıkta periyodik kısa emisyonları önlemek için).
- Mürekkeplerin doğrudan borulanması: Mürekkepler, kapalı bir sistem aracılığıyla depolama alanından baskı sepetine taşınır. Bu, tüm kurulumlardan bildirilmiştir ve her zaman aynı dört renk kullanıldığı için esas olarak ekonomik avantajlarla ilgilidir.
- Soğutma bölgesinden hava çıkışı.
- Tehlikeli maddelerin güvenli depolanması ve plansız salınımları önlemek için önlemler.

11.3.2.3 Atık gazlardaki TVOC emisyonları

[155, TWG 2016]

Atık gazlardaki TVOC emisyonları için mg C/Nm3 olarak ifade edilen bildirilmiş değerler Şekil 11.8'de sunulmuştur.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 11.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları

İzleme sıklığı yılda iki kez ile 3 yılda bir arasında değişir. Atık gazlarda TVOC emisyonları için rapor edilen verilerin temel istatistiksel parametreleri Tablo 11.7'de sunulmaktadır.

Tablo 11.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlarda TVOC emisyonları için bildirilen verilerin istatistiksel parametreleri

Uygulanan teknik	2015				2014				2013			
	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortalama	Maks.	Min.
		mg C/Nm^3				mg C/Nm^3				mg C/Nm^3		
TO	14	6.4	17.0	2.1	1	1.6	NA	NA	2	3.1	4.0	2.1
RecTO	5	2.4	3.5	1.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RTO	6	8.0	15.0	2.0	6	9.2	13.0	2.0	2	16.5	28.0	5.0
RTO-3	1	1.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NOT:

NA: Mevcut değil /uygulaması yok.

Kaynak: [155, TWG 2016]

11.3.2.4 Atık gazlarda azot oksitler (NOX) ve karbon monoksit (CO) emisyonları

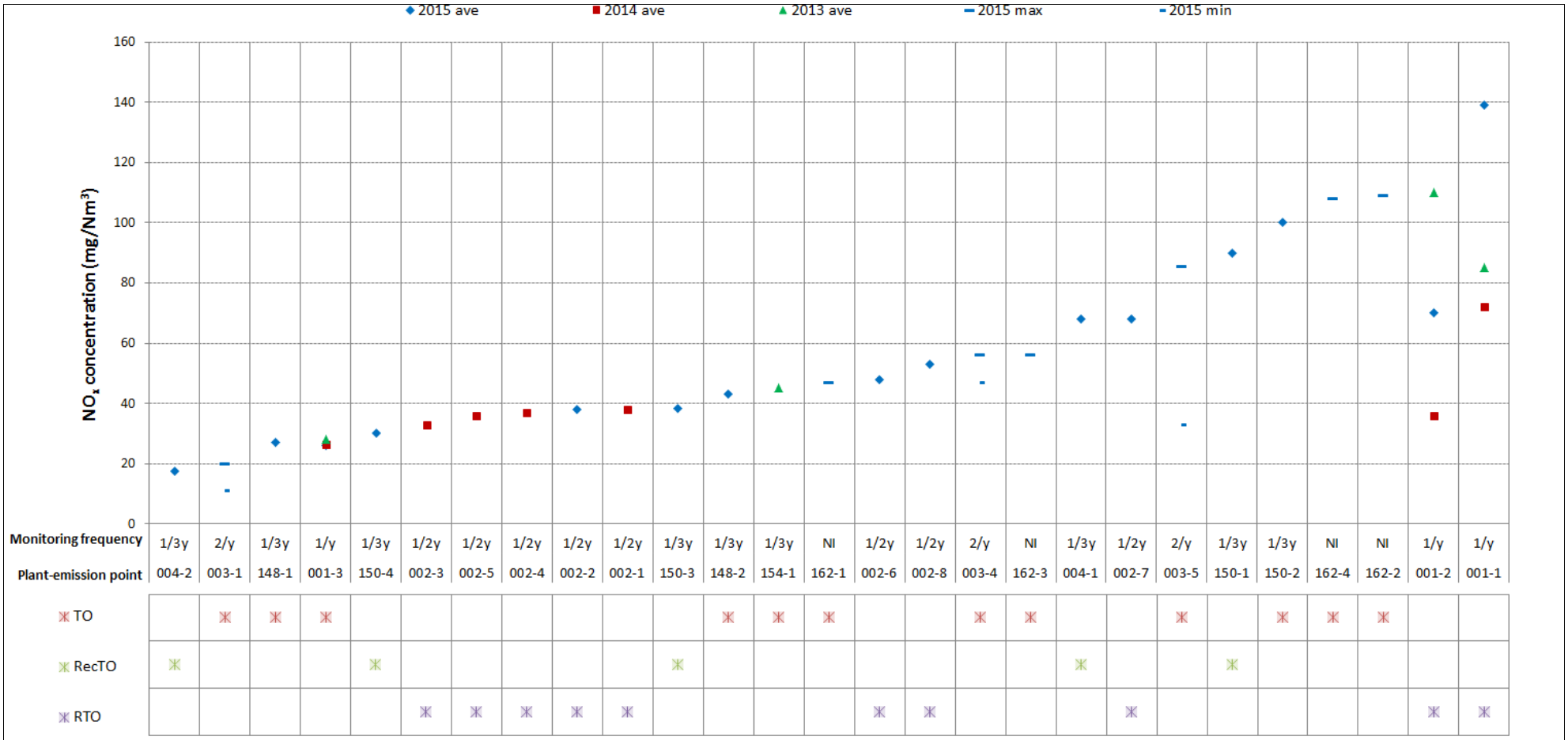
[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Azot oksitler (NOX) ve karbon monoksit (CO) emisyonları, kurutucudan çıkan gazların termal oksidasyonundan kaynaklanır.

Atık gazlardaki NOX ve CO emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için rapor edilen değerler Şekil 11.9 ve Şekil 11.10'da sunulmaktadır.

Endüstriye göre, ısıyla sertleştirilmiş web ofset baskıda, CO konsantrasyonu genellikle oksitleyicinin VOC yok etme performansının bir göstergesi olarak kullanılır: burada ısıyla sertleştirilmiş web ofset baskıda entegre bir kurutucu-oksitleyicinin CO emisyonu < 200 mg/Nm3; TVOC emisyonlarının < 20 mg C/Nm3 olması beklenebilir. Uygulamada, CO konsantrasyonu 200 mg/Nm3'ün altında tutulur [78 No.lu INTERGRAF görüşü [212, TWG 2018]].

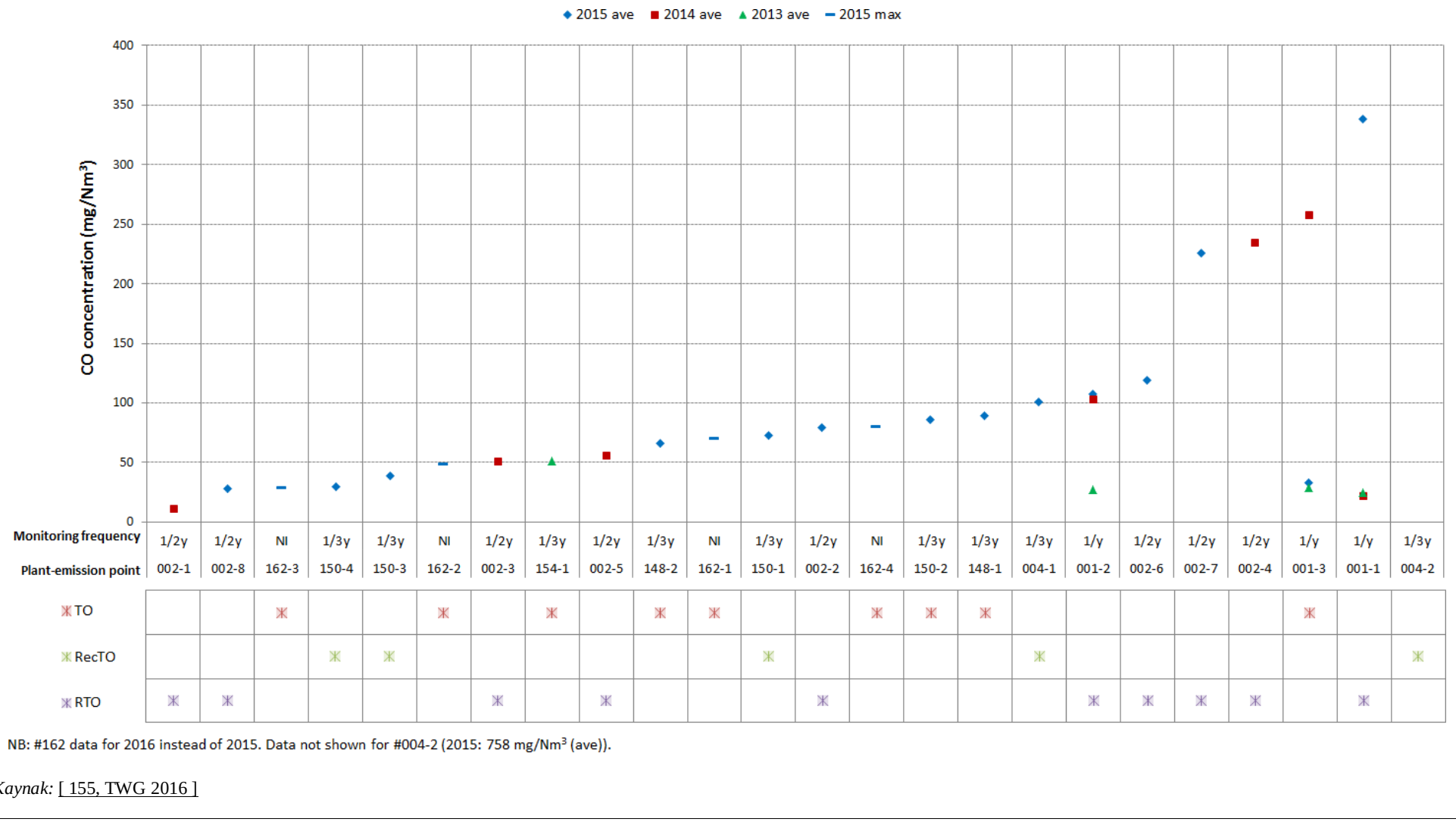
İzleme sıklığı yılda iki kez ile 3 yılda bir arasında değişir.



NB: #162 data for 2016 instead of 2015.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 11.9: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NOX emisyonları



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 11.10: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları

11.3.2.5 Atık gazlardaki toz emisyonları

[155, TWG 2016]

Sadece az sayıda tesis, atık gazlardaki toz emisyonlarının periyodik olarak izlenmesi için değerler bildirmiştir. Toz emisyonları esas olarak kağıt kesme makinesiyle ilgilidir ve bazı durumlarda bu işlemden çıkan gazlar kuru partikül filtreleri kullanılarak arıtılır. Genel olarak, bildirilen toz emisyon değerleri çok düşüktür ve 0,2 mg/Nm3 ila 0,8 mg/Nm3 arasında değişir.

11.3.2.6 Atık üretimi

[78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

Kağıtlar
Heatset web ofset baskıda atık kağıt miktarı normalde diğer baskı işlemlerinden daha yüksek değildir. Sıklıkla alıntılanan mürekkep-su dengesi, kağıt kayıplarının birçok nedeninden biridir.

Kağıt kayıplarının diğer nedenleri şunlardır:

- Ruloların ambalajlarının çıkarılması;
- Nakliye sırasında oluşan hasar;
- kağıt rulosu yenisiyle değiştirildiğinde çekirdeklerde kalan kağıt;
- üretimin başlaması (renklerin kaydedilmesi, mürekkep-su dengesinin bulunması, yeterli kuruma ayarının yapılması vb.);
- üretimin sonu ve bir sonraki çalıştırma için temizlik;
- basılan ürünün gerekli boyuta kesilmesi (%10 kağıt kaybına neden olabilir);
- cilt için her bölümdeki kayıplar için basılan ekstra kopyalar;
- Müşterinin yetersiz kalmasını önlemek için ekstra kopyalar;
- Baskılar değiştirildiğinde oluşan kayıplar.

Alt tabakanın toplam miktarıyla ilgili olarak bildirilen kağıt atığı oranı yaklaşık %15'tir [155, TWG 2016]. Isı ile sertleştirilmiş web ofset baskıda üretilen atık kağıt miktarı değişebilir ve esas olarak kırpma ihtiyacı ile ilgilidir, örneğin A4 sayfasının 1 cm çepeçevre kırpılması %16 israfa yol açar. Basılı üründe beyaz kenar boşluğu olmaması gereken durumlarda kırpma gereklidir. Baskı çalışmasının başlangıcı ve bitişi de kağıt atık oluşumuna küçük bir katkıda bulunur.

Susuz ofsetin, mürekkep ve nemlendirme arasında sağlanacak bir denge olmadığından, bir baskı çalışmasının başlangıcında daha az atık ürettiği iddia edilmektedir. Daha önce belirtildiği gibi, başlatma sırasındaki kağıt kayıpları toplam kayıpların yalnızca küçük bir kısmıdır ve başlatma kayıpları yalnızca kısmen uygun bir mürekkep-su dengesinin sağlanmasından kaynaklanır (dört standart rengin hala kaydedilmesi gerekir). Süreler uzun olduğunda, plakaların değiştirilmesi gerekecektir, bu da yeni başlangıçlar anlamına gelir. Bu, susuz ofsetin bu bağlamda sahip olabileceği küçük avantajı dengeler [INTERGRAF yorum #83 [212, TWG 2018]].

Atık kağıt, saha dışında uzmanlaşmış bir geri dönüşüm şirketine teslim edilir. Orta (kesilmiş) ve yüksek kaliteli (beyaz) atık kağıt durumunda, kağıt fabrikasına doğrudan teslimat bildirilmiştir.

Mürekkepler
Rapor edilen değerler, üretilen mürekkep atığı miktarının, kullanılmış mürekkep tonu başına 2 kg ile 6,5 kg arasında değiştiğini göstermektedir. Bu seviyeler, diğer baskı işlemlerine ve

muhtemelen diğer kaplama işlemlerine kıyasla çok düşüktür ve ısıyla sertleştirilmiş web ofset baskıda her zaman aynı dört rengin kullanılması gerçeğiyle ilişkilendirilebilir, bu nedenle hiçbir karıştırma ve artık yoktur.

Nemlendirme çözümü

Yazdırma sırasında, nemlendirme solüsyonu kağıt tozu ve az miktarda mürekkeple kirlenebilir. Bu solüsyonlar AOX ve az miktarda metal içerir.

Mavi renkli baskı ünitesinden gelen nemlendirme solüsyonunda az miktarda bakır ftalosiyanit pigmenti bulunabilir. Ancak bu pigmentlerdeki bakır çok güçlü bir şekilde bağlanır ve atık suda bulunamaz [85 no,lu INTERGRAF görüşü [212, TWG 2018]].

Öte yandan, IPA'nın kullanılmadığı durumlarda, nemlendirme solüsyonu alg ve mikropların büyümesini önlemek için bazı biyositler içerecektir. Bu nedenle atık çeşme solüsyonu tehlikeli atık olarak bertaraf edilmekte ve deşarj edilmemektedir.

Temizlik maddesi

Temizlik maddesinin çoğu, genellikle %50 su ile karıştırılan battaniye yıkama için kullanılır. Atık olarak ortaya çıkıp çıkmadığı, otomatik temizleme yöntemine bağlıdır. Doku sisteminde doku tarafından alınır, fırça sisteminde büyük ölçüde toplanır ve diğer durumlarda kurutucuya nakledilebilir ve ardından oksitlenebilir.

Temizlik maddelerinin yeniden kullanımı ancak basit bir şekilde damıtılabildiklerinde mümkündür, su ile karıştırıldıklarında durum böyle değildir (damıtma işleminde emülgatör kaybolur ve bunun sonucunda solvent artık suyla karışmaz) veya mendil veya kağıt mendil içinde bulunur [87 No.lu INTERGRAF görüşü [212, TWG 2018]].

Mendil
Pres temizlemeden gelen mendiller organik çözücüler, mürekkep ve bazen vernik içerir. Miktar genellikle çalışma uzunluğuna ve dolayısıyla yıllık geçiş sayısına göre değişir.

Diğer atıklar
Eski baskı plakaları, ekipmanın yaşına bağlı olarak, başta alüminyum olmak üzere metaller ve eser miktarda diğer metaller içerir. Lastik battaniyeler de atılır. Atık ayrıca, nemlendirme çözeltisinin filtrelenmesinden kaynaklanan filtreleri ve plaka yapım sürecinden atılan UV lambalarını da içerebilir [8, Nordik Bakanlar Konseyi 1998] [38, TWG 2004].

Standart ofset mürekkep renkleri, yeniden kullanılabilir IBC kaplarında veya ortak 200 litrelik metal varillerde sağlanabilir. IED boyutlu tesislerde, standart renkler genellikle toplu olarak tedarik edilir ve sabit kaplara pompalanır.

11.3.2.7 Suya salınan emisyonlar

[212, TWG 2018]

Nemlendirme solüsyonları
Baskı sırasında, nemlendirme solüsyonu kağıt tozu ve az miktarda mürekkeple kirlenir. Bu çözeltiler daha sonra > 1 mg AOX/l konsantrasyonlarında AOX ve alüminyum, bakır, çinko, kobalt ve manganez gibi küçük miktarlarda metaller (bu son ikisi kurutma maddelerinden) ve yaklaşık 0.1 g/l birleşik konsantrasyonda içerir. Normalde bu atık nemlendirme çözümleri tehlikeli atık olarak bertaraf edilir [89 no.lu INTERGRAF görüşü [212, TWG 2018]].

Nemlendirme solüsyonlarında yaklaşık %3'lük konsantrasyonlarda kullanılan katkı maddeleri, alglere karşı az miktarda biyosit içerebilir. Biyositlerin yaygın konsantrasyonları %0.1-0.2 aralığındadır, bu da nemlendirme çözeltisindeki nihai konsantrasyonların ihmal edilebilir olduğu anlamına gelir [1, INTERGRAF ve EGF 1999].

Normalde matbaalarda atıksu arıtma tesisi bulunmaz.

TWG tarafından yapılan bir çalışma, atık sulara deşarj edilebilecek (yukarıda belirtilenler dahil) ve dolayısıyla veri toplama için dikkate alınması gereken ana parametreleri ve diğer ilgili maddeleri tanımladı37. Isı ile sertleştirilmiş web ofset baskı için, bisfenol A (BPA) ve nonilfenol (NP) ilgili maddeler olarak belirlendi; ancak, veri toplamada hiçbir veri alınmamıştır.

[37] COM çalışma belgesi EIPPCB 09/06/2016: IED Ek 1 6.7 faaliyetlerini yürüten tesisler için Temel Çevresel Konular olarak değerlendirilmeleri için metaller ve suya diğer emisyonlar hakkında sunulan Teknik Çalışma Grubu (TWG) verilerinin değerlendirilmesi.

11.4 Heatset web ofset baskı için BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

Bölüm 17'de, basım endüstrisine de uygulanabilecek teknikler ele alınmaktadır. Tablo 11.8'de, ısıyla sertleştirilmiş web ofset baskı ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmamaktadır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Tablo 11.8: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Off-gaz çıkarma ve arıtma	17.10
Atık su arıtma teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

11.4.1 Heatset web ofset baskı sektörü için solvent kütle dengesi

Tanımı
2010/75/EU Yönergesi Ek VII Bölüm 7(2)'de tanımlandığı gibi, tesisin organik çözücü girdi ve çıktılarının yılda en az bir kez derlenmesidir. Ayrıca bkz. Bölüm 17.3.1.

Teknik tanımlama
Çözücü kütle dengesi (SMB) detaylandırma yöntemi, bireysel Üye Devletin yasal hükümlerinden güçlü bir şekilde etkilenir. INTERGRAF ve Almanya (DE) tarafından sunulan, ısıyla sertleştirilmiş web ofset baskı sektörü için iki yaklaşım Ek 21.5.3'te sunulmaktadır.

Elde edilen çevresel faydalar
Heatset SMB sadece bir heatset tesisinin emisyon limitlerine uyup uymadığını değil, aynı zamanda bu emisyonların üretim sürecinde nerede ve neden gerçekleştiğini de gösterir. Emisyon azaltımları gerekiyorsa, bu sektör kütle dengesi, bu azaltımların en verimli şekilde nerede sağlanabileceğini gösteren bir yönetim aracıdır.

Çevresel performans ve işletim verileri
Heatset SMB, hemen hemen her kütle dengesi gibi, fiili durumun basitleştirilmesidir. Sektör oldukça homojen olduğundan, bu yöntem çoğu durumda tatmin edici bir şekilde çalışacaktır. Ancak, bir operatörün endüstri standardından farklı makineler veya çalışma yöntemleri kullandığı durumlarda, SMB buna göre değiştirilmelidir. Ayrıca, operatörün ısı seti için SMB'yi hazırlamak için gereken minimumdan daha ayrıntılı bilgiye ve ilgili verilere sahip olduğu durumlarda, bunlardan faydalanmalıdır.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Tüm veya çoğu ısıtmalı tesislerde uygulanabilir.

Yöntem, dışarı atılan pres odası havasında ölçülen solvent konsantrasyonlarının ve hava akışlarının kullanılmasını önler. Bu baskı odalarında, tabaka ofsetin coldset'i gibi diğer baskı işlemleri gerçekleşebilir. Bu süreçler STS BREF kapsamına girmez, ancak VOC emisyonlarına neden olabilir. Bu emisyonlar, tesisin ısıl işlem sürecine tahsis edilmemelidir.

Ekonomik boyut
Bir KOBİ'yi yeterli doğrulukta yapmak kolay bir iş değildir. Gerekli verileri bulmak ve toplamak zaman ve çaba gerektirir. Ancak hızlı bir öğrenme eğrisi vardır. Tesise özel emisyon faktörleri hesaplandıktan ve üretim parametreleri için güvenilir bir idari sistem çalıştığında, KOBİ'lere harcanan zaman en aza indirilir. Yalnızca kullanılan malzemelerin değiştirilmesi veya yeni bir baskı makinesinin kurulması gibi önemli değişiklikler meydana geldiğinde, emisyon faktörleri yeniden hesaplanmalıdır.

Uygulamanın ardındaki itici güç
2010/75/EU (IED) Direktifi Ek VII ve çevre izinleri.

Örnek tesisler
Veri toplama çalışmasına katılan tüm tesisler, çözücü kütle dengesi verilerini sunmuştur.

Referans literatür
[192, INTERGRAF 2017] [204, UNECE 2016] [205, Belçika 2005] [212, TWG 2018]

11.4.2 Malzeme-bazlı teknikler

11.4.2.1 Nemlendirme solüsyonunda düşük IPA veya IPA içermeyen katkı maddelerinin kullanılması

Tanımı
Uçucu olmayan veya düşük uçuculuğa sahip diğer organik bileşiklerin karışımları ile ikame yoluyla nemlendirme (çeşme) çözeltilerinde ıslatıcı bir ajan olarak izopropanolün (IPA) azaltılması veya önlenmesi.

Teknik tanımlama
Ofsette kabul edilebilir kalitede bir baskı elde etmek için, plakanın tüm hidrofilik kısımlarını tamamen ıslatmak, ancak su tabakasının minimum kalınlığı yaklaşık 2 µm olacak şekilde gereklidir. Bu, baskı hızının değiştiği durumlarda bile istikrarlı bir süreç olmalıdır. Bu nedenle bir ıslatıcı madde gereklidir. Islatma maddesi suyun yüzey gerilimini azaltır ve böylece plakanın hidrofilik kısımlarının mükemmel bir şekilde kaplanması için gerekli su miktarını en aza indirir.

Çeşme çözeltisi ayrıca pH'ı kontrol etmek için asitler, korozyonu önlemek için plaka yumuşatıcılar ve ofset plakayı daha fazla korumak için arap zamkı gibi başka katkı maddelerine de ihtiyaç duyar. Bu diğer katkı maddelerine bu bölümde değinilmeyecektir.

Geleneksel olarak en yaygın olarak kullanılan ıslatma maddesi izopropanoldur (IPA). IPA sadece iyi bir ıslatma maddesi değildir, aynı zamanda hem baskı hem de kağıt ağdaki kusurların ve hızdaki değişikliklerin sıkı bir şekilde kontrol edilen ıslatma sürecinde hızlı bir kesintiye ve bunun sonucunda ortaya çıkan ani ve ciddi sorunlara yol açmaması anlamında 'bağışlayıcı'dır. baskı kalitesi ile. Geçmişte, IPA, çeşme çözeltilerinde ağırlıkça %15 ve daha fazla konsantrasyonlarda sıklıkla kullanılmaktaydı.

IPA gibi yüksek uçuculuktaki VOC'lerin ıslatma maddesi olarak kullanıldığı durumlarda, önemli bir kısmı plakaya ve kauçuk örtüye giderken buharlaşır ve böylece kaçak bir emisyon haline gelir. Kalan kısım kağıt ağ tarafından emilir, hızla kurutucuya taşınır, orada buharlaştırılır

ve oksitleyicide yok edilir. Genel anlamda, ıslatıcı maddelerin uçuculuğu ne kadar düşükse, kaçak emisyonlar olarak buharlaşan oran o kadar düşük ve başlangıç konsantrasyonunun o kadar düşük olması gerekir. Ayrıca, diğer VOC'ler sudan IPA kadar kolay salınmayabilir.

İyi eğitimli operatörler, iyi bakım ve yeterli kalite kontrolü ile günümüz preslerinde, IPA'yı büyük ölçüde veya hatta tamamen uçucu olmayan veya düşük uçuculuğa sahip organik bileşikler içeren katkı maddeleri ile değiştirmek çoğu zaman mümkündür. Modern preslerde, özellikle zorlu koşullarda, nemlendirme çözeltisindeki IPA konsantrasyonunun %3 w/w'ye düşürülmesi sağlanabilir. Daha eski preslerde, IPA konsantrasyonunu a/a %5'e düşürmek mümkün olmalıdır.

Her durumda, plakaya giden yolda buharlaşmayı azaltmak için nemlendirme çözeltisi yaklaşık 10-15 °C'ye soğutulmalıdır.

Elde edilen çevresel faydalar
Doldurma çözeltisinden solvent buharlaşmasının önemli ölçüde azalması, kaynak çözeltisinden kaynaklanan kaçak emisyonların önemli ölçüde azalmasıyla sonuçlanır.

Çevresel performans ve işletim verileri
%15 a/a IPA konsantrasyonuna sahip bir durumla karşılaştırıldığında, çeşme çözeltisinden kaynaklanan kaçak emisyonlar yaklaşık %80 oranında azaltılır.

Çapraz ortam etkileri
Çeşme solüsyonunda IPA kullanımından kaçınıldığında, nemlendirme sisteminde alglerin ve diğer mikroorganizmaların büyümesini önlemek için biyositlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bununla birlikte biyosit, kağıt ağ tarafından çeşme çözeltisindeki diğer katkı maddeleri ile birlikte oksitleyiciye taşınır.

Ara sıra az miktarda çeşme çözeltisinin atılması gerektiğinde, bu, esas olarak bu biyosit içeriği nedeniyle tehlikeli atık olarak yapılmalıdır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Uygulanabilirlik, teknik ve ürün kalite gereksinimleri veya spesifikasyonları ile sınırlı olabilir:
Ofset plakasına getirilen su filmi çok ince olmalıdır (0,5-1 g/m2 veya 0,5-1 µm). Film çok ince olduğunda kırılır ve plakanın bazı kısımları "kurur". Film çok kalın olduğunda, plakanın hidrofilik kısımlarından yeterince uzaklaştırılmaz. Her iki durumda da sonuç, tanınmaz şekilde renkli ve lekeli bir kağıt ağdır.

IPA tüketimini azaltmak ve uçucu olmayan veya düşük uçuculuğa sahip katkı maddelerini uygulamak için pres, örneğin seramik, metal veya hidrofilik dağıtım ve plaka silindirleri ile uygun şekilde donatılmalıdır (bkz. Bölüm 11.4.2.2). Silindirler hassas bir şekilde ayarlanmalı ve pres iyi durumda tutulmalıdır. Sıcaklık kontrolü önemlidir.

IPA'nın maksimum ağırlık/ağırlık %3'e başarılı bir şekilde düşürülmesi için gerekli basın ve operatör eğitimi, yalnızca uçucu olmayan veya düşük uçuculuğa sahip katkı maddelerinin uygulanması için gerekli olandan büyük ölçüde farklı değildir.

Bazı durumlarda, IPA kullanımından tamamen kaçınmanın niteliksel sakıncaları olabilir. İkame maddelerin kullanılması, yeterli ıslatma için plaka üzerine getirilmesi gereken su miktarını, IPA'nın tek ıslatıcı madde olduğu duruma kıyasla %30 ila %50 oranında artırır. Bu, plaka üzerindeki mürekkep-su emülsiyonunun mükemmelden daha az ayrılması nedeniyle, yazdırılan noktaların keskinliğini kaçınılmaz olarak azaltır. Sonuç olarak, iyi eğitimli operatörlere, iyi bakıma ve yeterli kalite kontrolüne sahip modern baskı makinelerinde bile IPA olmadan baskı yaparken elde edilebilecek kalite sınırlıdır.

Yukarıdakilere rağmen, çoğu durumda baskı kalitesi yine de amaca uygundur, ancak bazı kalite sorunları olabilir, örneğin çok fazla ayrıntıya sahip görüntüler (insan yüzleri, damarlı), nesnelerin aydınlatmasında büyük farklılıklar, çok koyu doymamış renkler veya hafif gri dengeler. Sonuç olarak, normalden daha iyi bir baskı kalitesine ihtiyaç duyan bazı ürünler için

izopropanol kullanımı gerekebilir. Bu ürünlere örnek olarak müze sanat katalogları ve yüksek kaliteli yıllık raporlar verilebilir.

Ekonomik boyut
Hem düşük IPA konsantrasyonunun elde edilmesi hem de uçucu olmayan veya düşük uçuculuğa sahip katkı maddelerinin uygulanması için bir öğrenme eğrisi geçerlidir. Öğrenme eğrisi sırasında, daha düşük baskı hızları ve kalite sorunları nedeniyle üretim düşüyor. Her koşulda düşük bir IPA konsantrasyonunun korunabileceği veya IPA kullanımından tamamen kaçınılabileceği bir duruma ulaşmak birkaç yıl alabilir.

Uzun vadede, ıslatıcı maddelerin tüketiminde bir tasarruf sağlanmakta ve ayrıca IPA'nın yanıcı özellikleri ile ilişkili maliyetlerden kaçınılması nedeniyle bir tasarruf sağlanmaktadır.

Maliyet ve tasarruf ile ilgili herhangi bir spesifikasyon mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç
IPA kullanımı, çalışanların maruz kalması ve kaçak emisyonları azaltmak için genellikle azaltılır.

Örnek tesisler
Veri bildiren tüm tesisler.

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [155, TWG 2016] [186, INTERGRAF 2017]
[212, TWG 2018]

11.4.2.2 Seramik, metal ve hidrofilik dağıtım ve plaka silindirleri

Tanımı
Hidrofilik plaka silindirlerle birlikte seramik, krom kaplama veya hidrofilik dağıtma silindiri uygulanması. Hidrofilik plaka silindirleri yumuşak kauçuktan yapılmıştır. Bu silindirler, daha düşük IPA konsantrasyonları ile plaka silindiri üzerinde özellikle ince ve kırılmamış bir nemlendirme filmi oluşturabilir.

Bu silindirler, IPA'nın kısmen ikame edildiği durumlarda da başarıyla uygulanmaktadır. Ayrıca bkz. Bölüm 11.4.2.1.

Elde edilen çevresel faydalar
IPA konsantrasyonları, başlangıç konsantrasyonuna bağlı olarak %2–3 w/w'nin altına düşürülebildiğinden daha düşük VOC emisyonları.

Çevresel performans ve işletim verileri
Seramik veya krom kaplı dağıtma silindirlerinin daha iyi sonuç vermesi pres tipine bağlıdır. Seramik silindirler daha fazla bakım ve temizlik süresi gerektirir.

IPA'nın kısmen ikame edildiği Norveç'teki bir ofset tesisinde, IPA seviyesi %15'ten %4'e düşürülebildi, bu da presin üzerindeki havadaki IPA konsantrasyonunun %77-90 aralığında azalmasıyla sonuçlanmıştır.

Çapraz ortam etkileri
Yumuşak kauçuk, sert kauçuktan yapılmış plaka silindirlere göre daha erken hasar görür ve daha sık değiştirilmesi gerekir ve bu da daha fazla israfa neden olur. Ayrıca, seramik silindirlerin krom kaplı çelik silindirlerden daha sık değiştirilmesi gerekir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Bu teknik yaygın olarak uygulanır ve IPA uygulayan tüm baskı tesislerinde uygulanabilir. Ancak seramik veya metal silindirler artık daha az kullanılmaktadır. Hidrofilik silindirler kullanılır, aynı etkiye sahiptir ve daha ucuzdur.

Ekonomik boyut
Hidrofilik plaka silindirlerin maliyetleri sert kauçuk silindirlerle aynıdır ve her biri 250–1 000 Avro arasında değişmektedir. Ancak, daha sık değiştirilmeleri gerekir. Seramik silindirlerin her biri 2 500–3 000 Avrodur. Dağıtım silindirlerini seramik silindirlerle değiştirmenin toplam maliyeti, presin boyutuna bağlıdır. Ayrıca seramik silindirlerin krom kaplı olanlardan daha sık değiştirilmesi gerekir (maliyetler 1997'den sonraki dönemleri kapsamaktadır).

Uygulamanın ardındaki itici güç
Veri sunulmamıştır.

Örnek tesisler
Norveçteki tesisler.

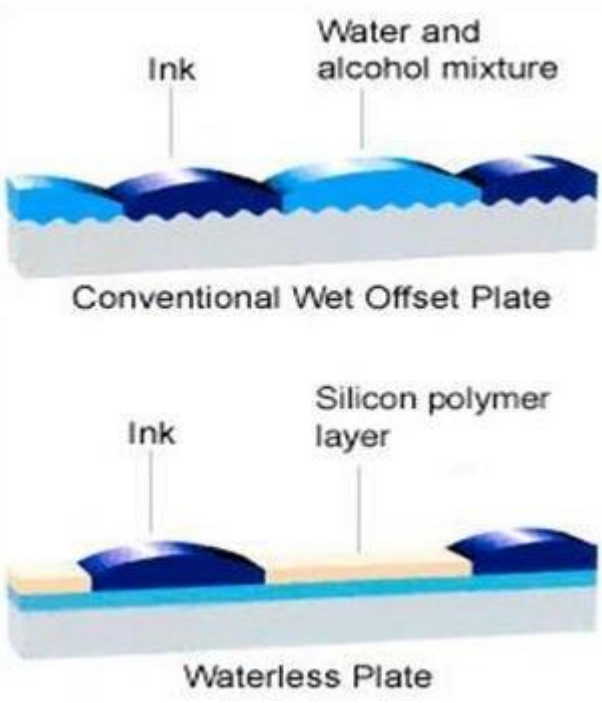
Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [8, Nordik Bakanlar Konseyi 1998] [14, Aminal et al. 2002] [38, TWG 2004]

11.4.2.3 Susuz ofset

[186, INTERGRAF 2017] [212, TWG 2018]

Tanımı
Özel kaplamalı ofset plakaların kullanımını sağlamak için pres ve baskı öncesi işlemlerin modifikasyonu, nemlendirme ihtiyacını ortadan kaldırır.

Teknik tanımlama
Özel ofset plakalarda, mürekkep taşımayan parçalar üzerinde bir silikon tabakası lazerle sertleştirilir veya alternatif olarak sertleştirilmiş silikonlar, mürekkep taşıyan alanlar oluşturmak için yakılır. Sertleştirilmiş silikonlar, geleneksel ofset plakalarda çeşme solüsyonu ile aynı etkiye sahiptir: plakayı yerel olarak mürekkepten uzak tutarlar (bkz. Şekil 11.11). Dünyada sadece bir üretici mevcuttur.
Susuz ofset uygulaması, baskı işleminde önemli değişiklikler, baskı makinesinin ek soğutması ve özel mürekkeplerin kullanımını gerektirir.



Kaynak: [186, INTERGRAF 2017]

Şekil 11.11: Geleneksel ıslak ofset plaka ve susuz plaka

Elde edilen çevresel faydalar
Çeşme solüsyonu kullanılmadığından izopropanol veya diğer ıslatıcı maddeler gibi katkı maddelerine de ihtiyaç yoktur ve bu nedenle bu katkı maddelerinden kaynaklanan kaçak emisyonlar yoktur. Ayrıca, hazırlık sırasında daha az kağıt kaybı olur.

Çevresel performans ve işletim verileri
Susuz ofset plakalar uzun süre dayanmaz. Geleneksel ofset plakaların daha uzun çalışmalar için yeterince uzun dayanması için işlemden geçirilebildiği durumlarda, susuz plakaların plakalarının bu kadar uzun bir çalışma sırasında değiştirilmesi gerekir. Bu, ek kalıpların üretilmesine ve daha sık baskı ve kağıt kayıplarına neden olur. Bunların maliyeti, susuz ofsetin ekonomik avantajlarını önemli ölçüde azaltır. Bu aynı zamanda, susuz ofsetin, web beslemeli ofsetten daha çok tabaka beslemeli ofsette daha sık görülmesinin nedenidir.

Çapraz ortam etkileri
Presin soğutulması için ek enerji tüketimi gereklidir. Plakalar, geleneksel ofset plakalar kadar kolay geri dönüştürülemez.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Susuz ofset uygulaması, baskı işleminde önemli değişiklikler, baskı makinesinin ek soğutması ve özel mürekkeplerin kullanımını gerektirir.
Geleneksel ofset kalıplara göre çok daha az baskıdan sonra özel kalıpların değiştirilmesi gerekir, bu da tekniği genellikle IED boyutunda ısıyla sertleştirilmiş web ofset baskı tesislerinde gerçekleştirilenler gibi uzun baskı tirajları için daha az uygulanabilir hale getirir.

Susuz ofset uygulaması baskı tesisinin esnekliğini azaltır. Müşterinin baskı öncesi faaliyetlerinin uyarlanması gerekebilir. Örneğin, işlemin, bunun yerine dört rengin tümü kullanılarak atlatılması gerekebilecek geniş siyah mürekkep alanlarını basmakta zorluk çektiği bildirilmiştir.

Diğer yandan, susuz ofsette nokta keskinliği iyileşebilir ve biraz daha keskin bir baskı kalitesine izin verebilir.

Gazete, dergi, broşür, el ilanı vb. için uygulanır.

Ekonomik boyut
Mevcut bir tesisatta, preslerde büyük değişiklikler yapılması gerektiğinden yatırım oldukça önemlidir.

Kısa tirajlarda, hazırlıktaki azalma bir tasarruf sağlar. Ancak presin ve daha pahalı plakaların soğutulması için ek maliyetler vardır.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Daha kısa hazırlık süreleri nedeniyle kağıt kayıplarının azalması, kısa tirajlarda ekonomik bir avantaj sağlar.

Geçmişte, operatörün izopropanol buharlarına maruz kalmaması da bir avantaj olarak kabul ediliyordu, ancak bu, endüstride izopropanol kullanımının önemli ölçüde azalması nedeniyle artık geçerli değil.

Bu teknik, çok yüksek kaliteli bir çalışma sağlar. Kimyasal kullanımındaki azalma, işyeri sağlığını ve güvenliğini artırır.

Örnek tesisler
STS TWG'nin mevcut bilgisine dayanarak, Avrupa'da kullanılmamaktadır.
Olası uygulamalar için, Uluslararası Susuz Baskı Derneği'nin web sitesi olan www.waterless.org adresinden bilgi edinilebilir.

Referans literatür
[186, INTERGRAF 2017]

11.4.3 Çıkış gazı ekstraksiyonu ve arıtması

Termal atık gaz arıtma teknikleri (reküperatif ve rejeneratif oksidasyon), atık gazların rahatsız edici kokusu nedeniyle sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Termal çıkış gazı arıtma teknikleri hakkında daha fazla bilgi için Bölüm 17.10.5'e bakınız.

11.4.3.1 Pres odasından veya pres kapsüllemeden havanın çıkarılması ve işlenmesi

Tanımı
Pres odasından veya pres kapsülünden çekilen havanın kurutucuya yönlendirilmesi. Sonuç olarak, pres odasında veya pres kapsüllemede buharlaşan solventlerin bir kısmı, kurutucunun akış aşağısındaki termal oksitleyiciyle azaltılır. Bu yöntem kaçak emisyonları azaltır.

Teknik tanımlama
Isıtmalı presler genellikle iklim kontrolü ve gürültü azaltma nedenleriyle ve gerektiğinde personelin solvent buharlarına aşırı maruz kalmasını önlemek için kapsüllenir. Kararlı bir ofset baskı işlemi, baskı makinesinin etrafındaki hava akışlarının sabit bir sıcaklığına ve düşük hızına ihtiyaç duyar. Baskı işleminin gürültülü kısımları baskı silindirleri, kurutucu ve katlama ve kesme makinesidir. Bunlar genellikle basının kendisiyle birlikte kapsüllenir.

Diğer durumlarda, teknik veya ekonomik nedenlerle kapsülleme uygulanmaz. Bu, örneğin uçan baskı birimlerinin kullanıldığı durum olabilir. Bunlar, çalışan preste çok sayıda plaka değişikliği

ve operatör bulunmasını gerektirir. Bu durumlarda, pres kapsüllü değildir, ancak mümkün olduğunca ayrı bir kontrol odasından çalıştırılır.

Sıcaklık kontrollü hava, pres odasına veya kapsüllenmiş alana beslenir. Toplam pres odası havalandırma akışı genellikle kurutucu hava akışından önemli ölçüde daha büyüktür (en az beş kat). Kurutucunun giriş havası, egzoz havası havalandırma akışının bir parçası olarak hizmet eder. Böylece havanın bir kısmı atmosfere değil, kurutucuya ve oksitleyiciye verilir. Sonuç olarak, odadaki veya kapsüllemedeki solvent buharlarının bir kısmı işlenir. Bu, kaçak emisyonları azaltır.

Modern kurutucuların ve entegre kurutucu oksitleyicilerin hava akışı, 5 000 m3/saat ile 20 000 m3/saat arasındadır. Pres odası veya kapsülleme içindeki koşulları kontrol etmek için gereken toplam hava akışı, preslerin sayısı, boyutu ve hızı gibi faktörlere bağlıdır ve genellikle kurutucular tarafından boşaltılan miktardan daha fazladır. Atmosfere ek egzoz havalandırması gereklidir. Baskı odasındaki veya kapsüllemedeki solvent konsantrasyonu düşüktür. İlave olarak havalandırılan havadaki düşük solvent konsantrasyonu nedeniyle, arıtımı ekonomik olarak uygun değildir. En yüksek konsantrasyonlar, çeşme çözeltisinde bir katkı maddesi olarak izopropanol kullanıldığında bulunacaktır. Ancak bu durumlarda bile konsantrasyon, sağlık ve güvenlik nedenleriyle, izopropanol için mesleki maruziyet sınırının oldukça altında olacaktır (örneğin Almanya'da izin verilen maksimum konsantrasyon (MAK) 200 mg/m3'tür). Bu düşük konsantrasyonun bir sonucu olarak, tek başına kapsülleme için yeterli egzoz havalandırması sağlayabilecek şekilde kurutucu hava akışını artırmak mümkün değildir.

Elde edilen çevresel faydalar
Kaçak emisyonların azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri
İşleme tabi tutulan kapsülleme içindeki çözücü buharlarının oranı için yaklaşık bir hesaplama aşağıdaki formülle verilmektedir:

$$\frac{\text{Hava akışlı kurutucular (veya entegre kurutucu−oksitleyici)}}{\text{Hava akışlı kurutucular + ek egzoz havalandırması}}$$

Çapraz ortam etkileri
Olumsuz çevresel etki bulunmamaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Tüm heatset web ofset baskı tesislerinde uygulanabilir.

Ekonomik boyut
Ek maliyet doğurmaz.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Basın odasının veya kapalı alanın havalandırılması, iklim kontrolü ve personelin solventlere aşırı maruz kalmasını önlemek için gereklidir. Kurutucuların giriş havasının pres odasından veya kapalı alandan alınması bu havalandırmaya yardımcı olur.

Örnek tesisler
Avrupa'daki tüm veya neredeyse tüm heatset web ofset baskı tesisleri.

Referans literatür
[155, TWG 2016] [186, INTERGRAF 2017] [212, TWG 2018]

11.4.3.1 Gaz çıkışı arıtımı ile entegre web ofset kurutucu

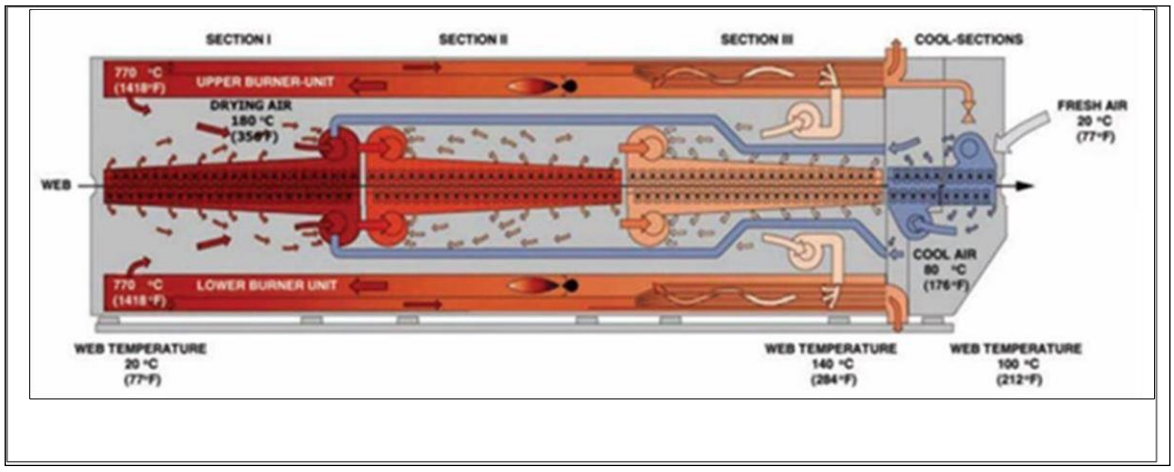
Tanımı
Gelen kurutucu havanın çıkış gazı termal oksidasyon sisteminden geri dönen atık gazların bir kısmı ile karıştırılmasını sağlayan entegre bir çıkış gazı arıtma ünitesine sahip bir web ofset kurutucu.

Teknik tanımlama
Bu teknik, gelen kurutma havasının, çıkan kurutma havasının VOC içeriğini oksitleyen brülör veya brülörlerden çıkan egzoz gazlarının bir kısmı ile karıştırılarak ısıtıldığı, baskılı ısıyla sertleşen pres ağı için bir sıcak hava kurutucusundan oluşur.

Çıkan kurutma havası tamamen bu brülörlere beslenir. Brülör egzozunun devridaim edilmeyen ve gelen kurutma havasını ısıtmak için kullanılan kısmı yayılır.

İçeri giren soğuk kurutucu hava, ağ-yapıyı kurutucudan çıktığı yerde soğutmak ve ağ üzerindeki mürekkepten VOC'lerin buharlaşmasını durdurmak için kullanılır. Soğutma, içten su ile soğutulan metal merdaneler yardımıyla da gerçekleştirilebilir.

Maksimum ağ sıcaklığı ayarlanabilir ve genellikle 140 °C ile 190 °C arasında olacaktır. Kağıt ağ-yapının maksimum sıcaklığı sınırlı olduğundan, oksitleyiciden kurutucu kısma havanın devridaiminin bir sınırı vardır.



Şekil 11.12: Isıyla sertleşen web ofset presinin kurutucusunda entegre atık gaz işlemi

Elde edilen çevresel faydalar
Elde edilen başlıca fayda, ısıyla sertleşen mürekkeplerdeki mineral yağların kurumasından kaynaklanan VOC emisyonlarının önlenmesidir.

Ayrıca kötü kokuların önüne geçilir. Isı ile sertleşen kurutuculardan çıkan işlenmemiş egzoz gazları kötü kokuludur.

Enerji tüketimi, ayrı kurutucular ve oksitleyiciler durumunda olduğundan çok daha düşüktür. Ayrı bir kurutucunun enerji tüketiminden tasarruf edilir ve devridaim sayesinde oksitleyicinin enerji tüketimi azalır. Bu, bu entegre kurutucu-oksitleyicilerden gelen egzoz hava akışının, aynı pres için ayrı bir kurutucunun hava akışının yarısı olduğu gerçeğiyle gösterilebilir.

Çevresel performans ve işletim verileri
Entegre kurutucu-oksitleyiciler genellikle IED (2010/75/EU Yönergesi Ek VII) emisyon sınır değerinden daha düşük değerlere ulaşma yeteneğine sahiptir.

İmha verimliliği, yalnızca emisyon değerine değil, aynı zamanda, ağın mürekkep kapsamına ve kurutma sıcaklığına bağlı olarak buharlaşan mineral yağın miktarına da bağlıdır.

Tipik olarak, kurutma havasındaki VOC konsantrasyonu yaklaşık 2 g VOC/m3'tür ve emisyon değeri 20 mg C/m3'ün oldukça altındadır. Sonuç olarak, imha verimliliği %99'un üzerinde olacaktır. %99.9'luk değerlere de ulaşılabilir.

Kurutucu oksitleyiciler, heatset web ofset baskı pazarına tedarik konusunda deneyimli uzman şirketler tarafından tasarlanır ve üretilir. Boyutları, baskı makinesinin genişliğine ve hızına ve ağın olağan mürekkep kapsamına bağlıdır.

Bu makinelerin güvenilirliği olağanüstüdür. Bu elbette gereklidir, çünkü bir kusur durumunda daha fazla baskı üretimi mümkün değildir: termal oksitleyici atlanamaz.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Mevcut binalarda, entegre kurutucu-oksitleyicinin boyutu nedeniyle uygulanabilirliğe ilişkin kısıtlamalar olabilir.

Presin değiştirilmeden mevcut kurutucuların ve bunların ayrı oksitleyicilerinin değiştirilmesi, enerji tüketimindeki tasarrufları karşılamayacaktır.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Azaltılmış enerji tüketimi ve VOC emisyonlarının azaltılması.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[186, INTERGRAF 2017]

11.4.4 Temizlik

11.4.4.1 Manuel temizlik için VOC olmayan ve uçuculuğu düşük temizlik maddeleri

Tanımı
Manuel temizleme faaliyetleri için VOC'lerin girişi, aşağıdaki tekniklerin birleştirilmesiyle azaltılabilir:

- temizlik maddesinin dikkatli kullanımı, örn. kullanımdan sonra kapların kapatılması;
- tüm temizlik faaliyetleri için -HBS (yüksek kaynama noktalı solvent) veya VOC içermeyen bitkisel yağ bazlı temizlik maddelerinin (VCA'lar) (bkz. Bölüm 17.9.5) uygulanması;
- Düşük çevresel etkiye sahip temizlik maddelerinin kullanılması, bkz. Bölüm 17.6.1.

Elde edilen çevresel faydalar
Temizlik için VOC girişi, mürekkep girişinin < %5'ine düşürülebilir veya OFP (ozon oluşum potansiyeli) dahil olmak üzere genel çevresel etki azaltılabilir.

Çapraz ortam etkileri
Yukarıdaki çözücülerin kullanılması, daha az çözücü buharlaştıkça daha fazla harcanan çözücünün işlem ve/veya bertaraf gerektireceği anlamına gelebilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Durulama suyu kağıt ağı kırabileceğinden, bitkisel temizlik maddeleri (VCA'lar) ısıyla sertleştirilmiş web ofset baskıda uygulanamaz.

Yalnızca tabaka beslemeli tipo işlemi VCA'ları kolayca kullanabilir, ancak ofset baskıda, battaniye silindirlerinin ve lastik örtülerin temizlenmesinde bitkisel temizlik maddeleri etkili bir çözüm değildir. Halihazırda mevcut olan VCA'lar, lastik battaniyeler üzerinde şişirici ajanlar olarak çalışmakta ve battaniyeler kullanıma uygun hale gelmemektedir. VCA'ların önemli çevresel faydaları olmasına rağmen, VCA'ların yalnızca bazı üretim yöntemleri için BAT olarak kabul edildiği dikkate alınmalıdır.

Düşük uçuculuktaki temizlik ürünleri yeni çalışma uygulamaları gerektirir. Düşük uçuculuğa sahip ürünler genellikle temizlenecek yüzeye uygulandığında hemen etki göstermezler. İkinci adım olarak su ile yıkanmaları gerekir. Bu nedenle, temizlik için uçucu olmayan maddelere geçiş, çalışanların çalışma uygulamalarını ayarlamalarını gerektirecektir.

Uçucu olmayan temizleyiciler manuel olarak uygulandığında, makineye damlatılırsa baskı hatalarına neden olabileceğinden, dikkatli kullanılmaları gerekir. [148, COM 2009].

Ekonomik boyut
Etkili temizlik için daha küçük miktarlar gereklidir ve %50'ye kadar su ile seyreltilebilirler. Tüketimde ortaya çıkan azalma, yüksek fiyatlarını tamamen telafi eder [148, COM 2009].

Uygulamanın ardındaki itici güç
İş sağlığı (çözücü buharlarına maruz kalma) ve iş güvenliği (temizlik maddesi içeren kağıt ağ kurutucuya ulaştığında kurutucuda patlamaların önlenmesi).

Referans literatür
[7, Almanya 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [148, COM 2009]

11.4.4.2 Otomatik örtü temizliği için VOC içermeyen solventlerin veya düşük uçuculuğa sahip solventlerin kullanılması

Tanımı
Otomatik örtü temizliği için temizlik maddesi olarak uçucu olmayan veya düşük uçuculuğa sahip organik bileşiklerin kullanılması.

Teknik tanımlama
Heatset web ofset baskıda otomatik örtü temizliği, baskı işleri sırasında kauçuk örtü silindirinin temizlenmesiyle ilgilidir. Kağıt lifleri ve mürekkep kauçuk örtüye yapışır ve basılan ürünün kalitesini düşürür. Üretim sırasında pres, genellikle ısıyla sertleşen pres başına sekiz adet olan (kağıt dokusunun her iki tarafında dört renk) kauçuk örtülerin temizleme döngüsüne göre zaman zaman yavaşlatılır veya durdurulur. Temizlik maddesi, genellikle su ile karıştırılan bir çözücüden oluşur. Su kullanıldığında, kağıt liflerinin şişmesine neden olur ve solventler hem lifleri hem de mürekkebi kauçuk örtüden ayırır.
Temizleme döngülerinin uzunluğu ve sıklığı, baskı makinesine, kağıda ve yazdırma işine bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Yanlış uzunluktaki temizleme döngüsü bir ağ kopmasına neden olabilir. Temizleme döngülerinin genellikle 15 ila 40 saniye arasında sürdüğü, ancak bazen 3 dakikaya kadar çıkabileceği bildirilmektedir. Bir temizleme döngüsünde 10 ml ile 700 ml arasında temizlik maddesi kullanılabilir.

Üç tür otomatik temizleme yöntemi mevcuttur:

- Fırça sistemi: Solvent-su karışımı ile ıslatılmış bir fırça kısa süre battaniyeye tutulur. Fırça silinerek temizlenir: Temizleme maddesinin %10'u kaldırılan kir ile birlikte toplanır ve %90'ı kağıt ağına aktarılır.
- Doku sistemi: Doku birkaç kez lastik örtüye bastırılır. Hem doku hem de örtü silindiri temizlik maddesi ile püskürtülür. Temizlik maddesinin ve gevşeyen kirin yaklaşık %20'si doku tarafından emilir. Temizlik maddesinin geri kalanı kağıt ağ-yapıya aktarılır. Diğer durumlarda, doku bir temizlik maddesi ile önceden ıslatılır.

- Püskürtme sistemi: Battaniye silindirine temizlik maddesi püskürtülür. Temizlik maddesi ve gevşemiş kir kağıt ağına aktarılır.

Her üç sistemde de kağıt ağ, temizlik maddesinin tamamını veya neredeyse tamamını buharlaşacağı kurutucuya taşır. Kağıt ağ-yapı tarafından emilen VOC'ler daha sonra oksitleyicide azaltılır. Geri kalanlar toplanır ve atık olarak bertaraf edilir. Bu nedenle kaçak emisyonlar ihmal edilebilir düzeydedir.

Temizlik maddelerinin çoğu kurutucuda bittiği için, temizleme yöntemi, temizlik maddesi, kurutucu ve oksitleyiciden oluşan tüm sistem, içindeki solvent konsantrasyonunun geçici olarak artması nedeniyle patlama riski oluşmayacak şekilde tasarlanmalı ve çalıştırılmalıdır. temizleme döngüsü sırasında kurutucu ve oksitleyici. Kurutucu üreticisi genellikle temizlik maddelerinin içinde olması gereken sınırları belirler. Bu limitler farklı şekillerde ifade edilebilir (yanabilirlik, buhar basıncı, LEL, vb.), ancak bunlar her zaman kullanılan solventler için çok düşük bir buhar basıncı ile sonuçlanır.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu teknik, otomatik temizleme için kullanılan temizlik maddelerinden çözücülerin ihmal edilebilir düzeyde buharlaşması nedeniyle kaçak emisyonların önlenmesini sağlar. Ayrıca bu otomatik temizleme sistemleri, manuel temizleme miktarını ve buna bağlı olarak daha uçucu solventlerin kullanımını azaltır.

Çevresel performans ve işletim verileri
Kullanılan düşük uçucu solventlerin kombinasyonu, temizleme döngüsünün kısa süresi ve temizleme sistemlerinin yapısı, neredeyse tüm VOC'lerin kağıt ağ içinde toplandığı veya emildiği anlamına gelir. Sonuç olarak, temizlik maddesinde yalnızca düşük uçuculukta solventler kullanıldığında otomatik temizlemeden bahsetmeye değer hiçbir kaçak emisyon meydana gelmez.

Çapraz ortam etkileri
Kağıt atık miktarı, kullanılan temizlik maddesinin etkinliğinden etkilenir. Özellikle VOC içermeyen temizlik maddeleri, düşük uçuculuktaki temizlik maddelerinden daha az etkili olabilir. Bu durumda, kağıt kayıplarının artmasını önlemek için bu VOC içermeyen temizlik maddelerinin kullanımından kaçınılmalıdır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Büyük ısıyla sertleşen web ofset baskı tesislerinde kullanılan tüm otomatik temizleme sistemleri, temizlik maddelerinde düşük uçuculuktaki solventlerin uygulanması için uygundur.

Ekonomik boyut
Ek maliyet içermez. Tüm büyük modern ısıtmalı presler, otomatik örtü temizleme sistemleriyle donatılmıştır.

Uygulamanın ardındaki itici güç
Uygulamanın ardında yatan ana itici güçleri ekonomik avantajlar (daha hızlı temizlik, daha yüksek üretkenlik, daha az manuel temizlik), iyileştirilmiş çalışma koşulları (daha az manuel temizlik, solvent buharlarına daha az maruz kalma) ve artan güvenliktir (kullanımda daha az yanıcı sıvı).

Örnek tesisler
Veri bildiren tüm tesisler.

Referans literatür
[186, INTERGRAF 2017]

12. FLEKSOGRAFİ VE YAYINSIZ ROTOGRAVÜR BASKI

Esnek paketleme tesislerinde aşağıdaki işlemlerden iki veya daha fazlasının bir kombinasyonu kullanılır:

- rotogravür paketleme (rotogravür olmayan);
- fleksografi;
- laminasyon;
- vernikleme;
- dijital baskı.

Solventler tüm bu işlemlerde kullanılabilir.

12.1 Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı endüstrisi hakkında genel bilgiler

[194, Technavio 2017] [196, ERA 2015] [197, FPE 2017]

Avrupa'daki fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı pazarı sürekli büyüyor ve önümüzdeki yıllarda istikrarlı bir şekilde büyümeye devam etmesi bekleniyor. Bu eğilimin temel faktörlerinden biri, plastik bazlı esnek ambalaj ürünlerine yönelik artan taleptir.

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı sektörünün başlıca ürün çeşitleri şunlardır:

- şekerleme ürünleri;
- farmasötik;
- kişisel bakım;
- evcil hayvan maması;
- et ürünleri;
- süt ürünleri;
- dondurulmuş gıda ürünleri;
- meyve ve sebzeler.

2015 yılında şekerleme ürünleri segmenti pazara hakim oldu ve gelir açısından pazar payının %22'sinden fazlasını oluşturdu.

Kullanılan temel hammaddeler şunlardır:

- plastik;
- kağıt;
- alüminyum folyo.

Avrupa fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı endüstrisinin, 820 rotogravür baskı makinesini çalıştıran toplam 320 baskı tesisine sahip olduğu tahmin edilmektedir. Örneğin, aşağıdaki ürünler imal edilmektedir:

- Esnek ambalaj malzemesi (gıda, şekerleme, ilaç, vb. paketlemek için tek katmanlı veya kompozit olarak film bazlı folyo ambalaj). Esnek ambalaj malzemeleri, çok uluslu büyük marka sahipleri ve büyük süpermarket zincirleri tarafından kendi markalı ürünlerini paketlemek için kullanılmaktadır.
- Büyük meşrubat üreticilerinin şişeleri için etiketler.
- Süt ürünleri için kapaklar (örneğin yoğurt).

- Süt ve meyve suyu meşrubat kutuları.

Avrupa'da fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı endüstrisinin cirosu yılda yaklaşık 15 milyar Euro'dur. Bu sayı kabaca bir hesaplamadır. Tek yazıcının cirosu, ürüne ve yazdırdığı alt tabakaya göre değişir.

Ayrıca Avrupa'da 300 rotogravür baskı makinesi çalıştıran yaklaşık 85 dekoratif rotogravür baskı tesisi bulunmaktadır. Bu tesisler öncelikle şunları üretmektedir:

- laminat parke, mobilya, mutfak üniteleri vb. için temel kağıt;
- hediye paketi;
- duvar kağıdı.

Avrupa'da dekoratif rotogravür cirosu yılda 2,5 milyar Avro civarındadır.

Birçok fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı makinesinin kendi gravür tesisleri yoktur ve silindir imalatı ve gravürü taşerona verir. Bu, yıllık 600.000'den fazla gravür baskı silindiri üretimiyle önemli bir endüstri haline geldi. Ayrıca, ambalaj, duvar kağıdı, hijyen kağıdı, dekoratif ürünler vb.'nin kabartması için kazınmış önemli sayıda silindir bulunmaktadır. Cironun yılda 0,5 milyar Euro civarında olduğu tahmin edilmektedir. Silindir üretimi ve gravürü taşeronlara yaptırılarak, silindirlerin elektrokaplanmasından kaynaklanan su emisyonları bu nedenle uzman tedarikçilere aktarılır.

12.2 Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda uygulanan prosesler ve teknikler

[197, FPE 2017]

12.2.1 Fleksografi

Fleksografik baskı, kauçuk gibi esnek kabartma plakalar veya bu günlerde daha olası olduğu gibi fotopolimerler ve hızlı kuruyan solvent veya su bazlı mürekkepler kullanılarak doğrudan döner baskı kullanır.

Fleksografi, neredeyse yalnızca makara veya ağ beslemeli bir işlemdir. Normalde pürüzlü bir yüzeye sahip bir ana dağıtım silindiri kullanan çok kolay bir mürekkep sistemiyle basit bir baskı yöntemidir.

Özel olarak tasarlanmış flekso baskı makineleri artık çok çeşitli baskılı ürünler üretmektedir. Özellikle uzun süreli web baskısı için uygundur ve ince kağıttan ağır oluklu mukavvaya, ince selofandan kalın esnek tabakaya, vinillere ve folyolara kadar çok çeşitli alt tabakalara uyarlanabilir. Sürecin ana uygulamaları esnek paketleme, sıvılar için kartonlar, bazı gazeteler, karton kapaklı kitaplar, etiketler, kağıt/plastik poşetler, kartonlar/ambalajlar ve duvar kaplamalarıdır.

Oluklu mukavva üreten ve basan tesisler tabaka beslemeli presler kullanır. Oluklu mukavva, tüm presten yatay olarak geçen sert tabakalar halinde kesilir. Presler ya "alt yazıcılar" ya da "üst yazıcılar"dır, yani alt tabakanın alt veya üst tarafına baskı yapar.

Mürekkep ünitesi
Aynı baskı makinesinde birçok farklı ürün ve alt tabaka basılabilir ve bu nedenle mürekkeplerin düzenli olarak değiştirilmesi gerekebilir. Gıda ambalaj mürekkepleri yıllar içinde aromatik çözücülere dayalı olanlardan alifatiklere, yani toluen ve ksilenden etanol, MEK, aseton ve etil asetata değişti. Bu mürekkepler buharlaşarak kurur; bununla birlikte UV ile kürlenen mürekkepler de kullanılır [38, TWG 2004].
Mürekkebin viskozitesi düşüktür, akışkandır ve geleneksel olarak dönen bir kauçuk fiskiye rulosu tarafından alındığı yerden bir mürekkep tepsisinde tutulur. Doldurma silindiri mürekkebi ölçüm silindirine iletir. Fazla mürekkep, baskı plakasına aktarılmadan önce bir doktor bıçağı ile ölçüm rulosundan çıkarılır.

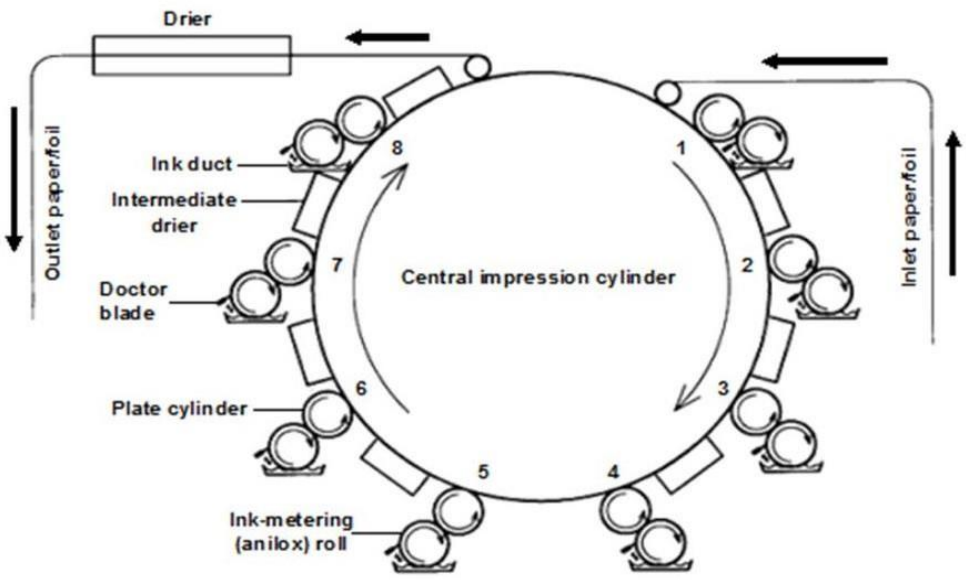
Daha modern bir sistem, mürekkep haznesinin, mürekkebin doğrudan mürekkep ölçüm (aniloks) rulosuna beslendiği bir fiskiye kafasına bağlandığı hazne doktor bıçağıdır. Mürekkebin kutu benzeri yapıdaki pompalar tarafından sirküle edilmesi nedeniyle, anilox rulosuna mürekkebin transferi baskı hızından bağımsızdır. Fıskiye kafasına bağlı iki sıyırma bıçağı, aniloks rulosuna sıkıca oturur.

Mürekkep ölçme (aniloks) rulosu
Bir fleksografi presinde, mürekkep, mürekkep fiskiyesinden bir mürekkep ölçüm (anilox) silindirine aktarılır. Mürekkep ölçme rulosu seramiktir ve mürekkebin baskı plakasına ölçüldüğü hücrelerle kaplanmıştır; ne kadarı hücrelerin derinliğine ve yapısına, desen oluşumuna ve elek sayısına bağlıdır. Hücreler mekanik veya lazerle oyulabilir ve gerekirse yeniden oyulabilir.

Plaka silindiri
Plaka silindiri genellikle üzerine baskı plakalarının çift taraflı yapışkanla monte edildiği çelik bir silindirdir. Fleksografi baskı plakaları genellikle UV'ye duyarlı polimerlerden veya kauçuktan yapılır ve tekniğe adını veren esnek ve esnektir.

Ölçü silindiri

Fleksografi baskı makineleri, bir dizi birim olarak veya kompakt biçimde tasarlanabilir. Seri yapıda, her baskı ünitesinin kendi baskı silindiri vardır ve arka arkaya stantlarda sıralanmıştır. Kompakt formda, birkaç baskı ünitesi her iki tarafta desteklenebilir veya küçük presler durumunda, merkezi bir baskı silindirinin bir tarafından (konsol tipi) asılabilir. Bu aynı zamanda uydu presi olarak da bilinir [38, TWG 2004].



Kaynak: [14, Aminal et al. 2002]

Şekil 12.1: Merkezi baskı silindirli sekiz renkli fleksografi baskı makinesi (uydu baskı)

Temizlik

Baskı plakalarının ve makine parçalarının temizliği, mürekkep veya verniklerdekine benzer solventlerle yapılır. Ultrasonik temizleme ve yüksek basınçlı toz ile temizleme de kullanılabilir.

12.2.2 Rotogravür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [3, IMPEL 2000] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998]

[78, TWG 2005] [197, FPE 2017]

Rotogravür baskıda görsel, bir silindirin pürüzsüz yüzeyindeki küçük girintilerden meydana gelir. Bu, bakır kaplamalı, ince ve sert bir krom tabakayla kaplanmış çelik bir tabandan meydana gelir. Rotogravür baskı, rölyef veya lito baskıdan daha özel bir işlem olma eğilimi gösterir. Bu işlemde, silindir mürekkeple doldurulur ve mürekkebi yalnızca girintili görsel alanlarında bırakmak için yüzey temiz bir şekilde kazınır.

Rotogravür iki ana grafik ürünün basılması için kullanılır: bu belgenin 13. Bölümünde ele alınan yayınlar ve esnek ambalaj (örneğin tütün endüstrisi için ambalaj). Küçük grafik uygulamaları etiketler, ambalaj

kağıtları, karton ambalajlar, banknotlar ve posta pullarıdır. Grafik endüstrisinin dışında, bu yöntem zemin ve duvarlar için duvar kağıdı, ahşap taklitleri (laminat) ve karo taklitleri baskısında kullanılır.

Tablo 12.1: Ambalaj rotogravür baskı makinelerinin temel teknik özellikleri

Parametre	Teknik özellikler
Web genişliği	2 000 mm'ye kadar
Baskı üniteleri	Genellikle 6 ile 10 arasında, sıklıkla 8 renk ünitesi + bir laklama ünitesi ve/ veya laminasyon ünitesi
Üretim hızı	Genellikle 250-400 m/dk; ayrıca kullanılan silindirlerin çapına da bağlıdır
Yapı	Her biri ayrı bir renk baskısı olmak üzere sıra halinde üniteler
Renkler	Tüm renkler, genellikle beyaz baz
Alt tabakalar	Kağıt, birçok farklı türde plastik film, metalize kağıt ve plastik, alüminyum folyo; genellikle çok malzemeli, çok katmanlı alt tabakalar
Kullanılan solventler	Etil asetat, etanol, MEK ve diğerleri. Çoğunlukla kuzey Avrupa'daki karışımlarda
Azaltma teknikleri	Çoğunlukla Rejeneratif Termal Oksitleyici (RTO) ve solvent geri kazanımı

Ambalaj rotogravür baskı makinelerinin çoğu, bir metreden daha geniş bir web genişliğine sahiptir. Her baskı ünitesi bir renk basarken sekiz veya daha fazla renk basarlar [15, CITEPA 2003].

Bugün, rotogravür neredeyse tamamen web beslemeli bir işlemdir, ancak saatte 10.000 sayfaya kadar çalışan kağıt beslemeli baskı makineleri mevcuttur. Bu makinelerde sıcak hava kurutucuları bulunur ve bunlar, metalize kağıtlar ve folyolar üzerinde metalik mürekkepler kullanan yüksek kaliteli dekoratif efektlerin özel pazarlarına yöneliktir. Bununla birlikte, muhtemelen, yüksek (web) baskı adetlerini daha ekonomik hale getiren silindir yapımının yüksek maliyetli olması sebebiyle günümüzde nadiren kullanılmaktadırlar [1, INTERGRAF ve EGF 1999].

Mürekkep ünitesi

[8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [38, TWG 2004]

Rotogravür baskı makinelerinin yüksek hızı, kurutuculardaki renkler arasında kurutulan ve hızlı kuruyan mürekkeplerin kullanılmasını gerektirir. Bu nedenle, rotogravürde mürekkeplerin viskozitesi düşüktür ve neredeyse tamamı solvent bazlıdır. Ambalaj baskı mürekkeplerinde neredeyse sadece etanol ve etil asetat kullanılır. Kurutma bölümlerinde solventler ısı ve hava ile buharlaştırılır [38, TWG 2004].

Rotogravür baskıdaki mürekkeplerden çıkan solvent buharI normalde RTO ile işlenir veya geri kazanılır.

Su bazlı rotogravür mürekkepleri, duvar kağıdı ve ahşap taklitleri (laminatlar) baskıları için kullanılır [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [38, TWG 2004].

12.2.3 Esnek ambalajlarda laminasyon ve vernikleme

Esnek ambalaj malzemeleri genellikle laminasyon ve vernik adı verilen koruyucu bir kaplama ile oluşturulan çok katmanlı malzemelerdir. İşlemler teknik olarak ambalaj gravür baskısına benzer. Hiçbir görsel baskısı yapılmıyorken alt tabaka genellikle tamamen kaplıdır (yani %100 kaplıdır). Solvent bazlı veya solventsiz yapıştırıcılar (bir veya iki bileşenli), su bazlı yapıştırıcılar ve reçineler kullanılır [38, TWG 2004][197, FPE 2017].

12.3 Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

[155, TWG 2016] [197, FPE 2017]

Özgül tüketim ve emisyon değerleri, üretilen ürünlere büyük ölçüde bağlıdır ve aşağıdakilerle birlikte artacaktır:

- baskı hacminin azalması;
- renk değişim sırası sayısının artması;
- baskı kalitesine yönelik aşırı yüksek talepler veya zor baskı görselleri;
- kağıt kalitesinin azalması;
- kaplanacak yüzeyde artış.

Veriler toplanırken 33 fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisine ait veriler alınmış ve bunlar aşağıdaki bölümlerde analiz edilmiştir [155, TWG 2016].

12.3.1 Tüketim

12.3.1.1 Organik solventler

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [155, TWG 2016]

Toplam organik solvent tüketimine yönelik rapor edilen değerler, baskılı yüzeyde kg başına 40 g ila 390 g solvent aralığını gösterir. Baskılı yüzeye karşı ifade edilen toplam solvent tüketimine dair rapor edilen değerlerin ilgili aralığı, 1 000 m^2 başına 1 kg'dan 30 kg'a kadar solventtir. Rapor edilen tesislerin çoğu, örneğin polipropilen, polietilen, polyester, poliamid, alüminyum veya kağıt folyo, karton gibi bir dizi alt tabaka türü kullandığından, alt tabaka malzemesi temelinde ayrım yapmak mümkün olmamıştır [155, TWG 2016].

Tablo 12.2 uygulama alanlarıyla birlikte ambalaj baskı işlemlerinde kullanılan tipik organik solventlerin bir seçimini göstermektedir (2004'ten bilgi). Tablo 12.3, su bazlı mürekkepler, yapıştırıcılar veya vernikler uygulayan ambalaj baskı işlemlerinde bulunabilen tipik organik solventlere genel bir bakış sunmaktadır.

Tablo 12.2: Solvent bazlı ambalaj fleksografisi ve yayın dışı rotogravür baskı işlemlerinde kullanılan tipik solventler

Solvent	Buhar basıncı (kPa)	Uygulama alanı
Etil asetat	9,2	İnceltici, temizlik maddesi
Etanol	5,9	Mürekkepte solvent, temizlik maddesi
Etanol ve etil asetat karışımları	NI	Karışım gerekli kuruma süresine bağlıdır
İzopropanol	4,3	Mürekkepte solvent, temizlik maddesi
İzopropil asetat	6,1	Viskozite ayarlayıcı
Metil etil keton	10,5	Sikatif; genellikle yapıştırıcılarda ve bazı verniklerde solvent olarak kullanılır
n-Bütanol	1,2	Retarder (kuruma geciktirici)
Metoksi propanol	1,1	Retarder (kuruma geciktirici)
n-propanol	2,5	Retarder (kuruma geciktirici)
Etoksi propanol	0,65	Retarder (kuruma geciktirici)
Çeşitli esterler	NI	Plastikleştirici
Kaynak: [7, Almanya 2003] [38, TWG 2004]		

Tablo 12.3: Su bazlı ambalaj fleksografisi ve yayın dışı rotogravür baskı işlemlerinde kullanılan tipik solventler

Solvent	Buhar basıncı (kPa)	Uygulama alanı
Etanol	5,9	Mürekkepte solvent, sikatif, temizlik maddesi
İzopropanol	4,3	Mürekkepte solvent, temizlik maddesi
n-propanol	2,5	Mürekkepte solvent
Özel nafta	4,0-8,5	Temizlik maddesi (çoğu ambalaj gıda için olduğu için nadiren kullanılır)
Sentetik tiner	0,15-1,0	Temizlik maddesi (çoğu ambalaj gıda için olduğu için nadiren kullanılır)
Kaynak: [7, Almanya 2003]		

Satın alınan baskı mürekkeplerindeki organik solventlerin yanı sıra, mürekkep inceltme (viskozite kontrolü) ve çeşitli temizlik işlerinde diğer ilgili solvent miktarları kullanılmaktadır. Özellikle viskozite kontrolü alanında, rotogravür ve fleksografi işlemleri farklıdır.

Tablo 12.4 belirli VOC (Uçucu Organik Bileşik) kullanımlarının tipik ortalama değerlerini sunmaktadır.

Mürekkeplerdeki 'satın alındığı şekliyle' katı / solvent oranının tesisten tesise büyük ölçüde değişeceğini unutmamak önemlidir. Mürekkep belirli özelliklere göre teslim edilmektedir. Bir uçta, %75'e yakın bir solvent içeriği ile 'neredeyse baskıya hazır' olarak teslim edilir (baskıda küçük bir son seyreltme yapılır). Diğer uçta, mürekkep, yaklaşık %30'luk bir solvent içeriğine sahip bir 'macun' olarak teslim edilir. Macunlar, mürekkep bölümünde karıştırılır ve 'neredeyse baskıya hazır' hale gelene kadar seyreltilir. Yine, operatörlere belirli bir kuruma süresi elde etme esnekliği (solvent ekleyerek) sağlamak için son seyreltme makinede gerçekleştirilir. Kullanıma hazır solvent bazlı mürekkepler ~ %80 solvent içerir [148, COM 2009]. Ayrıca, birkaç yıl önce, 'satın alındığı şekliyle' mürekkepteki 'normal' solvent yüzdesi %50 ile %60 arasında iken artık durum böyle değildir. Daha büyük tesislerde, günümüzde mürekkepler 'macun' olarak satın alınmakta ve kurum içinde seyreltilmektedir [78, TWG 2005]:

Tablo 12.4: Ambalaj fleksografisi ve yayın dışı rotogravür baskı işlemlerinde özgül VOC kullanımı

Baskı işlemi	Aşağıdaki alanlarda satın alınan mürekkebin yüzdesi (ağırlıkça %) olarak ifade edilen kullanılan VOC'ler:						Satın alınan mürekkebin yüzdesi olarak kullanılan toplam VOC'ler (ağırlıkça %)	
	Baskı mürekkepleri (1)		Mürekkepler için inceltici		Temizlik maddeleri			
	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık
Rotogravür solvent bazlı	6	4-7	10,1	7-12	1,7	NI	17.8	12,7-20,7
Fleksografi solvent bazlı	6	4,5-7,5	8,1	5-9,5	1,4	NI	15,5	10,9-18,4
Rotogravür su bazlı	5	0-20	2	0-5	10	0-15	17 (2)	0-40
Fleksografi su bazlı	5	0-20	2	0-5	10	0-15	17 (2)	0-40

(1) Makinede kullanıma hazır mürekkep her zaman yaklaşık %80 solvent içerecektir. Daha yüksek solvent içeriği ile satın alınan bir mürekkep, inceltme (viskozite ayarı) için daha az solvent gerektirir. Solvent bazlı mürekkepler için ortalamalar: gravür, %80'in biraz üzerinde olma eğilimindedir ve fleksografi, %80'in biraz altında olma eğilimi gösterir.
(2) %17'lik su bazlı mürekkepler için ortalama çok yüksektir [38, TWG 2004] [78, TWG 2005].
Kaynak: [7, Almanya 2003]

12.3.1.1.1 Baskı mürekkepleri ve vernikleri

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [8, İskandinav Bakanlar Konseyi 1998] [9, VITO 1998] [78, TWG 2005] [212, TWG 2018]

Kullanılan mürekkep türleri – solvent bazlı

Solvent bazlı ambalaj baskısında kullanılan en yaygın solventler, etanol ve etil asetattır. Ayrıca fleksografi baskı tesislerinde izopropanol, n-propanol, metoksi propanol ve etoksi propanol kullanılırken gravür baskı tesislerinde metil etil keton (MEK), izopropil asetat ve n-propil asetat kullanılmaktadır. Mürekkepte kullanılan solvent seçimi, baskı alt tabakasına bağlıdır.

Baskı sırasında, mürekkebin viskozitesi gerektiği gibi ayarlanır veya uyumlu solventler eklenerek önceden ayarlanmış seviyede tutulur. Yeni karıştırılmış mürekkepler her zaman baskıda tam ayarın yapılmasına izin vermek için biraz fazla viskoz üretilir.

Fleksografik mürekkep, solvent bazlı veya su bazlıdır. Gravür mürekkebi neredeyse her zaman solvent bazlıdır ve su bazlı mürekkepler nadiren kullanılır.

Tablo 12.5, solvent bazlı mürekkepler için temel bir formülün ortalama bileşimini göstermektedir. Mürekkep solvent konsantrasyonu değişiklik göstermektedir. Makinede kullanıma hazır mürekkepler %80'e kadar solvent ve %20'ye kadar katı içerebilir. Vernikler de ayrıca yaklaşık %80 solvent içerir [38, TWG 2004] [78, TWG 2005].

Tablo 12.5: Solvent bazlı fleksografik baskı mürekkepleri için ortalama temel formül

Bileşen	İçerik	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Bağlayıcı madde:		
- solvent bileşeni	Normal kuruyan solventler: örneğin etanol, n-propanol, izopropanol	60-80
	Hızlı kuruyan solventler: örneğin etil asetat, i- ve n-propil asetat, MEK, naftalar	
	Yavaş kuruyan solventler: örneğin metoksi propanol, etoksi propanol	
- bağlayıcı madde bileşeni	Selüloz türevleri (örneğin nitroselüloz), polivinil bütiratlar, PVC, poliamidler	2-10
Renklendiriciler	İnorganik ve/veya organik pigmentler	5-10
Renk yardımcı maddeleri	örneğin yumuşatıcılar, vakslar, kaydırıcı maddeler, EDTA (artık Almanya'da kullanılmamaktadır)	1-6
Not: Fiziksel özellikler: katı içeriği: %25-40; net kalorifik değer: > 20 MJ/kg; parlama noktası < 21°C. *Kaynak*: [7, Almanya 2003] [19, Avusturya 2003]		

Kağıda basılacak fleksografik mürekkebin tipik formülü, Tablo 12.6'da ve kağıda yönelik hidrokarbon solventsiz mürekkebin tipik formülü Tablo 12.7'de gösterilmiştir.

Tablo 12.6: Satın alındığı şekliyle kağıt için tipik fleksografik baskı mürekkebi

Bileşen	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Pigment	20
Maleik reçine verniği	16
Nitroselüloz vernik	38
Vaks	4
Plastikleştirici	4
Etanol	11
İzopropil asetat	7
Kaynak: [1, INTERGRAF ve EGF 1999]	

Tablo 12.7: Satın alındığı şekliyle kağıt için tipik solventsiz fleksografik baskı mürekkebi

Bileşen	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Organik pigment	12
Alkolde çözünür poliamid reçine	22
Nitroselüloz (kuru ağırlık)	4
Vaks	4
Yağ asidi amin	1
Etanol	29
n-Propil alkol	18
n-propil asetat	10
Kaynak: [1, INTERGRAF ve EGF 1999]	

Plastik alt tabakalar ve metalik folyolar için fleksografik baskı mürekkepleri, kağıt üzerinde kullanılan mürekkeplerden büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Kullanılan solventler, kısmen gıda ambalajlama gereksinimleri ve düzenlemelerinin bir sonucu olarak zaman içinde değişmiştir. Aromatik mürekkep solventlerinin yerini yapıştırıcılarda ve verniklerde etanol ve etil asetat ve bazı MEK almıştır [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [93, COM 2002].

Tablo 12.5'te gösterilen genel temel formülün yanı sıra, rotogravür baskı işleminde kullanılan diğer tipik mürekkep örnekleri de bulunabilir; bunlardan biri Tablo 12.8'de gösterilmiştir. Tabii ki, mürekkep formülasyonu, baskı alt tabakasına, baskı parametrelerine ve bitmiş ürünün son kullanımına bağlı olarak önemli ölçüde değişecektir.

Tablo 12.8: Satın alındığı şekliyle rotogravür mürekkebinin tipik formülü

Bileşen	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Pigment	4-12
Genişletici pigment	0-8
Reçine	10-30
Plastikleştirici/ vaks/ katkı maddeleri	2-10
Solventler	40-60
Kaynak: [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [38, TWG 2004]]	

Genel olarak, solvent tercihi, bir film veya solvent kaplama üzerinde solvent korozyonundan kaçınma ihtiyacı ve özellikle gıda ambalajları söz konusu olduğunda üründe mümkün olduğunca az solvent kalmasını sağlamak gibi birçok yöne bağlı olacaktır. Sadece çok nadiren etanol, etil asetat ve bunların karışımlarından sapmak gerekir. MEK, aseton, toluen (tıbbi amaçlı ambalaj) veya izopropanol (gıda dışı kağıt ürünü) bulunabilir [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [78, TWG 2005].

Kullanılan mürekkep türleri – su bazlı

Tablo 12.9, rotogravür baskıda uygulanan su bazlı mürekkepler için temel bir formülün ortalama bileşimini göstermektedir. Su bazlı mürekkeplerde, satın alınan baskı mürekkeplerindeki su konsantrasyonu normalde %50-60 aralığında olabilir. Stiren-akrilat kopolimer gibi sulu dispersiyonlar, esas olarak bağlayıcı madde olarak kullanılır. Amaca ve istenilen dirençlere göre, modifikasyon için alkali maddeler (amonyak veya aminler) ile sabunlaştırılarak suda çözünür forma dönüştürülen asit reçineleri kullanılmaktadır. Kurutma işlemi sırasında, aminler veya amonyak kaçar ve bağlayıcı madde reçineleri bir kez daha suda çözünmez hale gelir [7, Almanya 2003].

Kurutma katkı maddeleri olarak, etanol ve izopropanol düşük konsantrasyonlarda eklenir [7, Almanya 2003]

Çoğu durumda formüller, köpük önleyici maddeler, ıslatıcı maddeler ve biyositler gibi katkı maddeleri içerir. Seyreltme su ile yapılabilir [7, Almanya 2003].

Tablo 12.9: Su bazlı rotogravür mürekkepleri için ortalama temel formül

Bileşen	İçerik	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Bağlayıcı madde:		
- sulu solvent bileşeni	Su	50-75
- organik solvent bileşeni	Alkoller (örneğin etanol, izopropanol)	0-13
- diğer bağlayıcı madde bileşeni	örneğin polyester ve akrilat reçineleri, polivinil asetat	10-20
- diğer bağlayıcı madde bileşeni	Amonyak, amino asitler	1-5
Pigmentler	İnorganik ve/veya organik pigmentler	10-20
Renk yardımcı maddeleri	örneğin vakslar (yumuşatıcılar ve kompleks oluşturucular Almanya'da kullanılmaz)	1-5
	Sabunlaştırma maddeleri	1-5
Dikkat: Fiziksel özellikler: katı içeriği: %25-40; net kalorifik değer: > 10 MJ/kg; yaklaşık pH değeri: 8. *Kaynak*: [7, Almanya 2003] [19, Avusturya 2003] [38, TWG 2004]		

Kaplanmış kağıda basılmak üzere tipik bir su bazlı rotogravür mürekkebi formülü Tablo 12.10'da gösterildiği gibi olabilir.

Tablo 12.10: Kaplanmış kağıt için su bazlı rotogravür mürekkebinin satın alındığı şekliyle tipik formülü

Bileşen	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Akrilik reçine	32
Su	30
Pigment	15
Akrilik dağınık faz polimeri	15
Alkali	2
Köpük önleyici	1
İzopropanol	3
Vaks dağıtıcı	2
Kaynak: [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [78, TWG 2005]	

Kağıt ve karton üzerine baskı için kullanılan iyi performans gösteren, su bazlı fleksografik mürekkebin tipik bir bileşimi Tablo 12.11'de gösterilmektedir.

Tablo 12.11: Kağıt ve karton için su bazlı fleksografik mürekkebin satın alındığı haliyle tipik formülü

Bileşen	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Akrilik emülsiyon	50
Su	20
Pigment	25
Monoetilamin	2
Polietilen vaks	3
Organik köpük önleyici	< 1
Kaynak: [1, INTERGRAF ve EGF 1999]	

Polietilen ve polipropilen üzerine baskı için su bazlı mürekkepler tipik olarak çok daha yüksek akrilik dağınık polimer içeriğine (%40) ve çok daha düşük akrilik reçine yüzdelerine (%5 - 10 arasında) sahip olacaktır.

Kartonlar giderek artan oranda su bazlı üst baskı vernikleriyle olmak üzere neredeyse her zaman verniklenir. Film ile sarmaya uygun, su bazlı, ısıya dayanıklı bir vernik, Tablo 12.12'de gösterilen formüle sahip olabilir.

Tablo 12.12: Rotogravür baskı işlemlerinde kartonlar için tipik su bazlı vernik formülü

Bileşen	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Sert akrilik reçine	15
İzopropanol	20
Su	15
Akrilik emülsiyon	35
Amin veya amonyum hidroksit	2
Vaks emülsiyonu	5
Vaks dağıtıcı	5
Ayırıcı madde	2
Köpük önleyici	1
Kaynak: [1, INTERGRAF ve EGF 1999]	

Kullanılan mürekkep türleri – UV (Ultraviyole)

UV baskı mürekkepleri fleksografik baskıda giderek daha fazla uygulanmaktadır. Bu mürekkepler, tamamı katı maddeler olan ve solvent içermeyen bağlayıcılar, katkı maddeleri, foto başlatıcılar ve boyar maddelerden oluşur. Kurutma veya daha doğrusu kürleme, baskı yüzeyinin kısa dalga UV ışığına maruz kalması neticesinde baskı filminin çapraz bağ oluşturmasının veya polimerizasyonunun sonucudur.

Kullanılan mürekkep miktarları

Tüketilen hem solvent hem de su bazlı mürekkebin miktarı, büyük ölçüde mürekkebin rengine ve biraz da baskı alt tabakasına veya baskı yöntemine bağlıdır. Tablo 12.13 bazı ortalama değerleri göstermektedir.

Tablo 12.13: Ortalama mürekkep uygulama değerleri

Renkler	Mürekkep uygulaması (teorik tam kapsama için) (g/m^2)
Beyaz	1,5-2,0
Spot renkler	1.0-1.5
Hafif gölge	0,5-1,0
Kaynak: [38, TWG 2004]	

Endüstriden alınan bilgiler, 12 g/m^2'ye kadar mürekkep uygulama değerlerinin de oluşabileceğini göstermektedir [ERA yorumu #12 [212, TWG 2018]].

Toplam mürekkep ve vernik tüketimi için bildirilen değerlerin çoğu, bitmiş üründe 0,33 g/m^2'den 45 g/m^2'ye kadar değişiklik göstermektedir [155, TWG 2016].

Özellikle esnek ambalajlarda mürekkeple kaplanan yüzey, aşağıdakiler gibi çeşitli karmaşık müşteri gereksinimleri ile belirlenir:

- basılması gereken görselin kalitesi ve baskı alt tabakasının türü;
- ürünün içine (genellikle gıda) ışığın ulaşmasını önleme ihtiyacı;

- hava geçirmez bir bariyer ihtiyacı ve koku geçişinin önlenmesi;
- nemlendirilmesi zor olan baskı malzemeleri (örneğin folyolar) için, yapışkan madde olarak işlev gören ve ilk baskı adetlerinde uygulanan bir astar kullanılır;
- basılan renklerin şeffaf plastik veya metal folyolar üzerindeki etkisinin iyileştirilmesi için son renkler uygulanmadan önce yüzey mat beyaz olarak basılır;
- UV veya aşınma direnci gibi renkli yüzeyin özelliklerini geliştirmek için baskı işinde son adım olarak tam yüzey vernikleme kullanılır.

Örneğin, oluklu mukavva üzerinde, mürekkeple kaplı yüzey genellikle < %20 iken, yüksek kaliteli tüketim malları (örn. çikolata ambalajı) için bir dizi kaplama kullanılarak > %400'lük bir yüzey kaplaması elde edilir. 'Düz açık renk tonları' plastik üzerindeki beyaz mürekkep için %100 kapsama alanına ulaşır ve vernikler ve yapıştırıcılar da kaplanan toplam yüzey üzerinde büyük bir etkiye sahiptir [38, TWG 2004].

12.3.1.2 Temizlik maddeleri

Baskı makinelerinin temizliği için öncelikle mürekkeplerde kullanılan solventlerin aynısı kullanılır. Su bazlı mürekkep sistemleri kullanan tesisler genellikle suyla, kısmen sodyum bikarbonat ve tensitler gibi alkali maddelerin karışımlarıyla temizlenir. Suda seyreltilebilir organik solventlerle su karışımları da kullanılır. Gravür silindirleri ve aniloks silindirlerdeki küçük boşluklardan kurumuş mürekkepleri çıkarmak için ultrasonik ekipman veya diğer solventsiz temizleme teknikleri kullanılabilir. Yüksek basınçlı su jetleri aynı zamanda aniloks silindirlerinde [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [38, TWG 2004] kullanılır.

12.3.1.3 Laminasyonda yapıştırıcılar

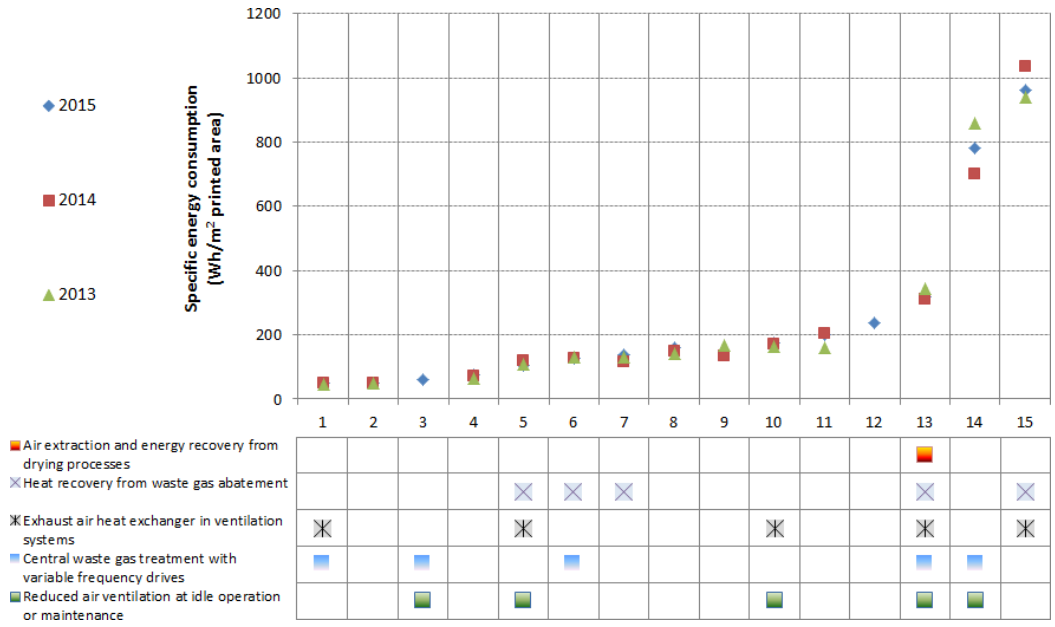
Laminasyon, solvent bazlı ve solventsiz sistemlerle yapılmaktadır. Yapıştırıcılar, iki bileşenin çok sert bir film oluşturmak üzere reaksiyona girdiği epoksi veya üretan sistemlerine dayanmaktadır. Her iki sistemin farkı, bir durumda viskoziteyi yönetmek için solventin kullanılması ve diğer durumda viskoziteyi kontrol etmek için ısının kullanılmasıdır.

İki bileşenin karıştırılması gerekir, ancak solvent emisyonu olmayacaktır. Solventsiz yapıştırıcılar veya UV ile kürlenen laminasyon yapıştırıcıları da uygulanmaktadır [1, INTERGRAF ve EGF 1999], [38, TWG 2004], [197, FPE 2017].

12.3.1.4 Enerji ve kaynaklar

[155, TWG 2016]

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesislerinden basılan alanın metrekaresi başına toplam enerji tüketimi (elektrik ve termal) olarak ifade edilen özgül enerji tüketimi için rapor edilen değerler Şekil 12.2'de sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 12.2: 2013-2015 dönemi için basılan alanın Wh/m² olarak ifade edilen özgül enerji tüketimi

Bildirilen temel enerji tasarrufu teknikleri şunlardır:

- kurutma proseslerinden hava ekstraksiyonu ve enerji geri kazanımı;
- çıkış gazının işlenmesinden ısı geri kazanımı;
- termal yağ ısıtması için termal oksitleyiciden gelen atık ısının kullanılması;
- havalandırma sistemlerinde atık hava ısı eşanjörü;
- değişken frekanslı tahriklerle merkezi çıkış gazı işleme;
- ısıtılmış sıvılar, yağ valfleri ve flanşların bulunduğu tankların ve fıçıların ısı yalıtımı;
- CCHP (kombine soğutma, ısı ve güç) - trijenerasyon;
- boşta çalışma veya bakım sırasında azaltılmış havalandırma;
- baskı ve laminasyonda kurutucu verimliliğinin optimizasyonu.

Genel olarak baskı sektörü için olası enerji verimliliği seçenekleri hakkında daha fazla bilgi EMPSI proje web sayfasında bulunabilir [38].

UV ve su bazlı mürekkeplerin kuruması için solvent bazlı mürekkeplere göre daha fazla enerji gerekir. UV mürekkepleri, onları kürlemek için UV ışığına ve baskı makinesinde özel ekipmana ihtiyaç duyar. Lambalara sağlanan yüksek enerji ısıya dönüştürüldüğünden, soğutma için büyük tesislere de ihtiyaç duyulmaktadır [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998]. Su bazlı mürekkepler için, kurutucuların enerji tüketiminde genellikle %10'luk bir artış bulunur [1, INTERGRAF ve EGF 1999].

[38] EMPSI: Baskı endüstrisinde enerji yönetimi standardizasyonu, http://www.emspi.eu/index.html

12.3.2 Emisyonlar

Bir rapor [77, VROM 2004], iyi uygulamaları kullanan fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesislerinden kaynaklanan VOC emisyonlarının, 2010/75/EU (IED) Direktifi Ek VII'ye (Bölüm 5) göre hesaplanan referans emisyonların %7,5 ila %12,5'i arasında olduğunu göstermiştir. Sadece daha konsantre VOC kaynaklarını çıkış gazı işlemeye bağlayan eski tesisler, referans emisyonun %10-25'ini elde etmektedir. Daha düşük değerler, solvent içermeyen ürünlerin yaygın kullanımıyla ilişkilendirilebilir. Benzer şekilde, azaltma ekipmanı olmayan bazı tesisler referans emisyonun %25'inden daha azına ulaşabilir, ancak sonuç olarak bunların çoğu yılda 200 tondan fazla solvent kullanmayacaktır.

Toplamda 29 farklı emisyon kaynağı ön plana çıkmıştır. Bunlar sadece kaçak emisyon kaynaklarını değil, aynı zamanda bazı atık gaz emisyon kaynaklarını da içermektedir. Dört farklı emisyon kaynağı grubu arasında ayrım yapılmıştır: baskı odası (P), oksidasyon (O), temizleme (C) ve mürekkep hazırlama (I).

Aşağıdaki Tablo 12.14, birçok kaynağa yönelik olarak, solvent girdisinin yüzdesi şeklinde ifade edilen kaçak emisyonlar (F) için tipik bir emisyon değerini; bu kaynak için olası azaltma önlemlerini ve azaltma önlemleri alındıktan sonra tipik bir emisyon değerini göstermektedir. Aşağıdaki noktalar akılda tutulmalıdır:

- 'Tipik' emisyon değerleri, büyüklük sırasına dair bir izlenim vermek için sağlanmıştır. Emisyon, tesisin solvent tüketiminin yüzdesi olarak ifade edilir. Gerçek emisyon değerleri büyük ölçüde değişebilir.
- 'yok' ifadesi, tipik bir emisyon değerinin verilemediği anlamına gelir. 'Baypaslardaki kusurlar' veya 'solvent içerikli su bazlı ürünler' gibi kaynakların neden olduğu emisyonlar, açık bir şekilde tesisten tesise büyük farklılıklar göstermektedir.
- 'Çok küçük', tüm 'çok küçük' kaynakların toplam emisyonlarının solvent tüketiminin %1'inden az olabileceği anlamına gelir.
- ‘İhmal edilebilir‘, emisyonun sıfır olduğu veya ’küçük' emisyonlardan daha küçük bir büyüklük sırası olduğu anlamına gelir. Toplam hacimleri, daha büyük emisyonlardaki hata marjından daha küçüktür.

Tablo 12.14: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıdan kaynaklanan kaçak emisyonların azaltılması

Grup	Etkinlik veya kaynak	Tipik emisyon	Olası azaltma önlemleri	Azaltma sonrası
P	Üretim sırasında mürekkep havuzlarından buharlaşma	%5	1. Mürekkep havuzlarının yeterli kapsama alanı 2. Hazneli ve sıyırma bıçaklı sistemlerin kullanılması 3. Vernikleme veya laminasyon ünitelerinin etrafının çevrilmesi 4. Düşük solvent içeriğine sahip yapıştırıcıların kullanılması 5. Kurutuculardan zemin ekstraksiyonu 6. Yakıcıya gönderilen zemin ekstraksiyonu	< %2,5
	Açık viskozite ayar ünitelerinden buharlaşma	Çok küçük	Etrafının çevrilmesi	İhmal edilebilir
	Kusurlar nedeniyle kurutucularda sızıntı veya atmosferik basınçtan daha yüksek kurutucu basıncı	yok	Uygun bakım, doğru çalışma, periyodik kontroller (bk. Bölüm 17.10.2.4)	İhmal edilebilir
	Kurutucuların baypasındaki kusurlar (yakıcıdan ziyade atmosfere gönderilen çıkış gazları)	yok	Yüksek öncelik, uygun bakım, doğru çalışma, periyodik kontroller, manüel çalıştırma talimatı, mümkünse hızlı onarımlar	yok
	Baskı makineleri mürekkeple doldurulduğunda, ancak henüz baskı yapılmadığında ortaya çıkan atık gaz emisyonları	yok	Baskıya hazırlama hızına ulaşılmadan baypasın otomatik kapatılması	İhmal edilebilir
	Üretim makinelerinde kusur olması durumunda baskı makinelerinden çıkan atık gaz emisyonları	yok	Uygun bakım, doğru çalışma, periyodik kontroller (bk. Bölüm 17.2.6)	Çok küçük
	Baskıya hazırlama hızında baskı yaparken baskı makinelerinden çıkan atık gaz emisyonları. (30–60 m/dk)	%3-8	Baskıya hazırlama hızına ulaşılmadan baypasın otomatik kapatılması	Çok küçük
	Zemin temizliği	%1	1. Kirlenmenin önlenmesi 2. Sıkılabilir süpürücülerin kullanımı 3. Uçucu olmayan temizlik maddelerinin kullanımı (bk. Bölüm 17.8.6 ve 17.9.6)	Çok küçük
	Açık tamburlardan buharlaşma	Çok küçük	Mümkün olduğunca kapalı tutulması (bk. Bölüm 17.2.2)	İhmal edilebilir
	Gıda için artık solvent ambalaj malzemeleri	İhmal edilebilir	Hiçbiri	İhmal edilebilir
	Gıda ambalajı olmayan basılı malzemelerde kalan solvent	yok	Kurutmanın iyileştirilmesi	< %0,1
O	Yakıcıdan çıkan emisyonlar	%0,5-1,5	(Yakıcıya ek solvent yüklü hava akımları gönderilirse artabilir)	%0,5-1,5
	Çıkış gazlarının havaya gönderilmesine neden olan oksitleyicideki kusurlar	yok	Yüksek öncelik: uygun bakım, doğru çalışma, periyodik kontrol, manüel çalıştırma talimatı, mümkünse hızlı onarımlar Bilgisayar teknikleriyle donatılması, tedarikçi ile bağlantı sağlanması	Çok küçük
	Yakıcıya bağlı olmayan makinelerde solvent bazlı mürekkep, vernik ve yapıştırıcı kullanımı	yok	Yakıcı yeterli kapasiteye sahip olduğu zamanlarda yakıcı ile bağlantı sağlanması	%0,5-1,5
	Yakıcıya bağlı olmayan kurutucularda solvent bazlı mürekkepler, vernikler ve yapıştırıcıların kullanılması	yok	Solvent bazlı mürekkepler için bu kurutucuların kullanımından kaçınılması Yakıcı yeterli kapasiteye sahip olduğu zamanlarda yakıcı ile bağlantı sağlanması	%0,5-1,5
C	Solvent kullanan otomatik yıkama makinelerinde kurutma işlemi ve havalandırma	%5	1. Yakma fırınına havalandırma 2. Uçucu olmayan temizlik maddelerinin kullanılması	%0,5-1,5

	.		(bk. Bölüm 17.8.6 ve 17.9.6)	
	Manüel temizleme işlemleri sırasında buharlaşma - Otomatik yıkamadan sonra elle temizleme ve kurutma - Otomatik yıkama makineleri dışındaki makinelerle temizleme -Açık tamburlardan buharlaşma (solvent, atık vb.)	%1	1. Gereksiz buharlaşmanın önlenmesi 2. Otomatik yıkamadan sonra elle temizlemenin ve kurutmanın önlenmesi 3. Mümkün olduğunca otomatik yıkama makinesinin kullanılması 4. Mümkün olduğunca uçucu olmayan temizlik maddelerinin kullanılması 5. Baskı odasında, yıkama makinesinde mümkün olduğunca temizlenemeyen objelerin kirlenmesinin önlenmesi 6. Solvent içermeyen yöntemlerle aniloks silindirlerin ve silindirlerin derinlemesine temizlenmesi (bk. Bölüm 17.8.6 ve 17.9.6)	%0,5
I	Mürekkeplerin karıştırılmasından kaynaklanan buharlaşma	Çok küçük	Otomatik mürekkep karıştırma sistemleri, nozüllere yakın tambur, doldurma sonrasında tamburların hızlı bir şekilde kapatılması (bk. Bölüm 17.2.5 ve 17.2.2)	Çok küçük
	Renk testleri yapmaktan kaynaklanan buharlaşma	İhmal edilebilir	Hiçbiri	İhmal edilebilir
	Zemin temizliği ve diğer temizlik	%1	1. Kirlenmenin önlenmesi 2. Sıkılabilir süpürücülerin kullanımı 3. Uçucu olmayan temizlik maddelerinin kullanımı (bk. Bölüm 17.8.6 ve 17.9.6)	%0,5
	Tanklardan buharlaşma kayıpları	İhmal edilebilir	Hiçbiri	İhmal edilebilir
	Açık tamburlardan buharlaşma	Çok küçük	Kapalı tutulması (bk. Bölüm 17.2.2)	İhmal edilebilir
Kaynak: [77, VROM 2004] güncelleyen [197, FPE 2017]				

Kurutuculardaki, baypaslardaki veya oksitleyicinin kendisindeki kusurlardan kaynaklanan emisyonlar önemli olabilir. Aynısı, oksitleyiciye bağlı olmayan makineler ve kurutucular ve su bazlı mürekkeplerin solvent içeriği için de geçerlidir. Tipik emisyon değerleri verilmemiştir, ancak bu kaynaklardan gelen emisyonların toplamı, yıllık solvent tüketiminin yüzde birkaçı olabilir. Diğer tüm kaynaklardan gelen emisyonların toplamının büyük ölçüde değişebileceği görülebilir. Tablo 12.14'te belirtilen azaltma önlemlerinin hiçbiri uygulanmazsa bu toplam, solvent tüketiminin %25'inin çok üzerinde olabilir. Tüm olası azaltma önlemleri uygulanırsa bu emisyonların toplamı, solvent tüketiminin %15'inin çok altında olabilir.

Su bazlı mürekkeplerin solvent içeriği ve kusurlardan kaynaklanan emisyonların yüzde birkaçına izin vererek, çoğu tesiste toplam emisyonların %10 ila %30 arasında değişmesi beklenebilir.

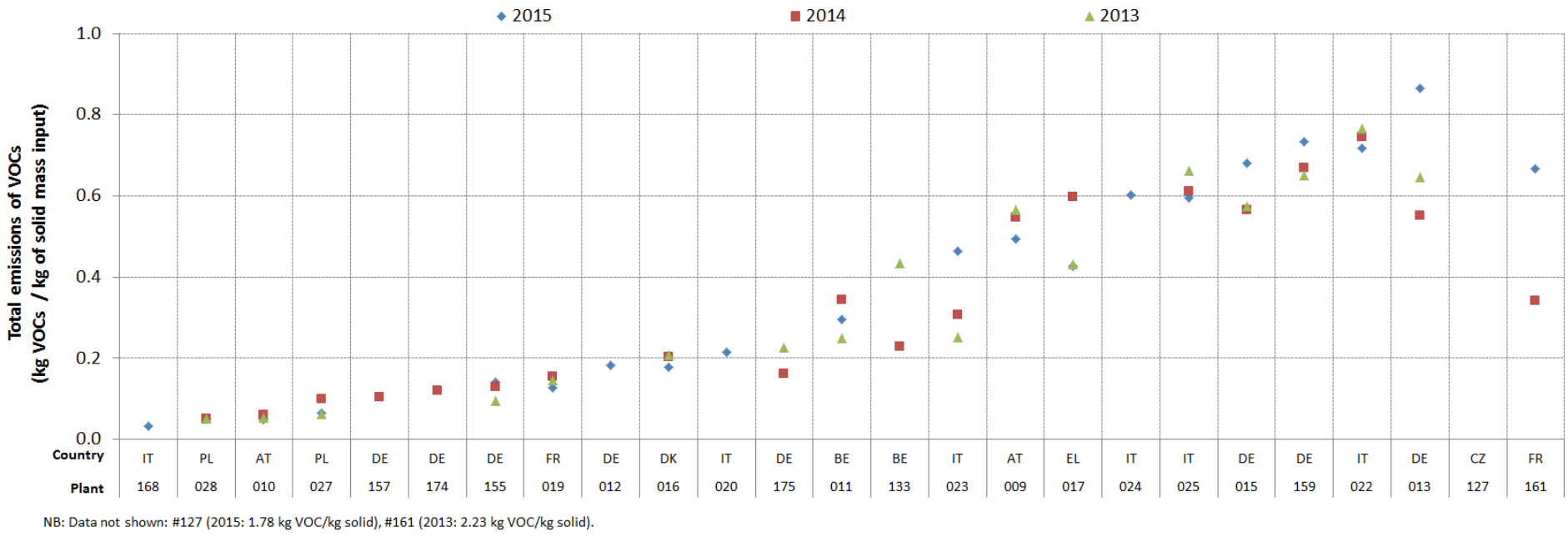
Düşük toplam emisyon değerlerine ulaşmak için aşağıdakilerin tamamının veya çoğunun gerçekleştirilmesi gerekir:

- oksitleyici, baypaslar, kurutucular ve benzerlerindeki kusurların önlenmesi;
- baskıya hazırlama hızına ulaşılmadan önce kurutuculardan çıkan gazların oksitleyiciye otomatik olarak gönderilmesi;
- otomatik yıkama makinelerinin havalandırma çıkışının oksitleyiciye bağlanması);
- üretim sırasında mürekkep havuzlarından kaynaklanan buharlaşma nedeniyle emisyonların azaltılması;
- azaltma ekipmanına bağlı olmayan makinelerde solvent bazlı ürünlerin kullanımından kaçınılması;
- gıda ambalajı olarak kullanılması amaçlanmayan basılı malzemelerde kalan solventin azaltılması;
- zeminleri temizlemek için uçucu solventlerin kullanımının azaltılması (bk. Bölüm 17.8.6 ve 17.9.6).

12.3.2.1 VOC'lerin toplam emisyonları

Orijinal BREF'te (2007), toplam VOC emisyonları, 2010/75/EU Direktifi Ek VII'de (Bölüm 5) önerilen metodoloji kullanılarak hesaplanan referans emisyonların yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Bu metodoloji, prosesin tipine ve alt tabakaya bağlı olarak katıların toplam kütlesi (mürekkepler, vernikler veya yapıştırıcılar dahil) için bir çarpma faktörünün kullanımını içerdiğinden bu çarpma faktörü dikkate alınmalı ve tesis bazında kararlaştırılmalıdır. Toplam VOC emisyonlarını ifade etmenin daha objektif bir yolu, katı kütle girdisinin her kg'si için kg VOC olarak ifade etmektir. İkinci yaklaşım kullanılarak rapor edilen değerler Şekil 12.3'te sunulmaktadır.

Bölüm 12



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 12.3: 2013-2015 dönemi için kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

Raporlama yapan tesislerin üretim özelliklerine ilişkin temel parametreler aşağıdaki Tablo 12.15'te sunulmaktadır. Ambalaj ve yayın dışı gravür verileri için kullanılan kısaltmaların açıklaması Tablo 12.16'da verilmiştir.

Tablo 12.15: VOC emisyon verilerini bildiren tesislerin ana üretim ve ilgili bilgileri

Tesis	Ünite(ler) tipi	Azaltma sistemi	Makinelerin etrafının çevrilmesi	Üretim salonu anahattı	Mürekkebin borulu hale getirilmesi	Mürekkep türü	Baskı makinesi yıkama sistemi	Temizlik malzemesi türü	Azaltmaya bağlı makineler
168	4Fl	RTO/ 2WS/CA	EN	EN-T	Oto	SL	Oto	SB	4/4
028	3PG/2Fl/ 1L/1PL	RTO	EN	EN-nT	NI	6SB 1UV	Oto-man	SB	6/7+B
010	1Fl/2PG/ 3L	2CO/ RTO	EN	EN-T	NI	SB	Oto-man	SB	6/6+B
027	2PL/1L	RecTO/ BWGT	NI	NI	NI	SB	NI	NI	NI
157	3Fl/2L	RTO	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
174	2PG/1L	RTO	EN	EN-T	Oto	2SB/ 1SL	Man	SB	3/3
155	2Fl/2PG/ 1L/3PL	RTO/ RTO-5	2EN/ 6OP (nT)	NI	2 oto/ man	SB	2 oto/ 6 man	SB	NI+W
019	3PG	2RTO	OP	EN-nT	Pompa	SB	Man	SB	3/3+W
012	4FL/5PG/ 2PL/3V/ 5L/1LC	4RTO/ AAC-Z	4EN/ 16OP	EN-nT	Pompa -oto	17SB/ 1WB/ 2UV	Man	17SB/ 3WB	17/20
016	2PG/4L/1 Fl	AAC-Z/ TO	4EN/ 4OP	EN-T	Oto	SB	2 oto/ 6 man	SB / DB	7/7+B
020	8PG	AAC-Z	OP	EN-nT	NI	SB	Man	DI	8/8
175	4Fl/2L	RTO/CO	OP	EN-nT	Oto	4SB/ 2SL	Oto-man	SB	5/6
011	7PG	RTO	OP	EN-nT	Pompa	2SB/ 5WB	Man	2SB/ 5WB	2SB
133	2PL/1PG/ 1Fl/1L	RTO/TO	7OP/ 1EN	NI	NI	SB / 2SL	Man	SB	5/5
023	2Fl/3PG	AAC-Z		EN-T	Oto	SB	Oto	SB	5/5
009	4PG/8V/ 10L	2RTO	3OP/ 5EN	EN-nT	NI	SB	Man	14SB/ 8UV	17/22
017	4PG	AAC-Z	OP	pEN	NI	3SB/ 1SL	Man	SB	4/4
024	2PG/2Fl/ 4L	AAC-Z	OP	EN-T	Oto	SB	Oto	SB	6/8
025	3L/2EPL/ 2PL/4P	AAC-Z	3EN/ 8OP	EN-nT	Pompa	SB	Man	SB	11/11
015	2PG	RTO	OP	EN-T	NI	SB	Man	SB	2/2
159	9PL/1Fl/ 3IJ	RTO	12OP/ 1EN	EN-nT	NI	SB	Man	SB	10/10 +W
022	4PG/4L	AAC-Z	OP	EN-T	Oto	SB	3 oto/ 5 man	SB	8/8
013	5PG	RTO-3	OP	EN-T	Sür.	SB	Oto	SB	5/5
127	2Fl/1PG	RTO	EN	pEN	Oto	SB	Man	SB	3/3
161	2PG/1Fl/ 2PL	TO	OP	EN-nT	Pompa	4SB/ 1FLUV	Man	SB	5/5+W
005	3Fl/1PG	RTO-3	EN	EN-T	Oto	NI	NI	SB	4/4
006	NI	RecTO/ 2AAC-Z	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
007	2PG/1L	RTO-3/ AAC-Z	NI	NI	NI	NI	NI	NI	3/3

008-F	2Fl	TO	EN	EN-nT	NI	NI	NI	NI	2/2
008-L	1L	TO	EN	EN-nT	NI	NI	NI	NI	1/1
014	3PG	2 RTO/ AAC-Z	OP	EN-nT	oto	SB	1oto/ 2 man	SB (2016: alkali)	3/3
018	3PL	AAC-Z	2pEn/1 TR	pEN	manüelden karmaya/ otomatikten makinelere	SB	Oto	SB ve DI (1/y)	3/3
021	4Fl	RTO-3	EN	NI	Oto	SB	3 oto/ 1 man	SB	4/4
Not: NI: Bilgi verilmedi. *Kaynak*: [155, TWG 2016]									

Tablo 12.16: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı verileri için kullanılan kısaltmaların açıklaması

Ünite tipi		**Mürekkep türü – temizleme malzemesi türü**	
Fl	Fleksografi	SB	Solvent bazlı
PG	Ambalaj gravürü	SL	Solventsiz
L	Laminasyon	WB	Su bazlı
PL	Baskı ve Laminasyon	UV	UV kürlü
IJ	Mürekkep püskürtmeli yazıcı	DI	Kuru buz
V	Vernikleme	**Makinelerin etrafının çevrilmesi/ üretim salonu yerleşimi**	
LC	Laminasyon ve Kaplama	OP	Açık
Mürekkebin boruları		EN	Etrafı kapatılmış
man	Manüel	EN-nT	Hava ekstraksiyonu ile etrafı kapatılmış ancak daha sonra işlem görmemiş
oto	Otomatik	EN-T	Hava ekstraksiyonu ile etrafı kapatılmış ve sonra işlem görmüş
sür.	Sürekli	**Azaltmaya bağlı makineler**	
pompa	Doğrudan pompalama	W	Azaltmaya bağlı yıkama makinesi

Toplam VOC emisyonları için rapor edilen seviyelerin bazı temel istatistiksel rakamları Tablo 12.17'de sunulmaktadır.

Tablo 12.17: 2013-2015 dönemi için kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarının rapor edilen değerlerinin istatistiksel parametreleri

Parametre	**2015**	**2014**	**2013**	**Ortalama (2013-2015)**
Ortalama	0,45	0,33	0,44	0,41
Medyan	0,43	0,27	0,25	0,30
25. yüzdelik dilim	0,14	0,13	0,12	0,12
75. yüzdelik dilim	0,67	0,55	0,61	0,61
Kaynak: [155, TWG 2016]				

Termal VOC imhası uygulayan tesislerde daha düşük değerler rapor edilirken, solvent geri kazanım teknikleri uygulayan tesislerde biraz daha yüksek değerler bildirilmiştir.

Uygulanan azaltma yöntemine göre raporlanan verilerin istatistiksel parametreleri Tablo 12.18'de sunulmaktadır.

Tablo 12.18: 2013-2015 dönemi için uygulanan azaltma tekniği ile ilgili olarak, kg katı kütle girdisi başına kg VOC olarak ifade edilen toplam VOC emisyonlarının raporlanan değerlerinin istatistiksel parametreleri

Parametre	2015		2014		2013		Ortalama (2013-2015)	
	RTO	Geri kazanım	RTO	Geri kazanım	RTO	Geri kazanım	RTO	Geri kazanım
Ortalama	0,42	0,50	0,27	0,57	0,41	0,53	0,38	0,50
Medyan	0,18	0,53	0,18	0,61	0,23	0,55	0,18	0,54
25. yüzdelik dilim	0,10	0,44	0,12	0,53	0,08	0,39	0,10	0,38
75. yüzdelik dilim	0,67	0,60	0,39	0,65	0,57	0,69	0,57	0,62
Kaynak: [155, TWG 2016]								

Tesislerin çoğunda solvent bazlı mürekkepler kullanılırken, az sayıda makine için solvent içermeyen mürekkeplerin kullanıldığı bildirilmektedir.

12.3.2.2 VOC'lerin kaçak emisyonları

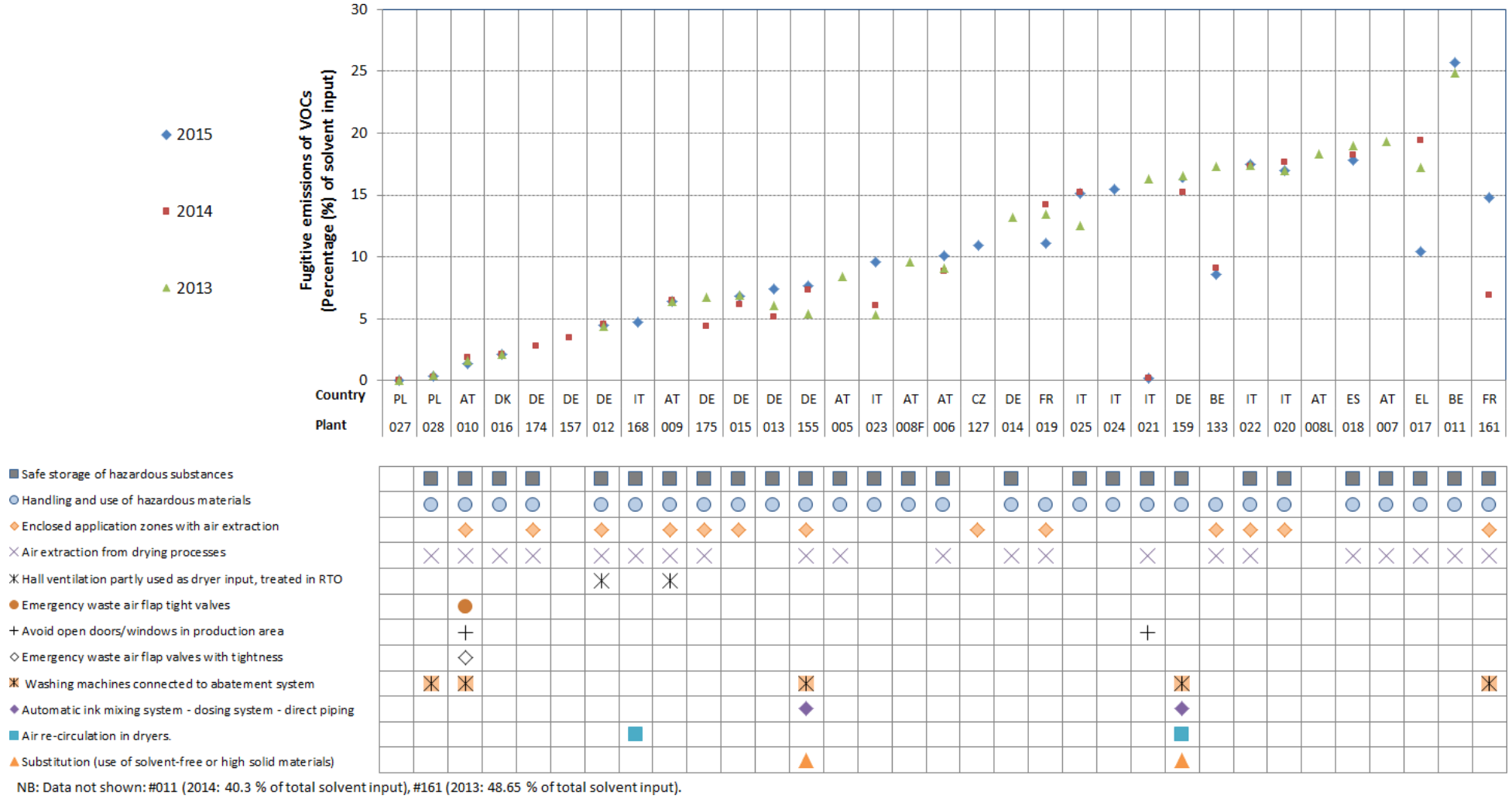
Solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonları için rapor edilen değerler Şekil 12.4'te sunulmaktadır.

Kaçak VOC emisyonları için rapor edilen değerlerin neredeyse tamamı, solvent girdisinin %20'si olan IED sınır değerinin altındadır ve rapor edilen değerlerin yarısından fazlası, solvent girdisinin %10'unun altındadır.

Çoğu fabrikada, üretim salonunun etrafı tamamen kapatılmıştır ve hava, sonraki işleme ile veya işleme olmadan buradan çıkartılır (bk. Tablo 12.15). Makine parçalarının temizliği esas olarak solvent bazlıdır ve özel bir temizleme makinesi kurmuş ve ekstraksiyonunu azaltma sistemine bağlamış olan önemli sayıda tesis vardır.

Kaçak emisyonların en aza indirilmesi için bildirilen başlıca teknikler şunlardır:

- tehlikeli maddelerin güvenli depolanması ve plansız salınımları engellemeye yönelik önlemler;
- tehlikeli maddelerin yüklenip-boşaltılması ve kullanılması;
- kurutma proseslerinden hava ekstraksiyonu;
- hava ekstraksiyonu ile etrafi kapatılmış uygulama bölgeleri;
- kısmen kurutucu girişi olarak kullanılan, RTO'da işlenen salon havalandırması;
- kurutucularda hava sirkülasyonu;
- aşırı basınçtan kaynaklanan sızıntıları en aza indirmek için kurulu atık hava borularıyla aşırı basınç yönetimi;
- otomatik mürekkep karıştırma sistemini ve mürekkep kalıntılarının yönetimini içeren mürekkep yönetim teknikleri;
- kapalı boru sistemi kullanılarak otomatik sertleştirici dozlama (iki bileşenli sistemler);
- yıkama makinelerinden, yapıştırıcı karışımından ve mürekkep karıştırma alanından hava ekstraksiyonu;
- otomatik parça temizleme makinesi (solvent bazlı, 'pürüzsüzleştiriciye' bağlı ve bir RTO'da işleme için ortak atık gaz ekstraksiyonu);
- solventsiz yapıştırıcılar (ısıyla eriyen yapıştırıcılar);
- aniloks silindirler için ultrasonik temizleme makinesi.



Not:
1. #021 numaralı Tesis için, 2013 yılına ait yüksek değerler, üründe yüksek miktarda organik solvent kalması (solvent kütle dengesinin O3 parametresi) gerçeğine atfedilmektedir.
2. #008L, ayrı bir solvent kütle dengesinin sunulduğu #008 numaralı Tesis için laminasyon ünitesidir.
Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 12.4: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen VOC kaçak emisyonları

12.3.2.3 Atık gazlarda TVOC emisyonları

Raporlanan verilerin çoğu, yılda iki kez ile 3 yılda bir arasında değişen izleme sıklıkları ile atık gazlardaki TVOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesiyle ilgilidir. Periyodik izlemeli tesislerin çoğunda yıllık ölçümler (yılda bir kez) yapılır.

TVOC emisyonlarının mg C/Nm^3 olarak ifade edilen periyodik izlenmesi için rapor edilen değerler Şekil 12.5 ve Şekil 12.6'da sunulmaktadır.

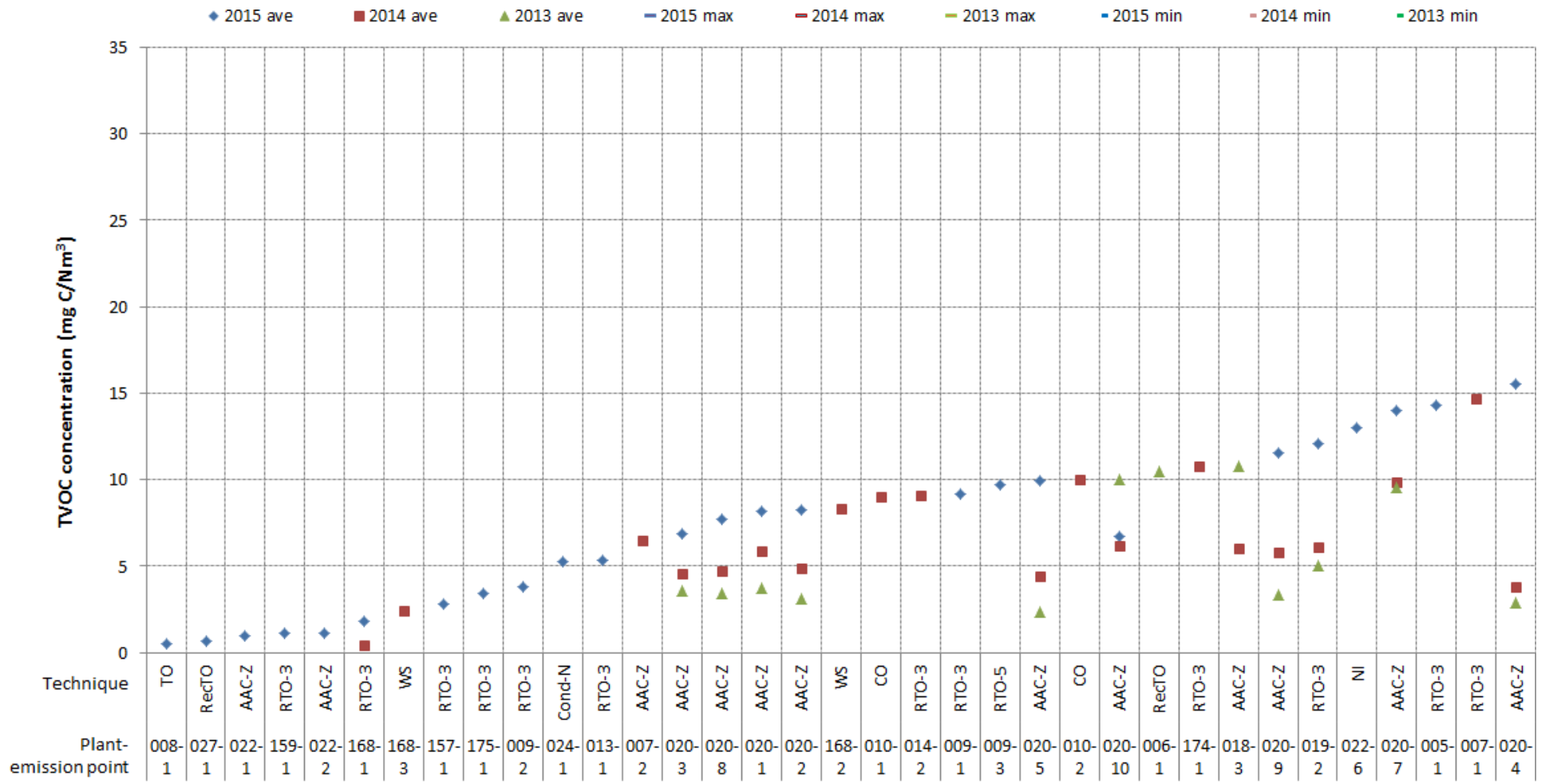
Periyodik izlemeden kaynaklanan atık gazlardaki TVOC emisyonları için rapor edilen verilerin bazı temel istatistiksel parametreleri Tablo 12.19'da sunulmaktadır.

Tablo 12.19: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonlarının periyodik olarak izlenmesine yönelik rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri

Uygulanan teknik	2015				2014				2013			
	Değer sayısı	Ortl.	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortl.	Maks.	Min.	Değer sayısı	Ortl.	Maks.	Min.
		mg C/Nm^3				mg C/Nm^3				mg C/Nm^3		
TO	2	7,8	15,0	0,5	1	19,9	YOK	YOK	1	45,6	YOK	YOK
RecTO	1	0,6	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	1	10,5	YOK	YOK
RTO-2	1	18,0	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
RTO-3	13	14,0	61,5	1,1	7	12,2	27,0	0,4	2	18,0	31,0	5,0
RTO-5	2	14,5	19,2	9,7	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
CO	YOK	YOK	YOK	YOK	2	9,5	10,0	9,0	YOK	YOK	YOK	YOK
AAC-Z	24	46,8	298,0	1,0	25	18,3	83,5	3,8	23	10,3	45,6	2,4
AAC-Z+ TO	YOK	YOK	YOK	YOK	1	32,0	YOK	YOK	1	23,0	YOK	YOK
WS	YOK	YOK	YOK	YOK	2	5,4	8,3	2,4	YOK	YOK	YOK	YOK
Cond-N	1	5,2	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
CA(OD)	1	18,0	YOK	YOK	1	2,5	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
BWGT	1	63,2	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
NI	7	149,0	297,0	13,0	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK

Not:
NA: Yok/uygulanabilir değil. NI: Bilgi verilmedi.
Kaynak: [155, TWG 2016]

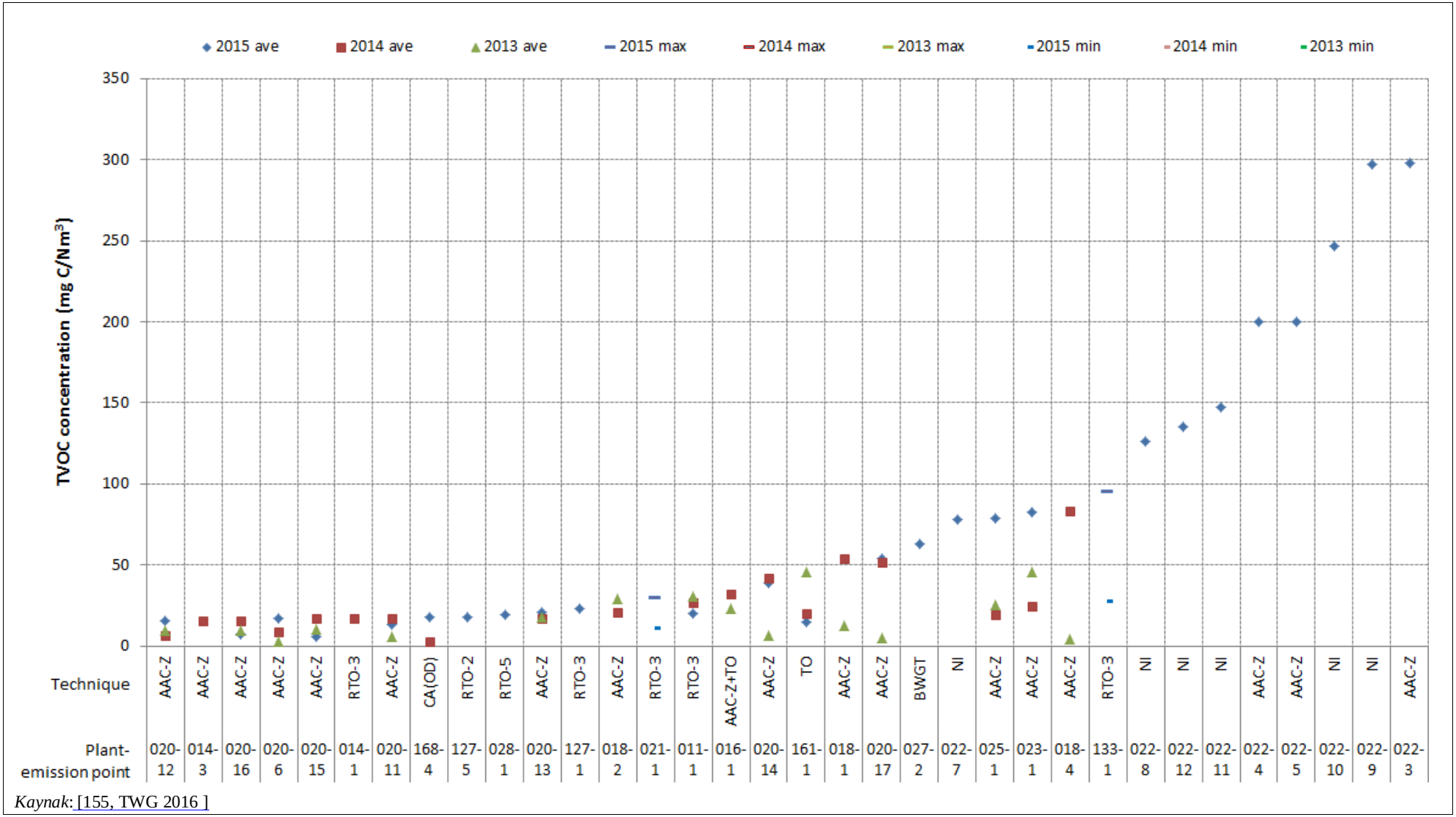
Raporlanan değerler, ortalama olarak düşük TVOC konsantrasyon değerlerini sağlayan, uygulanan boru çıkışı azaltma tekniklerinin verimliliğinin altını çizmektedir.



NB: #009 data for 2016 instead of 2015. #008 data for 2010 instead of 2015.

Kaynak: [155, TWG 2016]

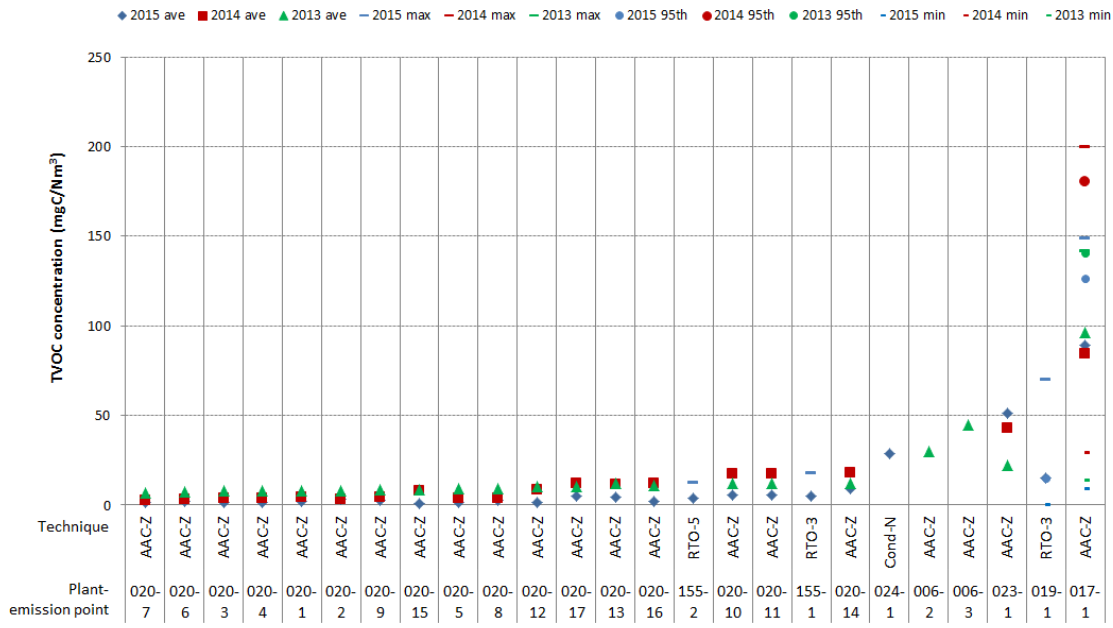
Şekil 12.5: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (periyodik izleme) (1/2)



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 12.6: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (periyodik izleme) (2/2)

Az sayıda tesis, atık gazlardaki TVOC emisyonlarının sürekli izlenmesi için veri bildirmiştir. Bu veriler Şekil 12.7'de sunulmuştur.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 12.7: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonları (sürekli izleme)

Sürekli izlemeden kaynaklanan atık gazlardaki TVOC emisyonları için rapor edilen verilerin bazı temel istatistiksel parametreleri Tablo 12.20'de sunulmaktadır.

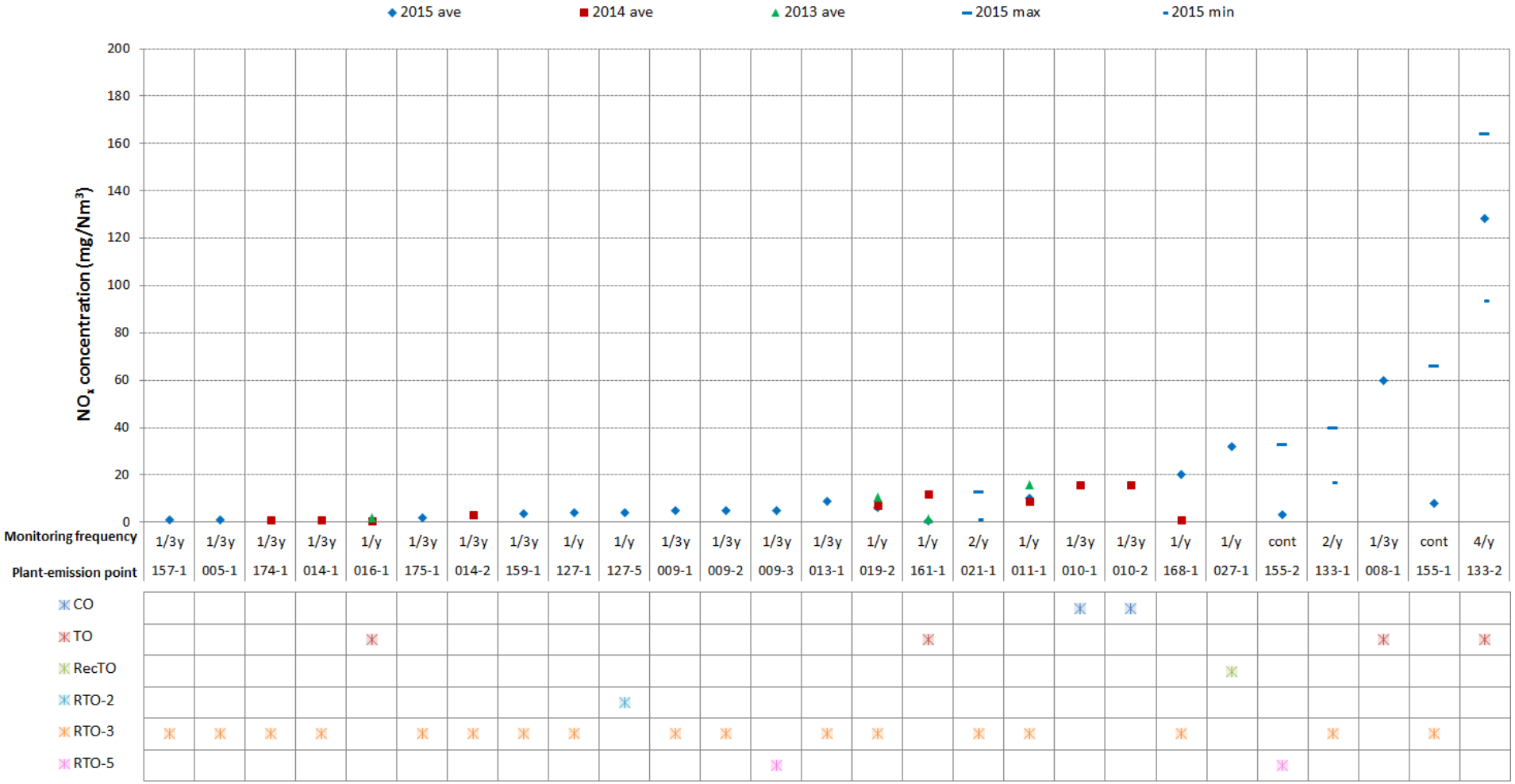
Tablo 12.20: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki TVOC emisyonlarının sürekli izlenmesine yönelik rapor edilen verilerin istatistiksel parametreleri

Uygulanan teknik	2015				2014				2013			
	Değer sayısı	Ortl.	Maks	Min.	Değer sayısı	Ortl.	Maks	Min.	Değer sayısı	Ortl.	Maks	Min.
		mg C/Nm³				mg C/Nm³				mg C/Nm³		
AAC-Z	19	10,2	89,4	1,1	19	14,0	84,6	2,7	21	17,0	96,4	7,0
RTO-3	2	10,0	15,0	5,0	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
RTO-5	1	4,0	4,0	4,0	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
Cond-N	1	28,9	28,9	28,9	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK

Not:
NA: Yok/uygulanabilir değil.
Kaynak: [155, TWG 2016]

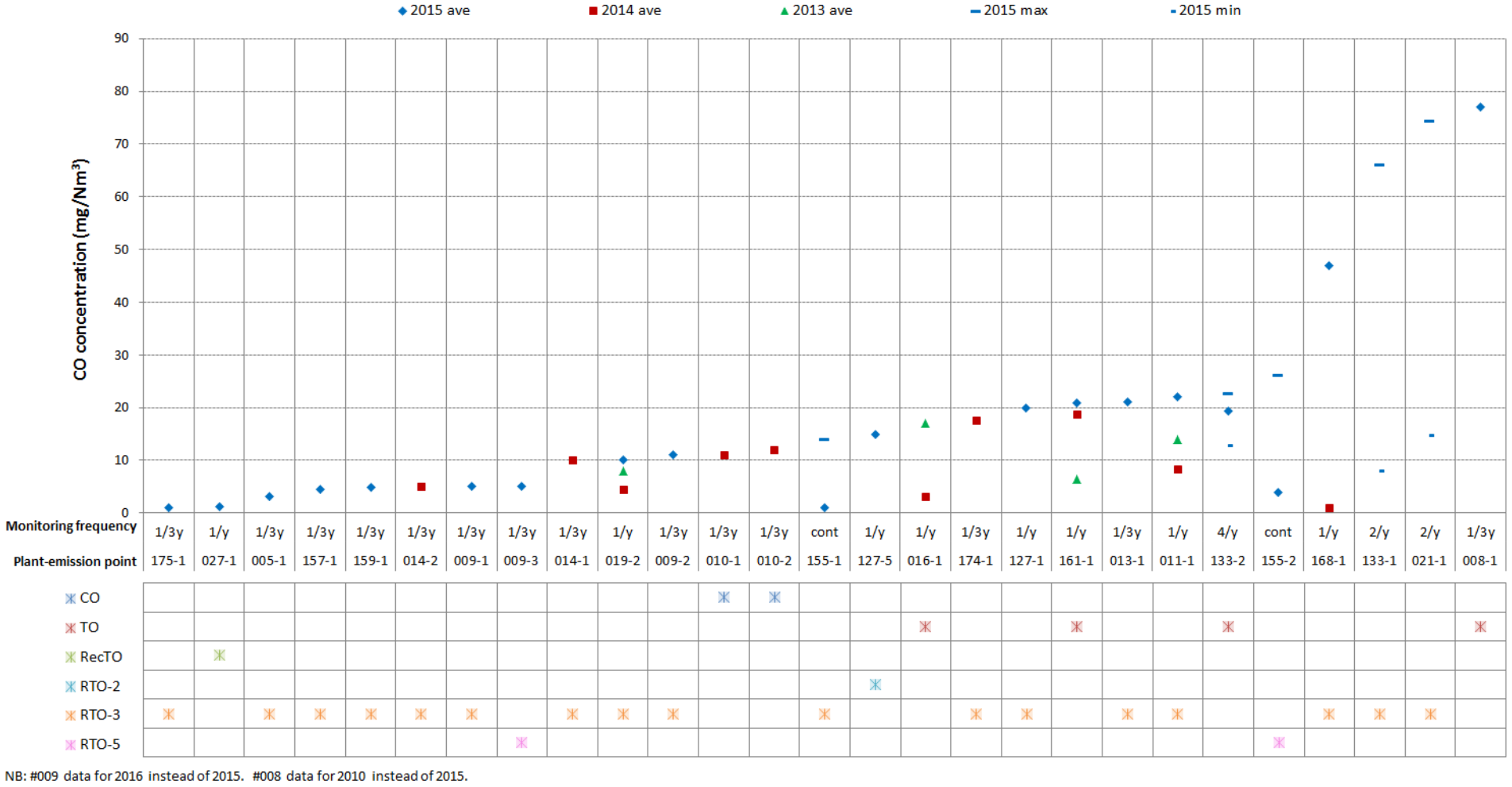
12.3.2.4 Atık gazlardaki NO_X ve CO emisyonları

Azot oksitler (NO_X) ve karbon monoksit (CO) emisyonları, kurutucudan çıkan gazların termal oksidasyonundan kaynaklanır. NO_X ve CO konsantrasyonları için rapor edilen değerler Şekil 12.8 ve Şekil 12.9'da sunulmaktadır.



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 12.8: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki NO_X emisyonları



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 12.9: 2013-2015 dönemi için atık gazlardaki CO emisyonları

Rapor edilen değerler, ilgili CO konsantrasyon değerleri için önemli bir dengeleme olmaksızın düşük NO_X seviyelerine ulaşmanın mümkün olduğunu göstermektedir. Genel olarak her iki parametre için de 60 mg/Nm^3'ün altındaki seviyeler rapor edilmiştir.

12.3.2.5 Atık üretimi

[78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

Baskı alt tabakası

Yeni bir baskı işi başlatılırken, kusurlar nedeniyle hatalı bakılarda ve basılan web silindirinin kenarının düzeltilmesi gerektiğinde yazdırma alt tabakası boşa gider. Miktar, üretilen ürüne bağlıdır [7, Almanya 2003] [38, TWG 2004].

Mürekkep

Mürekkep kayıpları üç alandan kaynaklanır [1, INTERGRAF ve EGF 1999]:

- Hazırlanan mürekkep miktarı, her zaman baskı makinelerinde mürekkebin bitmesini önleme ihtiyacını aşar.
- Mürekkepleme ünitesine sağlanan ancak kullanılmayan mürekkep depolanır ve daha sonra aynı müşteri için tekrarlanan bir işte kullanılır. Çoğu tesis, tekrarlanan işleri bekleyen bu hazır mürekkeplerden büyük bir stoğa sahiptir. Periyodik olarak tekrar kullanılması beklenmeyen mürekkepler çıkarılır.
- Mürekkebin karıştırılması yanlış renge neden olur. Bu hatayı düzeltmek için daha fazla mürekkep eklenmesi gerekir ve bunun sonucunda çok fazla mürekkep hazırlanır.

Fazla mürekkepler atık olarak atılır veya alternatif olarak kurum içinde damıtılır. Solvent içerikleri daha sonra geri kazanılır ve temizlik amacıyla kullanılır; mürekkep çamuru atık olarak atılır.

Bununla birlikte, bilgisayarlı renk eşleştirme sistemleriyle yapılan modern uygulama, ilk seferde daha iyi kaliteyi sağlayarak çok az mürekkep israfına ve biraz farklı renklerde tekrar kullanılabilen minimum artık partilere neden olur (bk. Bölüm 17.6.2.1).

Vernik ve mürekkep çamuru

Solvent, mürekkep ve vernik çamurları, üretim sürecinden ve genellikle temizleme prosesleri için yeniden kullanılabilen solvent içeriğinin geri kazanılması için damıtma prosesinden kaynaklanır. Daha önce bir damıtma aşaması olmadığında, önemli ölçüde solvent içeriği (%70'e kadar) olduğu bildirilmiştir [197, FPE 2017].

Temizleme

Solvent, emici, filtre, bez, koruyucu giysi ile kirli su ve solvent temizleme karışımlarını içeren kirli bezler ve mürekkep artıkları ara temizlikten kaynaklanmaktadır. Temizlik maddeleri damıtıldığında, ortaya çıkan atık, yani mürekkep çamuru, geri kazanım olmadan çok daha azdır [7, Almanya 2003].

Su bazlı temizlik maddeleri ile temizlik yapıldığında atık su işlenerek deşarj edilebilir. Solventli temizleme solüsyonları normalde tehlikeli atık olarak işlenir [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [38, TWG 2004].

Solvent bazlı temizlik maddeleri damıtma yoluyla başarılı bir şekilde geri kazanılabilir.

Diğerleri

Diğer atıklar şunları içerir: [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [38, TWG 2004]:

- fotopolimer ve kauçuk baskı plakaları: çelik, polyester veya alüminyum kollar tekrar kullanılır: polyester veya kauçuk malzemeler bunlara yapıştırılır;
- iade edilmeyen metal kaplar;

- makara çekirdekleri;
- tutkal ve yapıştırıcı atıkları;
- film atıkları.

12.3.2.6 Suya verilen emisyonlar

Su bazlı mürekkep proseslerinden kaynaklanan atık su, işlenerek kanalizasyon sistemine atılabilir veya atık olarak bertaraf edilebilir. Toplam atık su miktarı büyük ölçüde çalışma yöntemlerine bağlıdır ve ortalama olarak 2-3 m^3/t mürekkep kullanılır ve esas olarak makinenin ara temizliği ve işten sonraki temizliğinden tahliye edilir. İşlenirse, su yeniden kullanılabilir ve çamur, atık olarak bertaraf edilebilir [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [38, TWG 2004]. Bu atık suyun işleme öncesi ve sonrası özellikleri Tablo 12.21'de gösterilmiştir. Bakır, mürekkeplerde Tablo 12.21'de gösterilen ölçüde mevcut değildir ve muhtemelen kağıttan gelmektedir [38, TWG 2004].

Tablo 12.21: Su bazlı mürekkep proseslerinden kaynaklanan atık suyun özellikleri

Kirletici	İşleme öncesi (mg/l)	İşleme sonrası (mg/l)
AOX	1 500	1
Cu	20	-
Hidrokarbonlar	1 000-5 000	10
KOİ	1 000	200
Kaynak: [7, Almanya 2003]		

Atık suyun işlenmesinden kaynaklanan mürekkep çamuru miktarı, uygulanan işleme bağlı olarak farklılık gösterir. En yaygın olarak uygulanan koagülasyon (pıhtılaşma) ve flokülasyon (topaklanma) gibi işlemler, örneğin ultrafiltrasyona kıyasla yüksek miktarlarda çamurla sonuçlanır [7, Almanya 2003].

TWG tarafından yapılan bir çalışma, atık sulara deşarj edilebilecek (yukarıda belirtilenler dahil) ve dolayısıyla veri toplama için dikkate alınması gereken ana parametreleri ve diğer ilgili maddeleri tanımlamıştır[39]. Bunlar, veri toplama çalışmasının sonuçlarıyla birlikte aşağıdaki Tablo 12.22'de tanımlanmıştır. Atık su kaynakları, çeşitli işleme ve deşarj tipi kombinasyonları ile çeşitlilik gösterir. Bu sektör için ana endişe, rotogravür silindir hazırlığından kaynaklanan olası emisyonlardır; ancak, düşük değerler gösteren yalnızca bir veri seti sunulmuştur. KOİ değerleri kaynağa göre önemli ölçüde değişlik göstermiştir.

[39] COM çalışma belgesi EIPPCB 09/06/2016: IED Ek 1 6.7 faaliyetlerini yürüten tesisler için Temel Çevresel Konular olarak değerlendirilmek üzere metaller ve suya diğer emisyonlar hakkında sunulan Teknik Çalışma Grubu (TWG) verilerinin değerlendirilmesi.

Tablo 12.22: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisleri için suya emisyon verileri

Tesis	AAT	Kaynak	Deşarj türü	Ortalama konsantrasyon (mg/l) - 2015					
				KOİ	TOC	Cu	Cr_{toplam}	Cr(VI)	Zn
006	NI	Esas olarak damıtmadan	NI	1933	NI	NI	NI	NI	NI
023	NI	Solvent geri kazanımı için soğutma (buharl.) sistemi	NI	60	NI	NI	NI	NI	NI
025-1	Hiçbiri	Soğutma	Doğrudan	16	NI	0,035	0	NI	0,12
025-2	Hiçbiri	Temizleme	Dolaylı	5	NI	0	0	NI	0,16
020	Kombine	Buhar (aktif karbonun rejenerasyonu)	Dolaylı	807	276	NI	NI	NI	NI
022-1	Özel	Gravür silindir işleme	Dolaylı	NI	NI	0,01	0,01	0,01	NI
022-2	NI	Soğutma	NI	300	NI	NI	NI	NI	NI
024	Hiçbiri	NI	Dolaylı	23	NI	0,05	NI	0,001	0,43

Not:
NI: Bilgi verilmedi.
Kaynak: [155, TWG 2016]

12.4 Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskısı için BAT'ın (mevcut en iyi tekniklerin) belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

[78, TWG 2005] [227, TFTEI 2017]

Bölüm 17'de, fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıya da uygulanabilecek teknikler ele alınmaktadır. Tablo 12.23'te fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmamaktadır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Esnek ambalaj baskısı için TFTEI raporu, VOC emisyonlarının azaltılması için birincil ve ikincil önlemlerin yanı sıra kaçak emisyonların en aza indirilmesine yönelik tekniklerin Avrupa düzeyinde uygulanmasının maliyet ve faydaları hakkında faydalı veriler sağlamaktadır [227, TFTEI 2017].

Tablo 12.23: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Ham maddelerin depolanması ve yüklenip-boşaltılması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Ham madde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazının ekstraksiyonu ve işlenmesi	17.10
Atık su işleme teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

12.4.1 Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı için solvent kütle dengesi

Solvent kütle dengesinin genel bir tanımı ve genel ilkeleri için Bölüm 17.3.1'e bakınız. Bu sektör için örnek bir SMB (Solvent Kütle Dengesi) de Ek 21.5.4'te sunulmaktadır.

12.4.2 Malzeme tabanlı teknikler

12.4.2.1 UV radyasyonu ile kürlenen mürekkepler

Açıklama

UV radyasyonu ile kürlenen mürekkepler organik solventler içermez. Kürleme UV radyasyonu ile sağlanır. Ayrıca bk. Bölüm 17.7.2.3 ve 17.8.5.4.

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent emisyonlarında önemli bir azalma sağlanabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Fleksografide UV ile kürlenen mürekkeplerle baskı, 'öpücük baskı' gerektirir. UV ile kürlenen mürekkepler, diğer mürekkeplerden çok daha güçlü pigmentlere sahiptir. Aktarılacak mürekkep miktarı çok daha küçük olmalıdır. 'Normal' fleksografide alt tabakanın görsel taşıyıcı ve baskı silindiri arasında zorla kilitlendiği durumlarda, UV baskıda bu çok daha az olmalıdır. Sadece çok az basınç kullanılır. Bu, mevcut fleksografi baskı makinelerinin çoğunda tadilatın mümkün olmamasının ana nedenlerinden biridir. Fleksografide, web kırılması durumunda, kırılan webin ucu, baskı makinesinin sonuna doğru giderken, birkaç mürekkep tavasından geçebilir ve mürekkebi bir mürekkep tavasından diğerine taşıyabilir. Bu, elbette, baskının yeniden başlayabilmesi için temizlenmelidir. 'Normal' fleksografide bu zahmetlidir, ancak UV fleksografide yoğun pigmentasyon ve mürekkebin kurumaması nedeniyle bu neredeyse imkansızdır. UV fleksografi ile baskı yapılırken baskı makinesinin tasarımı, web kırılması durumunda webin ucu herhangi bir mürekkep tavasında sürüklenmeden önce webin hemen durdurulmasını sağlayacak şekilde olmalıdır.

UV ile kürlenen mürekkeplerin kullanıldığı baskı makinelerinin temizlenmesindeki zorluk büyük bir sorun teşkil etmektedir. Güçlü pigmentasyon ve UV mürekkeplerinin alt tabaka dışında herhangi bir yerde kurumaması gerçeği, en küçük miktardaki kontaminasyonun ciddi kalite sorunlarına yol açmasını ifade etmektedir. Mürekkepler herhangi bir solventte kolayca çözünmediği için temizlik çok emek gerektirir. Sorun, ambalaj malzemelerinin baskısında olduğu gibi, işler arasında renklerin değiştirilmesi gerektiğinde daha büyüktür.

Hollanda'daki bir tesiste, işler arasında temizlik, aşırı derecede zaman alıcı olmuş ve kabul edilemez kalite sorunlarına yol açmıştır. Temizliği sınırlamak için, renk değişikliği sayısını önemli ölçüde azaltan patentli bir sistem geliştirilmiştir. Gerekli renkleri oluşturmak için yedi standart renk kullanılır. Bu, sekiz baskı ünitesinden yedisinin işler arasında temizlenmesi gerekmediği anlamına gelir. Sekizinci baskı ünitesi, yine de gerekirse ek bir renk eklemek için kullanılır. 'Normal' fleksografiden UV fleksografiye geçiş yapılan her iş için tüm görsel taşıyıcıların değiştirilmesi gerekir. Yayınlarda, renkli fotoğraflar dört standart renkten oluşturulur. Ancak bu sistem ambalaj baskısında gerekli olan her renk ve parlaklığı üretememektedir.

UV ile kürlenen mürekkepler orijinal olarak etiketlerin basılması için getirilmiş olup giderek daha fazla kullanılmaktadır. UV ile kürlenen mürekkepler, özellikle yüksek kaliteli bir sonuç gerektiğinde kağıt, karton ve kendinden yapışkanlı kağıt etiketler üzerine flekso baskı için kullanılır [148, COM 2009].

Veri toplama çerçevesinde üç tesis için fleksografik baskıda UV radyasyonu ile kürlenen mürekkeplerin kullanımı rapor edilmiştir [155, TWG 2016].

Çapraz ortam etkileri

Bir tesis genel olarak enerji tasarrufu yapmış olduğunu bildirmesine rağmen bazı durumlarda UV kürleme lambalarının enerji tüketimi normal kurutucu tüketimini aşabilir. UV lambaları cıva içerir ve atık olarak özel yönetim gerektirir.

UV ile kürlenen mürekkepler, bazıları alerjik olan reaktif akrilatlar, monomerler ve oligomerler içerir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

UV ile kürlenen mürekkepler, süt ürünleri için kağıt ambalaj malzemeleri, etiketler ve karton ambalaj malzemelerinin basılmasına yönelik fleksografik işlemlerde uygulanabilir. Bununla birlikte, gıda için ambalaj malzemeleri üreticileri, bu mürekkeplerin bazı bileşenlerinin çok küçük miktarlarının paketlenmiş gıdaya geçişi, gıda ile temas mevzuatına uyulmamasına yol açabileceğinden, UV ile kürlenen mürekkepler kullanmak konusunda genellikle isteksizdir. Bu soruna bir çözüm, bileşenlerin (artık monomerler, vb.) taşınmasını önlemek için baskının üzerine aşırı lak yapılması olabilir.

Çoğu kağıt UV mürekkepleriyle basılabilir. Ancak sınırlama, alt tabaka değil, mevcut makinelerdir. UV ile kürlenen fleksografi, çeşitli uygulamalar için kullanılır (örn. kendinden yapışkanlı etiketler, içecek kartonları). Her iki durumda da bu amaç için özel olarak üretilmiş baskı makineleri kullanılır:

küçük dar web baskı makinelerinde (25 cm'ye kadar) etiketler ve genişliği 100 cm ile 150 cm arasında olan baskı makinelerinde içecek kartonları.

Belirli uygulama özelliklerine duyulan ihtiyaç nedeniyle, solvent bazlı mürekkeplerin tümü UV ile kürlenen alternatiflerle değiştirilemez.

Ekonomik Yönler

İçecek kartonları için fleksografi söz konusu olduğunda, makineler 'normal' fleksografik baskı makinelerinden çok daha pahalıdır. Bununla birlikte, piyasa taleplerine cevap olarak ihtiyaç duyulan daha iyi kalite elde edilebilir.

Aksi halde artan kalite gereksinimlerinin fleksografiden rotogravüre geçişe yol açma eğiliminde olduğu durumlarda, baskı adedi, basılı görseldeki düzenli değişiklikler için müşteri gereksinimleri ve bu kartonlara yönelik kullanılan özel alt tabakaların kombinasyonu, bu durumda UV kürlemeli fleksografiyi uygun bir teknik haline getirir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Thomas Grafishe Veredelung GmbH & Co, KG, Almanya. Elopak (Terneuzen, Hollanda). Tesis #012, #028 ve #161 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[7, Almanya 2003] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [14, Aminal ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [148, COM 2009] [155, TWG 2016] [197, FPE 2017]

12.4.2.2 Elektron ışını (EB-) radyasyonla kürlenen mürekkepler

Açıklama

EB-radyasyonla kürlenen mürekkepler, bir vakum tüpünden gelen elektron akışıyla reaksiyona giren düşük moleküler ağırlıklı polimerlerden oluşur. Bu mürekkepler solvent içermez ve ışığa maruz kalana kadar kürlenmez ve bu nedenle mürekkep havuzlarında uzun süre kalarak temizlik ihtiyaçlarını azaltır. Elektronlar reaksiyonu yönlendirir, polimerler oluşturur ve mürekkebi ayarlar. Ayrıca bk. Bölüm 17.7.2.3 ve 17.8.5.5.

Elektron ışınlı kurutucular, sıvı ve toz boya kaplamalarını kurutmak için elektron bombardımanıyla polimerizasyonu kullanır.

Sağlanan çevresel faydalar

Mürekkepten kaynaklanan VOC emisyonları sıfıra düşürülür.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

EB ile kürlenebilen mürekkeplerle ilgili bildirilen sorunlar arasında kağıt bozulması ve çalışanların radyasyona maruz kalması sayılabilir. Bazen daha yüksek kaliteli parlak kaplamalar ve metal dekorasyon uygulamaları için kullanılırlar.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yalnızca yeni baskı makineleri için geçerlidir.

Ekonomik Yönler

Bu kurutucular yüksek başlangıç maliyetlerine ve düşük ila orta işletme maliyetlerine sahiptir.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaz.

Referans literatür
[18, US EPA ve diğ. 2003] [38, TWG 2004] [197, FPE 2017] [212, TWG 2018]

12.4.2.3 Su bazlı mürekkepler

Açıklama

Su bazlı mürekkepler, azaltılmış miktarda organik solvent içerir. Geleneksel su bazlı mürekkepler, suda dağılabilirlik için nispeten yüksek asidik reçinelere dayanır; daha yakın zamanda geliştirilen mürekkepler, suda dağılabilen polyester reçinelere dayanmaktadır. İkincisi, dağılabilirlik özelliklerini korumak için amonyak veya aminler gibi nötrleştirici maddelere ihtiyaç duymaz ve bu nedenle fleksografi gereksinimlerini karşılar. Ayrıca bk. Bölüm 17.7.2.2.

Sağlanan çevresel faydalar

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda, baskıya hazır mürekkepler %80'e kadar solvent içerir. Bunlar her zaman örneğin etanol ve etil asetat gibi birkaç çözücünün karışımlarıdır. Su bazlı mürekkeplerle ikame edilmesi, solvent emisyonlarında, özellikle kaçak emisyonlarda önemli azalmalara neden olabilir. Çıkış gazlarının verimli bir şekilde işlendiği ve aşırı kaçak emisyonların önlendiği durumlarda, su bazlı mürekkeplere geçilerek çok az daha kazanım elde edilir. Diğer bir potansiyel problem, çıkış gazlarının işlenmesi için termal oksidasyon tekniklerini (ototermal olmayan işlem) kullanırken olası verim eksikliğidir.

Su bazlı mürekkeplerin temizliği, mürekkep veya vernik kuru olmadığı sürece su ile yapılabilir.

Su bazlı mürekkepler, kuruma için daha fazla enerji gerektirebilir; bununla birlikte, bir çıkış gazı işleme sistemi gerekmeyebileceğinden toplam tesis enerji tüketimi azalacaktır (bk. Bölüm 17.7.2.2. ve ECM REF Ek 14).

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Fleksografide, çoğu kağıt ambalaj malzemesi su bazlı mürekkeplerle başarılı bir şekilde basılabilir. Taşıma torbaları, çöp torbaları, ekmek torbaları ve ağır hizmet torbaları gibi basit plastik ambalaj malzemeleri de fleksografide su bazlı mürekkeplerle başarılı bir şekilde basılabilir. Seramik aniloks silindirlerin uygulanması baskı kalitesini artırır.

Esnek gıda ambalaj malzemelerinin, paketlenecek gıdalardan gelen asitlere, solventlere, katı veya sıvı yağlara karşı dayanıklı olması gerekebilir. Bu gereksinimleri karşılayan yüksek kaliteli ürünler, genellikle solvent bazlı mürekkepler uygulanarak ambalaj rotogravüründe basılır. Ancak bazen en çok kullanılan renk olan beyaz mürekkep ikame edilebilir.

Fleksografide veya yayın dışı rotogravürde solvent bazlı mürekkeplerden su bazlı mürekkeplere geçiş, genellikle taşıma materyalinin farklı bir ön işleme tabi tutulmasını ve her zaman yeni baskı plakaları ve silindirlerinin kullanılmasını gerektirir.

Çapraz ortam etkileri

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı işlemlerinde kullanılan su bazlı mürekkepler hala etanol, izopropanol ve/veya n-propanol içerir.

Su bazlı mürekkeplerin kurutulması için gereken enerji miktarı, solvent bazlı mürekkeplerden daha fazladır. Bununla birlikte, solventlerin olmaması, kurutma havasının daha sık sirkülasyonunu mümkün kılar ve böylece etkiyi azaltır. Uygulamada kurutma amaçlı enerji tüketimindeki artış %10 civarında olabilmektedir.

Daha fazla atık mürekkep üretilir. Geri kazanılan solvent miktarı daha azdır ve temizleme amaçları için yeterli değildir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Su bazlı mürekkepler (vernikler değil), kağıt torbalara, plastik çöp torbalarına ve taşıma torbalarına baskı yapmak için fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı işlemlerinde başarıyla uygulanmaktadır. Bununla birlikte, bu proseslerde, örneğin floresan efektler, altın veya gümüş renkler veya çok yüksek parlaklığın gerekli olduğu bazı istisnai durumlarda geleneksel mürekkeplerin de uygulanması gerekir.
Mevcut baskı makinelerinde su bazlı ürünler (mürekkepler, vernikler vb.) uygulandığında, kurutma sistemlerinin çoğu zaman yetersiz kaldığı görülür. Bu, eski ve mevcut baskı makinelerinde uygulanabilirliği azaltır. Modern kurutucular, sadece solvent bazlı değil, aynı zamanda su bazlı mürekkepleri de kurutmak için yeterli kapasiteye sahiptir, bu nedenle ek yatırıma gerek yoktur [148, COM 2009].

Su bazlı mürekkepler, yayın dışı rotogravür baskıda uygulanabilir ve veri toplanırken iki tesis [Tesis #011 & #012 [155, TWG 2016]] için rapor edilmiştir.

Ekonomik Yönler

Solvent bazlı mürekkeplerden su bazlı mürekkeplere geçiş, önemli değişim maliyetlerini içerir. Su bazlı mürekkepler uygulayan yeni baskı makineleri için yatırım, solvent bazlı mürekkeplere yönelik baskı makinelerinkiyle neredeyse aynıdır. Tadilat durumunda, kurutucu kapasitelerinin genişletilmesi gerekiyorsa önemli miktarda yatırım gerekebilir.

Su bazlı mürekkepler daha yüksek pigmentli olduğundan, daha az mürekkebe ihtiyaç duyulur ve m^2 basılı malzeme başına işletme maliyeti genellikle solvent bazlı mürekkeplerin maliyetinden biraz daha düşük olacaktır.

Su bazlı mürekkepler söz konusu olduğunda, baskı hızı ve esnekliği korunabildiğinde ve solventle ilgili diğer maliyetlerden kaçınılabildiğinde, önemli ölçüde tasarruf sağlanabilir.

Örnek tesisler

Tesis #011 ve #012 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [3, IMPEL 2000] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [14, Aminal ve diğ. 2002] [18, US EPA ve diğ. 2003] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [197, FPE 2017]

12.4.2.4 Su bazlı vernikler ve yapıştırıcılar

Açıklama

Su bazlı vernikler ve yapıştırıcılar genellikle solvent içermez (ayrıca bk. Bölüm 17.7.2.2).

Sağlanan çevresel faydalar

Baskıya hazır vernikler ve yapıştırıcılar yaklaşık %80 solvent içerir. Bunlar, örneğin etanol, etil asetat ve MEK gibi çeşitli solventlerin karışımları veya tek solventli sistemler olabilir. Su bazlı ürünlerle ikame, solvent emisyonlarında, özellikle kaçak emisyonlarda önemli azalmalara neden olabilir. Çıkış gazlarının verimli bir şekilde işlendiği ve aşırı kaçak emisyonların önlendiği durumlarda, su bazlı verniklere ve yapıştırıcılara geçilerek çok az daha kazanım elde edilir. Diğer bir potansiyel problem, çıkış gazlarının işlenmesi için termal oksidasyon tekniklerini (ototermal olmayan işlem) kullanırken olası verim eksikliğidir.

Su bazlı vernik ve yapıştırıcıların temizliği kuru olmadıkları sürece su ile yapılabilir. Ancak kuru ise etanol, IPA vb. kullanılmalıdır.

Su bazlı vernikler ve yapıştırıcılar kuruma için daha fazla enerji gerektirir; bununla birlikte, çıkış gazı işleme sistemi gerekli değilse toplam enerji tüketimi azaltılabilir (bk. Bölüm 12.4.2.3'te su bazlı mürekkepler, ayrıca bk. Bölüm 17.7.2.2).

Aynı durum, bir yandan artacak atık su miktarı için de geçerlidir, ancak atık gaz adsorpsiyon ve solvent geri kazanım sisteminin artık kullanılmadığı durumlarda toplam atık su miktarı azalacaktır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bir ambalaj malzemesine uygulanan çok sayıda farklı kalite gereksinimi ve direnç vardır ve bu nedenle geleneksel solvent bazlı mürekkepler, vernikler ve yapıştırıcılar için alternatiflerin uygulanabilirliği hiçbir zaman açık değildir. Örneğin, yalnızca belirli solvent bazlı vernikler uygulanarak elde edilebilecek olan paketleme makinelerinin özelliklerini karşılamak için verniğin kaymaya karşı belirli bir dirence sahip olması gerekebilir. Ayrıca, daha düşük yapışma başlatma ve kompozit mukavemetinin yanı sıra solvent bazlı yapıştırıcılara kıyasla daha düşük kimyasal direnç gösterirler; bu nedenlerden dolayı su bazlı mürekkepler her türlü uygulamada kullanılamayabilir.

Plastik veya alüminyuma ince bir kağıdın yapıştırıldığı özel laminasyon işleminde su kağıttan buharlaşabileceğinden su bazlı ürünlerin kullanılması uygundur. İki gözeneksiz filmin laminasyonu için, su bazlı ürünler daha az uygundur, çünkü filmler bir araya getirilmeden önce daha uzun bir kuruma süresi gerektirir. Bu durumlarda solvent bazlı veya iki bileşenli solventsiz yapıştırıcılar kullanılır.

Çapraz ortam etkileri

Su bazlı ürünlerin daha fazla kurutulması için enerji tüketimi biraz daha yüksektir ve daha fazla atık üretilir. Su bazlı mürekkeplerin kurutulması için gereken enerji miktarı, su bazlı vernikler ve yapıştırıcılardan daha fazladır. Bununla birlikte, solventlerin olmaması, kurutma havasının daha sık sirkülasyonunu mümkün kılar ve böylece etkiyi azaltır. Uygulamada kurutma amaçlı enerji tüketimindeki artış %10 civarında olabilmektedir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik, esnek ambalaj üretiminde tüm baskı ve laminasyon işlemlerinde uygulanabilir. Genellikle fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesislerinde uygulanır. Ancak, her durumda solvent bazlı verniklerin yerini alamazlar.

Mevcut baskı makinelerinde su bazlı ürünler (mürekkepler, vernikler, vb.) uygulandığında, kurutma sistemlerinin çoğu zaman yetersiz kaldığı görülür. Bu, mevcut baskı makinelerinde uygulanabilirliği azaltır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Tesis #012 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[6, DFIU ve diğ. 2002] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [14, Aminal ve diğ. 2002] [78, TWG 2005] [197, FPE 2017]

12.4.2.5 Yüksek katı maddeli vernikler ve yapıştırıcılar

Açıklama

%40 veya daha fazla katı içeren yüksek katı maddeli vernikler ve yapıştırıcıların kullanılması, solvent tüketimi ve emisyonunun azalmasına neden olur. Ayrıca bk. Bölüm 17.7.2.1.

Teknik Açıklama

Geleneksel solvent bazlı yapıştırıcılar %80'e kadar solvent içerirken yüksek katı maddeli yapıştırıcılar %60'a kadar solvent içerir. Orijinal yapıştırıcıların her bir kg katı için 4 kg solvente ihtiyaç duyduğu durumlarda, alternatif yalnızca 1,5 kg'a kadar solvent gerektirir. Bu durumda, solvent geri kazanımı yoksa solvent tüketiminde %60'tan fazla bir azalma elde edilir;

solvent geri kazanımı ile ise solvent tüketiminde %90'a varan bir azalma sağlanır.

Sağlanan çevresel faydalar
VOC emisyonlarının azaltılması, solvent tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Esnek paketleme için laminasyon işlemlerinde yüksek katı maddeli yapıştırıcılar uygulanır. Mekanik, termal veya kimyasal olarak vurgulanmış paketler için yüksek performanslı sektörde ve değişken malzeme bileşimine sahip kompozitlerin üretiminde uygulanırlar.

Çapraz ortam etkileri
Çıkış gazı işleme teknikleri hala gerekli olabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yeni ve mevcut tesislerde uygulanabilir.

Ekonomik Yönler
Bu sahadan sahaya değişiklik gösterir.

Örnek tesisler
Tesis#174 (~ %60 katı içerikli yapıştırıcı) [155, TWG 2016].

Referans literatür
[6, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016] [197, FPE 2017]

12.4.2.6 UV radyasyonu ile kürlenen vernikler ve yapıştırıcılar

Açıklama

Laminasyon için kullanılan UV ile kürlenen vernikler ve yapıştırıcılar organik solventler içermez.

Sağlanan çevresel faydalar
Uçucu solventlere dayalı vernikler veya yapıştırıcılar kullanıldığında solvent emisyonlarında önemli bir azalma sağlanabilir. Ayrıca bk. Bölüm 17.7.2.3.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı endüstrisinde, baskıya ek olarak, bir dizi farklı plastik film ve alüminyum folyo içeren laminatlar sıklıkla yapılır. UV ile kürlenen yapıştırıcılar burada yalnızca orta kalite seviyesine kadar olan standart kompozitler için olmak üzere uygulanır.

Çapraz ortam etkileri
UV ile kürlenen vernikler ve yapıştırıcılar, belirli UV kurutucularla kuruma için enerji gerektirir. Ancak, bunun geleneksel solvent bazlı sistemlerin kurutulmasından daha fazla olması muhtemel değildir. Ayrıca kullanılan lambalar cıva içerir ve atık olarak özel işleme gerektirir.

UV ile kürlenen vernikler ve yapıştırıcılar, bazıları alerjik olan reaktif akrilatlar, monomerler ve oligomerler içerir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yeni ve mevcut tesislerde uygulanabilir.

Örnek tesisler
Tesis #012 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[6, DFIU ve diğ. 2002] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [14, Aminal ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [197, FPE 2017]

12.4.2.7 Solvent içermeyen iki bileşenli yapıştırıcılar

Açıklama

Solvent içermeyen yapıştırıcılar, genellikle izosiyanat içeren,%100 katı içeriğine sahip iki bileşenli yapıştırıcılardır.

Sağlanan çevresel faydalar
Yapıştırıcı uygulamasından kaynaklanan solvent emisyonları sıfıra düşürülür.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bunlar, fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı endüstrisinde, plastik ve alüminyum gibi gözeneksiz alt tabakalar üzerindeki laminasyon işlemlerinde yaygın olarak uygulanır.

Katman kalınlığının viskozite tarafından kontrol edilebildiği solvent bazlı yapıştırıcıların aksine, kalınlık mekanik haddeleme işlemleri ile kontrol edilmelidir. Yapışkan tabaka, solvent bazlı yapıştırıcılara kıyasla biraz daha fazla yüzey düzensizliği gösterebilir.

Birçok karmaşık laminat, iki bileşenli sistemlerle üretilebilir. Bunlar, özel makine gerektirir.

Çapraz ortam etkileri
İş yerlerinde izosiyanat emisyonu riski.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ekonomik Yönler
Ürün gereksinimlerine/özelliklerine bağlıdır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Müşterinin ürün özellikleri.

Referans literatür
[6, DFIU ve diğ. 2002] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [14, Aminal ve diğ. 2002] [197, FPE 2017]

12.4.2.8 Ortak ekstrüzyon

Açıklama

Basılan alt tabaka, ılık, sıvılaştırılmış bir plastik film ile birleştirilir ve ardından soğutulur. Bu film, gerekli ek kaplama tabakasının yerini alır. Yapıştırıcı görevi gören iki farklı taşıyıcı katmanı arasında kullanılabilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Solvent emisyonları ortadan kaldırılır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Esnek ambalajda uygulanır.

Çapraz ortam etkileri
Ortak ekstrüzyon enerji gerektirir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik duruma özeldir ve yüksek bağ kuvveti veya sterilizasyon sıcaklığına direnç gerektiğinde uygulanamaz.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- İş sağlığı ve güvenliği.
- Ürün gereksinimleri/özellikleri.

Örnek tesisler

Fleksografide yaygın olarak kullanılır, örnek tesis: #133 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[14, Aminal ve diğ. 2002] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [180, COM 2017] [197, FPE 2017] [212, TWG 2018]

12.4.3 Çıkış gazının ekstraksiyonu ve işlenmesi

Aşağıdaki teknikler yaygın olarak uygulanır:

- Oksidasyon: reküperatif, katalitik ve rejeneratif oksidasyon, bk. Bölüm 17.10.5.
- Aktif karbon veya zeolitler kullanılarak adsorpsiyon, bk. Bölüm 17.10.6.2.
- Yoğuşma (azot kullanılarak), bk. Bölüm 17.10.6.1. Yoğuşmanın sektörde yaygın olarak kullanılmadığına dair endüstri yorumları (bk. FPE yorumu #14 [212, TWG 2018]) mevcuttur; ancak bu teknik, geri kazanım sistemine bağlı altı makine ile Tesis #024'te uygulanmaktadır.
- Islak ovalama, bk. Bölüm 17.10.6.3.
- Biyolojik çıkış gazı işleme, bk. Bölüm 17.10.7.

12.4.3.1 Baskı makinelerinden ve diğer üretim alanlarından havanın ekstraksiyonu ve işlenmesi

Açıklama

Baskı makinelerinden ve mürekkep, vernik ve yapıştırıcı kapları gibi diğer üretim alanlarından, havalandırmalı otomatik temizleme makinelerinden (bk. Bölüm 17.10.2) buharlaşan ve kurutuculardan kaçan solventler lokal olarak çıkartılır ve ardından işleme tabi tutulur.

Teknik Açıklama

Solventler sadece kurutucuda buharlaşmakla kalmaz; ayrıca mürekkep havuzlarından, viskozite ayarlayıcılardan, kaplardan vb. buharlaşırlar. Bu solventler, mesleki maruziyet sınır değerlerini (OEL'ler) aşmamak için sağlık ve güvenlik nedenleriyle lokal olarak çıkartılmalıdır.

Aşağıdakiler uygulanabilir:

- Laminasyon ve vernikleme makinelerinin etrafının çevrilmesi
- Üretim makinelerinin etrafındaki alandan lokal olarak çıkartılanların azaltma sistemine gönderilmesi.
- Mürekkep havuzlarından kaynaklanan ilgili kaçak emisyonların yakalanması ve işlenmesi. Bu, açık alanların lokal olarak çıkartılması ihtiyacını azaltır.
- Hazneli ve sıyırma bıçaklı sistemin kurulması ve kullanılması.
- Yıkama makinesi havalandırmasının azaltma sistemine gönderilmesi (bk. Bölüm 17.9.7).

Sağlanan çevresel faydalar

Daha az solvent tüketilir ve daha fazla solvent azaltma ekipmanına yönlendirilir. Mürekkep havuzlarından ve yıkama makinelerinden kaynaklanan emisyonların yakalanmasını ve işlenmesini sağladığından, özellikle kaçak olanlar olmak üzere VOC emisyonlarında bir azalma söz konusudur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Modern yayın dışı rotogravür baskı makineleri, kurutucuların ekstraksiyonunun yanı sıra, zemin ekstraksiyonu ve/veya mürekkep kaplarından çıkış gazı işleme sistemine ekstraksiyon özelliği ile donatılmıştır. Çıkartılan havanın bu solvent içeriği, kaçak emisyonları azaltmak için alınan önlemlere bağlıdır. Bu ek ekstraksiyon sistemleri baskı üniteleri arasına yerleştirilir. Merkezi bir baskı silindiri ile donatılmış fleksografi baskı makineleri için, baskı üniteleri arasında lokal bir ekstraksiyon sistemi kurmak için çok küçük olabilecek kullanılabilir alanla ilgili bazı kısıtlamalar olabilir (bk. Şekil 12.1). Bu durumda, veri toplamada [155, TWG 2016] belirtildiği gibi fleksografi baskı makinelerinin etrafının tamamen kapatılması uygulanabilir.

Modern bağımsız vernikleme ve laminasyon üniteleri genellikle bunun için donatılmıştır.

Otomatik temizleme makinelerinin boşaltmadan önce havalandırılması gerekir. Birkaç dakika boyunca, nispeten küçük bir hava akımı (birkaç bin m^3/saat) solvent buharlarıyla yoğun bir şekilde yüklenir. Bu hava akımı azaltma ekipmanına gönderilir.

Çapraz ortam etkileri

Ekstraksiyon enerji gerektirir, ancak bu lokal ekstraksiyon, yüksek mesleki maruziyet seviyelerini önlemek için gerçekleşir. Burada sorun, çıkartılan havanın çıkış gazı işlemesine gönderilip gönderilmeyeceğidir. Bununla birlikte, azaltma sisteminin daha büyük olması gerekebileceğinden, oksitleyicinin ana fanı da çok daha büyük olabilir. Bu, gerekli enerji miktarını önemli ölçüde artırabilir. Düşük solvent içeriğine sahip artan hava akışı, azaltma sisteminin gerektirdiği destek yakıtı miktarını artıracaktır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Merkezi baskı silindiri ile donatılmış mevcut fleksografi baskı makinelerinde, lokal ekstraksiyon uygulanamayabilir. Bu, yeni bağımsız vernikleme ve laminasyon ünitelerinde vardır.

Bu teknik genellikle otomatik makinelere uygulanabilir. Mürekkep havuzlarının, viskozite ayarlayıcıların, kapların vb.etrafının kapatılması giderek daha fazla uygulanmaktadır. Tadilat yapılması mümkündür (makine kontrolünün tamamen otomatik olması gerekir). Kurutucuların etrafı her zaman kapatılır.

Ekonomik Yönler

Maliyet esas olarak çıkış gazı işleme sisteminin kapasitesine bağlıdır. Etrafının kapatılması veya çevrilmesi, çıkartılacak havanın hacmini azaltır ve bu nedenle, uygulandığı yerde ekstraksiyon fan motorlarının ve çıkış gazı işleme boyutunu azaltır.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanır. Bilgi gönderen hemen hemen tüm tesisler (bk. Tablo 12.15).

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 998]
[14, Aminal ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]
[197, FPE 2017]

12.4.3.2 OTNOC (Normal Çalışma Koşulları Dışında) sırasında solvent emisyonlarını azaltmaya yönelik inceleme ve bakım

Açıklama

Planlı bakım ve hızlı onarımların yapılmasının sağlanması, ayrıca bk. Bölüm 17.2.6.

Sağlanan çevresel faydalar

Oksidasyon ekipmanındaki kusurlar, günlük yıllık girdinin %0,4'üne kadar VOC emisyonlarına yol açabilir (yılda 250 iş günü olduğu varsayılarak).

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Yedi IED boyutundaki Hollanda esnek ambalaj tesisinde, yakıcıların arıza süresi 1 ila 14 iş günü arasında değişiklik göstermiştir. Ortalama yaklaşık 7.5 gün olup toplam yıllık girdinin yaklaşık %3-8'ine tekabül etmiştir. Bu veriler 2004 yılına aittir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Tüm tesisler için geçerlidir.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanır.

Referans literatür

[38, TWG 2004]

12.4.4 Temizleme teknikleri

12.4.4.1 Zemin temizliği için VOC'lerin daha az uçucu solventlerle değiştirilmesi

Açıklama

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.9.5.

Sağlanan çevresel faydalar

Zeminlerin solvent kovaları ile ıslatılarak temizlendiği duruma kıyasla, VOC emisyonunda %1-2'lik bir azalma elde edilebilir. Ancak, zeminlerin kirlenmesini azaltmak ve solvent kullanımını kontrol etmek gibi bazı önleyici tedbirlerin halihazırda alındığı yerlerde, emisyonlardaki azalma daha azdır.

12.4.4.2 Etrafı kapalı yıkama makinelerinde makine parçalarının ve ekipmanların temizlenmesi

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.9.7.

Örnek tesisler

Bilgi gönderen birkaç tesis (bk. Tablo 12.15).

12.4.4.3 Yüksek basınçlı su püskürtme ile makine parçalarının temizlenmesi

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.9.9.

12.4.4.4 Kuru buz temizleme

Açıklama

Kuru buz topakları, temizlenecek yüzeye yaklaşık 300 m/ s'de basınçlı hava kullanılarak üflenir. Yüksek derecede temizlik elde edilebilir ve kalıntı kalmaz [148, COM 2009]. Ayrıca bakınız Bölüm 17.9.11.

Örnek tesisler

Bilgi gönderen birkaç tesis (bk. Tablo 12.15).

13 YAYIN ROTOGRAVÜR BASKISI

13.1 Yayın rotogravür baskısı hakkında genel bilgiler

[148, COM 2009] [149, ERA 2016] [196, ERA 2015]

Avrupa yayın rotogravür baskısı endüstrisi yılda 180 000 ton mürekkep kullanmaktadır (2006 verileri). Bu, 30 kt pigment, 50 kt reçine ve 100 kt toluenden oluşur. Toluenin %95'inden fazlasının yeniden kullanılması mümkündür, çünkü rotogravür, bir mono-solvent sistemi kullanır. Azeotropların (saflaştırmayı engelleyen sürekli kaynayan karışımlar) oluşumu mümkün değildir, bu nedenle geri kazanılan solventin damıtılması gerekli değildir. Bu zaman, maliyet ve enerji tasarrufu sağlar. Geri kazanılan saf toluen yerinde yeniden kullanılabilir veya mürekkep üreticisine geri verilebilir.

Rotogravür baskının verimliliği çok yüksektir. Gelişmiş baskı makineleri, 4,32 m genişliğinde bir kağıt webe 16 m/s'ye varan hızlarda baskı yapabilir. Daha küçük ünitelerde bile basılı ürünün metrekaresi başına kullanılan enerji, alternatif baskı yöntemlerine göre daha azdır. Ancak bu avantaj, baskı adedi uzadıkça artar.

Yayın rotogravür baskısının başlıca çevresel avantajları şunlardır:

- kolay geri dönüştürülebilir ham maddelerin kullanılması;
- yenilenebilir ham maddelerin kullanılması;
- çok kolay geri dönüştürülebilir bir ürün üretimi.

Şu anda Avrupa'da 125 rotogravür baskı makinesi çalıştıran 32 baskı tesisi bulunmaktadır (2017 verileri). Yayın rotogravürü, baskı adetleri yüksek olan şu dergiler, kataloglar ve ekler için uygulanır:

- haber dergileri, TV dergileri, kadın dergileri vb.;
- yayınlar;
- kataloglar;
- büyük mağazalar ve süpermarket zincirleri vb. tarafından yayınlanan ekler, ilave sayfalar ve el ilanları.

Yayın rotogravür matbaalarının cirosu şu anda yılda yaklaşık 3,5 milyar Euro'dur (2017 verileri).

Diğer baskı teknikleri ile karşılaştırıldığında yayın rotogravüründe, makineler için en yüksek yatırım maliyetleri ve görsel taşıyıcı üretmede de en yüksek maliyetler söz konusu olmaktadır. Bu nedenle, yayın rotogravür baskısı genellikle büyük şirketler tarafından kullanılmakta olup bazen de farklı baskı adetlerini basabilmek için aynı tesiste kurutmalı web ofset baskı da kullanılmaktadır [148, COM 2009].

Tüm dergilerin yaklaşık %60'ı ve tüm katalogların %50'si yayın rotogravür tekniği kullanılarak basılmaktadır; geri kalan kısım ise kurutmalı web ofset baskı ile üretilmektedir [148, COM 2009].

Yayın rotogravürü ile basılan ürünlerin en az 200.000 kopya tirajı vardır ki bu da kurutmalı web ofset baskı için baskı plakaları yapmaya kıyasla rotogravür silindirleri yapmanın ekstra maliyetleri olduğunu göstermektedir. Çoğu baskı adedi 500.000'den fazla kopyadan oluşmaktadır [148, COM 2009].

Bir silindir, kalite kaybı olmadan 10 milyondan fazla kopya basabilmektedir. Yayın rotogravürü genellikle kağıda baskı yapmaktadır. Kurutmalı web ofset baskı ile karşılaştırıldığında yayın rotogravürü, kısmen kaplanmış veya kaplanmamış kağıt yüzeylerine çok iyi sonuçlarla baskı yapabilmektedir[148, COM 2009].

Yayın rotogravür baskısı, oyulmuş silindirlerin, toluen bazlı mürekkeplerin ve çıkış gazlarında toluen için bir solvent geri kazanım sisteminin kullanılmasıyla nitelenir.

13.2 Yayın rotogravür baskısında uygulanan prosesler ve teknikler

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [3, IMPEL 2000] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [78, TWG 2005] [149, ERA 2016]

Rotogravür baskı prosesinde görsel taşıyıcı, genellikle mürekkebi taşıyan 'hücreler' adı verilen küçük girintilerin yapıldığı, bakır kaplı bir yüzeye sahip çelik bir silindirdir. Yüzey normal olarak daha sonra aşınma özelliklerini iyileştirmek için sert kromla kaplanır.

Baskı makinesinde her silindir için bir baskı ünitesi bulunmaktadır. Dönen silindirin yüzeyi, hücreleri mürekkeple dolduran bir mürekkep tavasına dalar (rotogravür baskı mürekkepleri çok akışkandır, öte yandan ofset litografik mürekkep macun benzeridir). Fazla mürekkep daha sonra sıyırma bıçağının sıyırma hareketiyle silindir yüzeyinden silinerek hücrelerde yalnızca mürekkep kalır. Baskı silindiri daha sonra kağıt webi silindirin üzerine bastırır ve mürekkep kağıda aktarılır.

Rotogravür, mürekkebi farklı boyutlardaki hücrelerden kontrollü dozlarda uygular. Baskı hücrelerinin hacmi ne kadar büyük olursa, o kadar fazla mürekkep aktarılır ve onlar tarafından üretilen ton o kadar güçlü olur.

Rotogravür, iki ana grafik ürünün basılması için kullanılır: bu belgede Bölüm 12'de ele alınan yayınlar ve esnek ambalaj. Küçük grafik uygulamaları etiketler, ambalaj kağıtları, karton ambalajlar, banknotlar ve posta pullarıdır. Grafik endüstrisinin dışında, bu yöntem zemin ve duvarlar için duvar kağıdı, ahşap taklitleri (laminat) ve karo taklitleri baskısında kullanılır.

Tablo 13.1: Yayın rotogravür baskı makinelerinin teknik özellikleri

Parametre	Teknik özellikler
Web genişliği	900-4 320 mm
Baskı üniteleri	Çoğunlukla 8 ünite, bazen 9 veya 10 ünite
Üretim hızı	15 m/sn = 900 m/dak
Yapı	Çoğunlukla kağıdın her tarafı için 4 ünite
Renkler	8 ünitede dört mürekkep, 9 veya 10 ünite olması halinde 5 mürekkep mümkündür
Alt tabakalar	Kağıt
Kullanılan solventler	Toluen > %99.9 saf
Azaltma teknikleri	Solvent geri kazanım tesisi

Yayın rotogravür baskısı en iyi, daha düşük kaliteli, daha ucuz kağıt türleri üzerinde çok yüksek kaliteli renkli baskı üretme kabiliyeti ile bilinmektedir. Baskı makinesi web genişliği 900 mm'den 4.320 mm'ye kadar herhangi bir değer olabilir. Çoğu yayın gravür baskı makinesi, kağıdın her bir yüzü için cam göbeği, eflatun, sarı ve siyah (CMYK) olmak üzere dört proses renginin her biri için birer tane olmak üzere sekiz baskı ünitesine sahiptir. Bazen, özel efektler için metalik veya floresan mürekkep gibi bir 'spot renk'e izin vermek üzere her yüze beşinci bir baskı ünitesi (yani toplamda 10 ünite) dahil edilir [149, ERA 2016]. Bir renk basıldıktan sonra, kağıt web, sonraki renk ünitesine girmeden önce mürekkep solventini (toluen) buharlaştırmak için kurutucuya aktarılır. Kurutma genellikle kağıt webin boyut değişikliklerini önlemek için hava akışını ısıtmadan gerçekleşir. Yayın rotogravürüne yönelik günümüzün rotogravür baskı makineleri, 15 m/s ve daha fazla hızda çalışmaktadır.
Rotogravür baskı neredeyse tamamen web beslemeli bir işlemdir, ancak kağıt beslemeli baskı makineleri saatte 10.000 sayfaya kadar çalışabilmektedir. Bunlar sıcak hava kurutuculara sahiptir ve

metalize kağıtlar ve folyolar üzerinde metalik mürekkepler kullanan yüksek kaliteli dekoratif efektlerin özel pazarlarına yöneliktir. Bununla birlikte, muhtemelen, yüksek (web) baskı adetlerini daha ekonomik hale getiren silindir yapımının yüksek maliyetleri nedeniyle, günümüzde nadiren kullanılmaktadırlar [1, INTERGRAF ve EGF 1999].

Diğer benzer prosesler, bakır levha baskısı ve kabartma baskıdır. Her ikisi de girintili görsel alanlarının mürekkeple doldurulmasını kullanır, ancak bu durumlarda mürekkep kalındır ve solvent buharlaşmasına dayanmak yerine oksidasyon ve adsorpsiyon yoluyla kurur. Banknotların ve diğer güvenlik belgelerinin basılmasında bakır levha kullanılırken, harf başlıkları için kabartma baskı kullanılır.

Silindirin hazırlanması

[149, ERA 2016]

Geçmişte, rotogravür baskı silindirleri fotoğraf filmleri ve oyma yoluyla üretiliyordu. Bu, zaman, hammadde ve enerji gerektiren ve bazı kimyasal atıklara yol açan karmaşık bir süreçti. Günümüzde bu üretim adımlarının yerini tamamen dijital veri işleme almıştır. Yayın rotogravür baskı silindirlerinin yüzeyindeki hücrelerin üretilmesinin son adımı, elektromekanik olarak veya bir lazer kurulumu ile yapılmaktadır, bu nedenle oyma işlemi artık gerekli değildir. Yüzey daha sonra aşınma özelliklerini iyileştirmek için sert bir krom tabakası ile kaplanmaktadır. Günümüzde çoğu rotogravür matbaası, gerekli krom bileşiklerini çözünmüş halde satın almaktadır ki bu da toz oluşumunun artık mümkün olmadığı anlamına gelmektedir. İlave olarak, çözeltinin sürekli akışı, galvanizleme sırasında krom iyonlarının konsantrasyonunu sabit tuttuğu için yüzey daha yüksek bir kaliteye sahiptir.

Mürekkep ünitesi

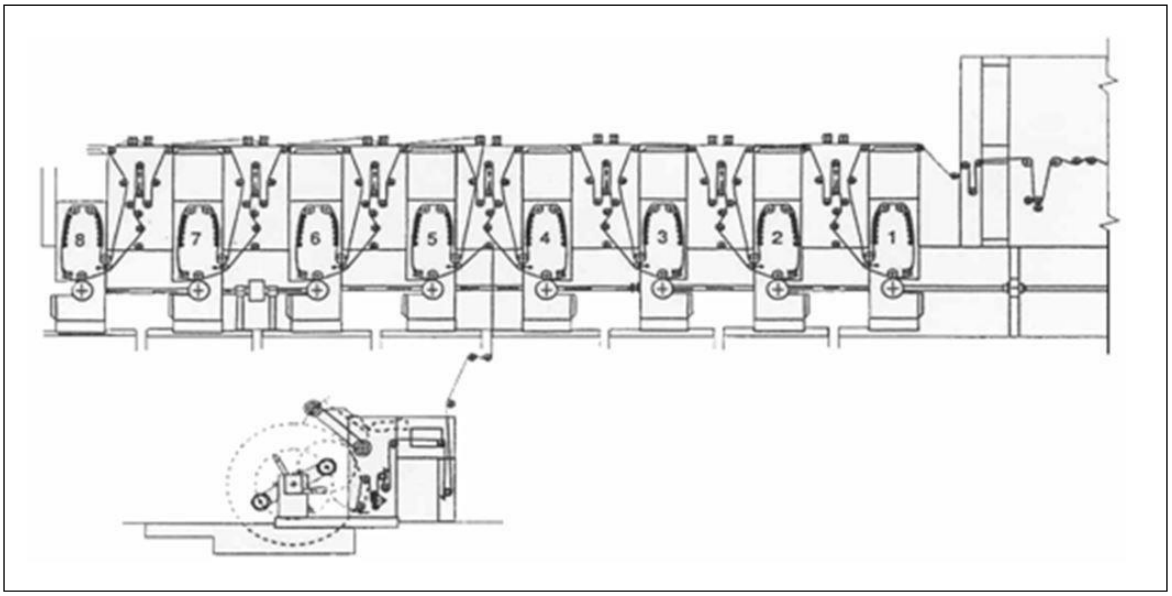
[15, CITEPA 2003] [38, TWG 2004] [148, COM 2009] [155, TWG 2016]

Rotogravür baskı makinelerinin yüksek hızı, kurutucularda renk değişimleri arasında hızlı kuruyan mürekkeplerin kullanılmasını gerektirir. Bu nedenle, rotogravürde mürekkeplerin viskozitesi düşüktür ve neredeyse tamamı solvent bazlıdır. Yayın baskı mürekkepleri, mürekkep fabrikasından çıkarken %25-55 oranında toluen içerir. Uygun toluen konsantrasyonunu elde etmek için baskı tesisinde toluen ile seyreltme yapılır: kullanıma hazır mürekkep %70-80 toluen içerir. Kurutma bölümlerinde solventler ısı ve hava ile buharlaştırılır; her baskı ünitesinin üstte bir kurutucu ile donatıldığını gösteren Şekil 13.1'e bakınız [38, TWG 2004].

Bir tesis, baskı ünitelerinde mürekkep transferi için elektrostatik yardımın (ESA) uygulandığını bildirmiştir. Baskı silindiri ile rotogravür baskı silindiri (mürekkep transferinin gerçekleştiği) arasındaki kıstırma bölgesinde bir elektrik alanı üretilir. Bu tekniğin başlıca şu faydaları vardır: özellikle daha ucuz malzeme üzerindeki baskı kalitesinde iyileştirmeler, daha az atık, yüksek baskı basınçlarına olan ihtiyaçta azalma, daha hızlı baskı hızları, baskı silindirlerinde ısı oluşumunda azalma ve bunun sonucunda silindir ömründe artış [Tesis # 030 [155, TWG 2016]].

Mürekkeplerin toluen içeriğinin çoğu kurutucuda buharlaşır ve solvent geri kazanım sistemine yönlendirilir. Geri kazanım, birkaç aktif karbon ünitesi üzerinde adsorpsiyon (örneğin 70 dakika), sıcak buhar geçirilerek toluenin desorpsiyonu (~ 45 dakika) ve çıkarılan hava ile karbon kurutma (1-7 dakika) yoluyla gerçekleştirilir. Sıcak buhar, avantajlı bir şekilde ısı değişimi ile soğutulur ve toluen - sudan daha hafif olduğu için - yerçekimiyle ayırma sisteminde ayrılabilir [148, COM 2009].

Avrupa'daki yayın rotogravür baskısı endüstrisindeki tüm tesisler, buharlaşan tolueni geri kazanmak için aktif karbon adsorbe edicilerle donatılmıştır [15, CITEPA 2003]. Baskı makinelerinin normalde etrafı kapatılır. Geri kazanılan toluen, mürekkebi seyreltmek için sahada yeniden kullanılır veya mürekkep tedarikçisine satılır.



Şekil 13.1: 4+4 renkli yayın rotogravür baskı makinesi

Baskı mürekkebi

[149, ERA 2016]

Basılı ürünlerde iz olarak bir miktar toluen kaybolur. Bu miktar son yıllarda önemli ölçüde azalmıştır. Bu, esas olarak, mürekkep bileşiminin değiştirilmesiyle elde edilmiştir. Basılan mürekkebin yüzeyinin katılaşması biraz daha fazla zaman alır. Bu kısa sürede (yaklaşık 10 milisaniye), baskı ünitesindeki ilave toluen buharlaşır ve geri kazanım sistemi tarafından yakalanır. Basılı malzemei üretim sahasından ayrıldığında, toluen izleri her durumda %0.04'ten daha düşüktür. Sonuç olarak, yakındaki hassas alanlarda havadaki toluen konsantrasyonu, 260 µg/m^3 havanın çok altındadır. 260 µg/m^{3}değeri, WHO tarafından özel konutlar için kabul edilen maksimum sınırdır. İşyerinde ve zaten yüksek bir güvenlik marjı dahil olmak üzere, izin verilen maksimum konsantrasyon, 8 saatlik bir çalışma gününde ortalama olarak 190 mg/m^3'tür.

Rotogravür baskı mürekkeplerindeki pigmentler sentetik olup, çoğunlukla petrokimya bazlıdır. Mürekkep sağlayıcıları (Avrupa Matbaa Mürekkebi Üreticileri Birliği), içerik olarak toksik ve diğer çok zararlı malzemeleri yasaklayan bir 'Baskı Mürekkebi ve İlgili Ürünler için Yasaklı Listesi' oluşturmuştur. Rotogravür mürekkeplerinin reçineleri, örneğin kolofan reçine, kauçuk reçinesi, çam sakızı reçinesi gibi doğal malzemelere yaklaşık %80 oranında dayanmaktadır. Sonuncusu, kağıt endüstrisindeki kimyasal kağıt hamuru üretiminin bir yan ürünüdür.

Kağıt

[149, ERA 2016]

Yıllar önce, yüksek kaliteli yayın rotogravür ürünlerinin geri dönüştürülmüş lifler içeren kağıda basılabilmesi imkansız görünüyordu. Kağıt üretim endüstrisindeki son gelişmeler bu durumu değiştirmiş ve yüksek kaliteli ürünlerin üretilmesine ve müşterilerin taleplerinin karşılanmasına olanak tanımıştır.

Aynı zamanda, optik özelliklerini kaybetmeden kağıt temel ağırlığını (gramajını) azaltmak mümkün olmuştur. Avrupa'da basılı malzeme için geri dönüşüm oranı %55'tir (2005): Avrupa dışında geri dönüştürülerek kazanılmış Avrupa kağıdı dahil edilirse, bu oran %63'e ulaşmaktadır (2005).

Temizleme

Silindirler, mürekkeple aynı solvent ile otomatik veya manuel olarak temizlenir. İşin tekrarlanması bekleniyorsa silindirler saklanabilir; aksi takdirde oyulmuş bakır/krom tabakası yenisiyle değiştirilerek bir sonraki baskı işine hazır hale getirilirler [38, TWG 2004].

Son İşlemler

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 998]

Baskı son işlemleri, baskı şirketlerinin kendileri ve ayrıca bir dizi uzman, bağımsız tesis (tamamen baskı son işlemler tesisleri) tarafından sağlanmaktadır.

En önemli baskı son işlemleri aşağıdakilerin işlenmesini içerir:

- katlama, toplama, dikme, ciltleme ve keserek düzeltme yoluyla kitaplar;
- katlama, bir araya getirme, tutkalla yapıştırma ve Amerikan ciltleme yoluyla dergiler, broşürler, kataloglar ve basılı reklam ürünleri (örneğin broşürler, örnek kartlar, vb.);
- katlama, delme, kabartma, tutkalla yapıştırma ve laminasyon yoluyla diğer basılı malzemeler, basılı kağıtlar veya kartonlar (örn. formlar, etiketler, ambalajlar, takvimler).

Bu adımların her biri kesme ve dizmeyi içerecektir. Bu mekanik işlemler ve ayrıca katlama, ciltleme ve zımbalama işlemleri çözücüler kullanmaz ve bu nedenle bu belgede daha fazla açıklanmamıştır. Bununla birlikte, tutkalla yapıştırma ve laminasyon gibi işlemlerde bazen solvent bazlı ürünler kullanılır ve bu nedenle bunlar daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Laminasyon

Geleneksel olarak laminasyon çoğunlukla solvent bazlı sistemlerle yapılırken burada yapışkan kaplı film, baskılı yüzeye preslenmeden önce solventi uzaklaştırmak için bir fırından geçirilirdi. Genellikle etanol ve etil asetat gibi solventler içeren epoksi türünden veya üretan türünden iki bileşenli yapıştırıcılar da kullanılmaktadır. Bu prosesten kaynaklanan emisyonlar önemlidir. Bazı yerlerde, buharlar oksitleyiciye yönlendirilir veya yeniden kullanım için geri kazanılır. Su bazlı ve solventsiz yapıştırıcılar veya UV ile kürlenen laminasyon yapıştırıcıları da uygulanmaktadır [38, TWG 2004].

Yapıştırıcı kullanarak ciltleme (tutkalla yapıştırma)

Tukalla yapıştırma, ciltleme ve baskı son işlemlerindeki birçok çalışma prosesinin bir parçasıdır. Kitap bloğunun işlenmesi ve örneğin, sert kitap kapaklarının üretimi için, Amerikan ciltleme, hem kitaplar hem de çok sayfalı broşürler için en sık kullanılan ciltleme tekniğidir. Amerikan ciltleme genellikle 'mükemmel ciltleme' olarak adlandırılır.

Kullanılan yapıştırıcı doğal ürünlere dayalı olabilir veya sentetik olabilir. İkincisi dispersiyon, ısıyla eriyen veya poliüretan olabilir. Doğal ürünler esas olarak nişastalı yapıştırıcılar, dekstrinler ve hayvansal yapıştırıcılardan oluşur.

Geleneksel olarak, kullanılan yapıştırıcıların çoğu su bazlı veya ısıyla eriyen yapıştırıcılardır ve bazıları ise solvent bazlıdır.

Vernikleme

'Kaplama', 'vernikleme' ve 'üst baskı', koruma veya dekorasyon için basılı yüzeye yayılan kaplamanın eş anlamlılarıdır. Üst baskı verniği, pigment içermeyen renksiz, şeffaf bir mürekkeptir. Vernikler buharlaşma, oksidasyon veya UV kürleme yoluyla kurur ve vernikler baskı makinesinde veya ayrı bir makinede sıralı olarak uygulanabilir [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [38, TWG 2004].

13.3 Yayın rotogravür baskısında mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

13.3.1 Kütle dengeleri

[7, Almanya 2003] [78, TWG 2005] [148, COM 2009] [155, TWG 2016]

1999 yılında, Almanya'daki yayın rotogravür baskı tesisleri arasında yapılan bir envanter çalışması sonuçları rapor edilmiştir. Bu envanterin sonuçlarından biri, farklı tesislerin farklı birimlerinden alınan performans verilerinin karşılaştırılmış ve yasal gereklilikleri, özellikle de o sırada geçerli olan Solvent Emisyonları Direktifi'nin (SED) gerekliliklerini karşılayabilecek sanal bir tesisi simüle etmek için kullanılmış olmasıdır. Bu bölümde, iyi uygulama uygulamaları kullan bir tesis için (envanterden seçilen) bir kütle dengesi rapor edilmekte, ardından sanal tesise yönelik veriler sunulmakta ve son veri toplama çalışmasından elde edilen verilerle tamamlanmaktadır [155, TWG 2016].

İyi uygulamaları kullanan tesis

Bu bölümde, bu envanterden seçilen ve iyi uygulamaları kullanan bir tesise ait veriler, sanal tesisin kütle dengeleri ile birlikte rapor edilmektedir. İyi uygulamaları kullanan tesis, toplamda 40 mürekkep ünitesi içeren beş baskı makinesine sahip modern bir yayın tesisidir. Ürünler ağırlıklı olarak her ikisi de yüksek kalitede olması gereken dergiler ve kataloglardır. İyi uygulamaları kullanan bu tesisinin işletme verileri Tablo 13.2'de gösterilmiştir.

Tablo 13.2: İyi uygulamaları kullanan bir yayın rotogravür baskı tesisinin kütle dengesi

Girdi	Miktar	Birim	Açıklamalar	Çıktı	Miktar	Birim	Açıklamalar
Malzeme				*Ürünler*			
Ön ürünler	3 100	t/yıl		Ön ürünler	86 367	t/yıl	Kağıt ve mürekkep
				Atık			
Baskı alt tabakası	91 300	t/yıl		Alt tabaka/baskı hataları	8 005	t/yıl	
Baskı mürekkepleri	2 210	t/yıl	Vernik dahil	Mürekkep/vernik kalıntıları	15,7	t/yıl	Tehlikeli
Su: bunun içinde	158 150	m^3/yıl	Kuyu suyu	Çamur	7,5	t/yıl	Tehlikeli
	123 100	m^3/yıl	Soğutma				
	9 000	m^3/yıl	Silindirin hazırlanması	Aktif karbon	2,6	t/yıl	Adsorplayıcıl ardan
	6 500	m^3/yıl	Isıtma	*Atık su*			
Bezler	600 125	Temizlenen ürünler/yıl	Yeniden kullanılabilir bezler	Kanalizasyona	33 200	m^3/yıl	Elektro-verniklemeden 2 418 m^3/yıl
Enerji				*Atık gaz*			
Toplam enerji	67 509	MWh/yıl		Arıtılmış gazdaki VOC'ler	7,2	t/yıl	Ortalama 35 mg C/m^3
Gaz enerjisi	44 051	MWh/yıl		Yakma tesisinden NO_X	7,6	t/yıl	Doğal gaz yanması
Elektrik enerjisi	24 011	MWh/yıl		Yakma tesisinden CO	0,2	t/yıl	Doğal gaz yanması
				Kaçak			
				Kaçak VOC'ler	365	t/yıl	

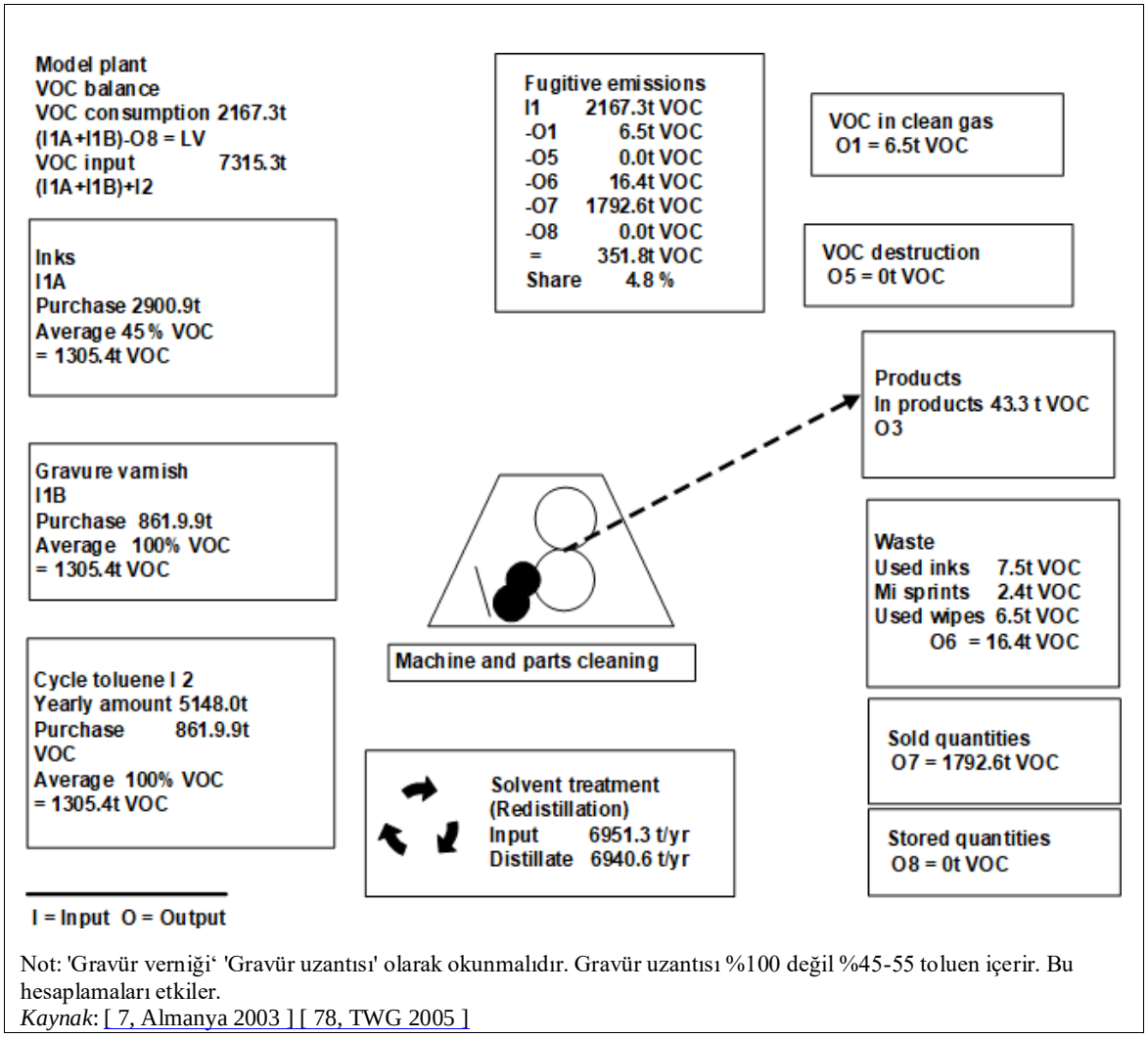
Kaynak: [7, Almanya 2003][38, TWG 2004]

Sanal tesis

Sanal tesis, yukarıda açıklandığı gibi, var olan bir tesis değildir, ancak mevcut farklı tesislerin iyi performans gösteren birimlerden oluşmaktadır. Endüstri dalı için tipik olan emisyon faktörleri kullanılarak sanal tesisin VOC dengesi

aşağıdaki Şekil 13.2'de gösterilen sonuçları vermektedir. Mürekkepler satın alındığında %45 yerine ortalama %50-55 toluen içerir (gravür vernik %45-55 VOC içerir). Ancak, seyreltmeden sonra rakamlar yaklaşık olarak dengelendiği için hesaplamaları etkilemez.

'Temiz gaz'daki VOC'ler %99,9'luk bir geri kazanım verimliliğine tekabül eder ki bu, istisnaidir ve olağan iyi uygulamalardan çok daha yüksek olup teknik olarak elde edilmesi çok zordur ve büyük bir enerji talebi yaratabilir. Ortalama hava akışı 19 000 Nm^3/saat'tir ve bu pratikte olağan dışıdır; 100.000 m^3/saat çok daha olasıdır [38, TWG 2004].



Not: 'Gravür verniği' 'Gravür uzantısı' olarak okunmalıdır. Gravür uzantısı %100 değil %45-55 toluen içerir. Bu hesaplamaları etkiler.
Kaynak: [7, Almanya 2003] [78, TWG 2005]

Şekil 13.2: Bir sanal yayın rotogravür baskı tesisinin VOC dengesi

Bu kütle dengesi, teoride, aşağıdaki azaltma önlemleri uygulanarak elde edilir:

- uygulanan baskı mürekkepleri, tutma mürekkeplerdir (aşağıdaki açıklamaya ve Bölüm 13.4.1.1'e bakınız);
- mürekkep kalıntılarının ve solvent bezlerinin toplanma yerlerinde hava ekstraksiyonu uygulanır;
- kalıcı kirleticilerin periyodik temizliği, solventler yerine kuru buz ile yapılır;
- toluen adsorberinin performansı sürekli olarak izlenir;
- toluen adsorberinden gelen kurutma havası, atık gaz yıkayıcıdan geçirilir.

'Tutma mürekkeplerinde', mürekkep yüzeyinde bir kabuk oluşumu, değiştirilmiş bir reçete ile geciktirilir. Bu şekilde, baskı mürekkebinde bulunan toluenin daha yüksek bir yüzdesi, doğrudan baskı tesisinin mürekkep kurutma ünitesine atılabilir [7, Almanya 2003].

Rotogravür gösterimindeki bazı temel VOC'ler Tablo 13.3'te gösterilmektedir. Bu tablodan, satın alınan her bir ton mürekkep için 1,86 ton toluenin (kısmen geri kazanılmış ve kısmen yeni) kullanıldığı hesaplanabilir. İki tesisten elde edilen veriler, satın alınan her bir mürekkep tonu için sırasıyla 1,96 ton ve 1,48 tonluk spesifik bir toluen girdisi göstermektedir (bk. Tablo 13.4). Bununla birlikte, bunun toluenin katılara oranını ifade edip etmediği net değildir; bu, toluen girdisini mürekkep girdisiyle karşılaştırmak için tek doğru temeldir [38, TWG 2004].

Tablo 13.3: Yayın rotogravür baskısında VOC'ler

Madde	20 °C'de buhar basıncı (kPa)	Özgül girdi (satın alınanın mürekkep girdisinin ağırlıkça %'si)	Kullanım
Toluen	2,9	54,7	Mürekkep ve gravür vernikte solvent
		100	Baskı işleminde tiner
		2,5-7,5 ([1])	Temizlik maddesi ([2])
Etanol	5,9	< 1	Silindir düzeltmesi için sikatif
Terebentin yerine	0,04	< 1	Silindir düzeltmesi için temizlik maddesi .
Aseton	24,0	< 1	Silindir düzeltmesi için temizlik maddesi
Kaynak: [7, Almanya 2003], ([1]) [78, TWG 2005], ([2]) [38, TWG 2004]			

Tablo 13.4: Flanders, Belçika'daki iki tesisin özgül toluen girdisi

Tesis numarası	Satın alınan mürekkep girdisi (t/yıl)	Toplam toluen girdisi (yeni ve geri kazanılmış) (t/yıl)	Özgül toluen girişi (satın alınan mürekkep girdisinin ağırlıkça %'si)
Tesis 1	1 312	2 571	196
Tesis 2	1 475	2 179	148
Kaynak: [13, Aminal ve diğ. 2002]			

Toplanan verilerden [155, TWG 2016] elde edilen daha yeni veriler, ya satın alınan mürekkepler ve verniklerle ya da satın alınan mürekkep ve verniklerin katı kütle içeriğiyle ilişkili olarak ifade edilen, önemli ölçüde daha yüksek toluen girdisi seviyelerini göstermektedir (bk. Tablo 13.5).

Tablo 13.5: Özgül toluen girdisi verileri

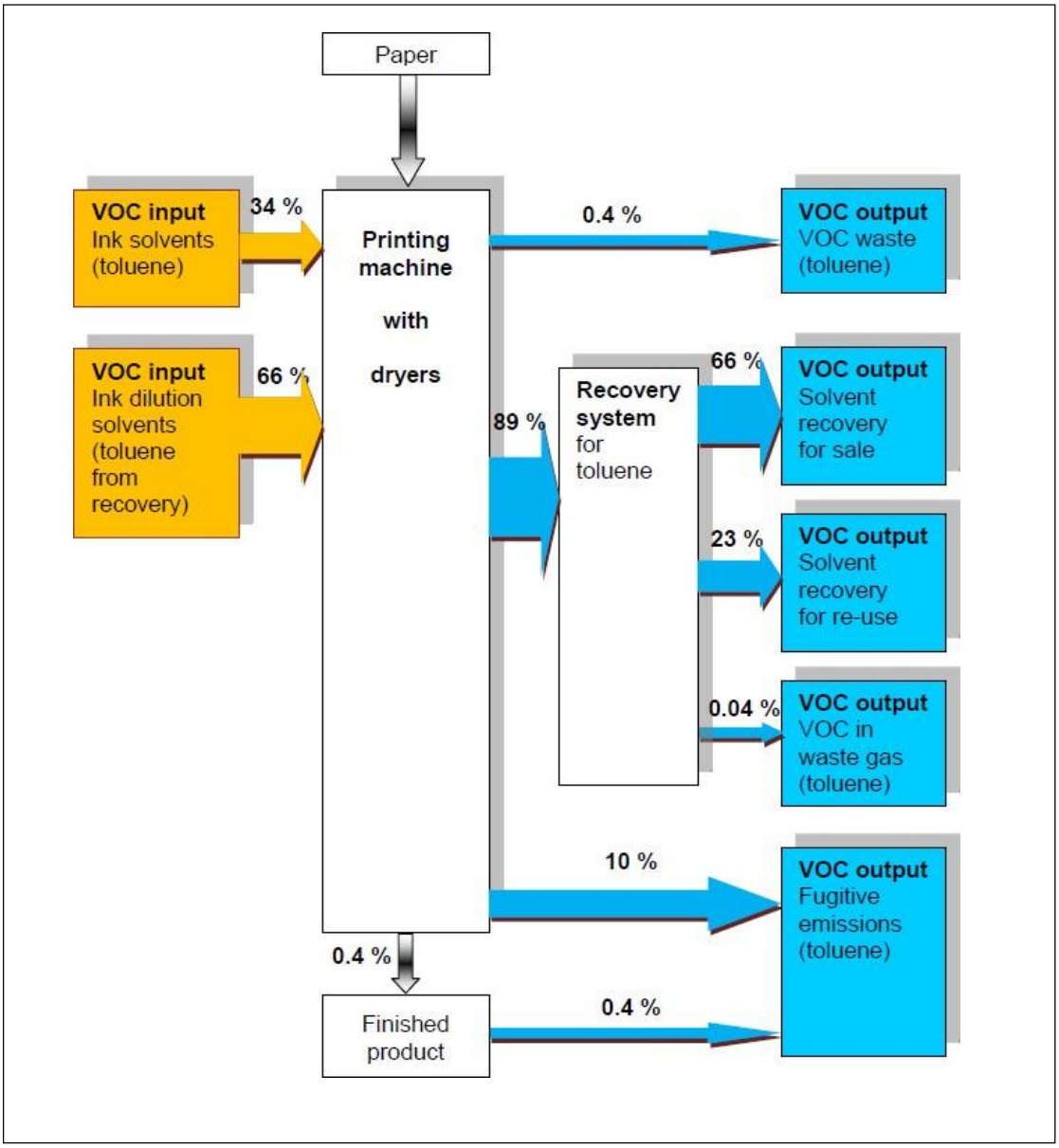
Tesis	Satın alınan mürekkep ve verniklere (t/yıl) göre özgül toluen girdisi (yeni ve geri kazanılmış) (t/yıl)			Satın alınan mürekkeplerin ve verniklerin (t/yıl) katı kütle içeriğine göre özgül toluen girdisi (yeni ve geri kazanılmış) (t/yıl)		
Yıl	2015	2014	2013	2015	2014	2013
1	2,68	2,74	2,65	5,88	6,04	5,75
2	2,49	2,68	2,89	-	-	-
3	2,25	2,24	2,26	5,74	5,35	5,28
Kaynak: [155, TWG 2016]						

Flanders'ta (Belçika) bulunan toplam beş baskı makineli iki rotogravür baskı tesisinin toluen dengeleri Tablo 13.6'da gösterilmektedir. Kaçak toluen emisyonları solvent (toluen) girdisinin sırasıyla %10 ve %6'sı kadardır. Tesis 2'nin atıklarında sıfır toluen elde etme tekniği tanımlanmamıştır [38, TWG 2004].

Tablo 13.6: İki rotogravür baskı tesisinin toluen dengeleri

Parametre	Tesis 1	Tesis 2	Birim
Toplam toluen tüketimi (yeni ve geri kazanılmış)	2 571	2 179	t/yıl
Atıktaki toluen	11	0	t/yıl
Katı üründeki toluen	10	10	t/yıl
Yerinde geri kazanılan ve tekrar kullanılan toluen	1 694	1 428	t/yıl
Geri kazanılan ve satılan toluen	599	613	t/yıl
Emisyonlar			
İşleme sonrası toluen emisyonları	1,1	4	t/yıl
Kaçak toluen emisyonları ([1])	265	133	t/yıl
Toplam toluen emisyonu	266,1 (%10)	137 (%6)	t/yıl (tüketimin % 'si)
([1]) Satılan ürüne 10 ton toluen dahildir. *Kaynak*: [13, Aminal ve diğ. 2002]			

Şekil 13.3'te, ilgili ana solvent girdileri ve VOC çıkışları gösterilmektedir. Oklar, VOC miktarının ilişkisini göstermektedir [148, COM 2009].



Şekil 13.3: Bir yayın rotogravür baskı tesisi için ana solvent girdileri ve VOC çıktıları

Dört yayın rotogravür baskı tesisinden elde edilen veriler, veri toplama çerçevesinde sunulmuştur [155, TWG 2016].

13.3.2 Tüketim

[7, Almanya 2003] [155, TWG 2016]

13.3.2.1 Baskı mürekkepleri

Avrupa yayın rotogravür baskı endüstrisi yılda 180 000 ton mürekkep kullanmaktadır (2006 verileri). Bu, 30 kt pigment, 50 kt reçine ve 100 kt toluenden oluşmaktadır [149, ERA 2016].

Yayın rotogravür baskısında kullanılan tüm mürekkepler toluen bazlıdır. Tablo 13.7, yayın rotogravür baskısı için ortalama bir temel formülü göstermektedir. Baskı tesisinde bu tip formüllerin mürekkepleri kullanılmadan önce önemli ölçüde inceltilir. Baskıya hazır mürekkebin toluen konsantrasyonu ağırlıkça %70-80 aralığındadır.

Tablo 13.7: Satın alınan yayın rotogravür mürekkebinin ortalama temel formülü

Bileşen	İçerik	Konsantrasyon (ağırlıkça %)
Bağlayıcı madde:		
- Solvent bileşeni	Toluen	50-60
- Bağlayıcı madde bileşeni	örneğin fenol reçineleri, hidrokarbon reçineleri, etil selüloz	30-40
Renklendiriciler	Organik ve inorganik pigmentler	8-20
Renk yardımcı maddeleri	örneğin vakslar, dağıtıcılar, köpük önleyiciler	1-4
Kaynak: [7, Almanya 2003]		

Yayın rotogravür mürekkeplerinin solvent içeriği hakkında rapor edilen veriler, %54 ila %61 arasında bir değişiklik göstermektedir [155, TWG 2016].

Veri toplama çalışmasına katılan yayın rotogravür baskı tesislerinde kullanılan mürekkep miktarı 1 milyon kg ile 2,8 milyon kg arasında değişmektedir. Satın alınan mürekkep malzemelerindeki solvent içeriği ve yeniden kullanılan solvent miktarları Tablo 13.8'de sunulmuştur.

Tablo 13.8: Yayın rotogravür baskı tesislerinden alınan mürekkep tüketimi ve solvent girdisi verileri

Tesis	Satın alınan mürekkeplerdeki solvent içeriği (%)	Solvent girdisi olarak geri kazanılan ve yeniden kullanılan solvent miktarı (satın alınan mürekkeplerin %'si)
1	54,3	215
2	51,9	217
3	58,7	166
Kaynak: [155, TWG 2016]		

Alt tabakanın solvent tüketimi için rapor edilen sayısal değerler, 70 kg/t ila 92 kg/t arasında değişiklik gösterirken, milyon m^2 alt tabaka başına ortalama solvent tüketimi 2,1 kg ila 4,8 kg arasında değişmektedir [155, TWG 2016].

Su bazlı mürekkepler deney konusu olmuştur. Önemli bir sorun, mevcut kağıt geri dönüşüm prosesleriyle kağıdın mürekkebinden arındırılmasının mümkün olmamasıdır. Bu, daha düşük baskı hızları, geniş web genişlikleri ve çapraz ortam etkilerine yönelik baskı sorunları ile birlikte kullanımlarının kesilmesine yol açmıştır [1, INTERGRAF and EGF 1999] [38, TWG 2004].

Yayın rotogravür mürekkeplerinin başarılı bir şekilde geliştirilmesi, 'tutma mürekkepleri' olarak bilinen yeni nesil toluen bazlı mürekkepleri ortaya çıkarmıştır (bk. Bölüm 13.4.1.1). Formülasyonları, toluenin kurutucularda daha verimli bir şekilde buharlaşmasını sağlayacak şekilde değiştirilmiştir. Baskıya hazır olduklarında yaklaşık %5 daha fazla toluen içermelerine rağmen daha az kaçak emisyona yol açabilirler. Bu yeni mürekkepler birkaç üretici tarafından dağıtılmaktadır [7, Almanya 2003] [14, Aminal ve diğ. 2002] [15, CITEPA 2003].

13.3.2.2 Temizlik maddeleri

Yayın rotogravür baskısında kullanılan tüm mürekkepler toluen bazlıdır. Kuruduktan sonra toluen içinde yeniden çözünürler ve bu nedenle temizlik maddesi olarak kullanılırlar. Ancak kullanılan temizlik maddelerinin miktarına ilişkin veriler mevcut değildir; sadece Tablo 13.3'teki nispi değer, satın alınan her bir ton mürekkep için, temizlik amacıyla ağırlıkça %2.5-7.5 toluenin kullanıldığını göstermektedir [78, TWG 2005].

VOC içermeyen sistemler (kuru buz) ayrıca düzenli makine temizliği için de uygulanmaktadır [155, TWG 2016].

13.3.2.3 Enerji

[155, TWG 2016]

Özgül enerji tüketimi için rapor edilen değerler, alt tabakanın tonu başına 0,4 MWh ile 0,75 MWh arasında veya basılı alanın milyon m^2'si başına 10 MWh ile 30 MWh arasında değişiklik göstermektedir.

Toluen geri kazanım sistemi (lokal ekstraksiyon, buhar üretimi, soğutma suyunun pompalanması), tesisin toplam enerji tüketiminin önemli bir kısmını (bazı durumlarda yarıya yakın) temsil etmektedir.

Genel tekniklerin (enerji tasarruflu aydınlatma, basınç seviyesinin optimizasyonu) yanı sıra sektör için belirlenen ana enerji tasarrufu teknikleri aşağıdaki gibidir:

- toluen geri kazanım tesisi, klima, toz emme hatları, düzeltme hattı dahil havalandırma sistemlerinde ısı değişimi;
- boşta çalışma veya bakım sırasında azaltılmış havalandırma;
- ısıtılmış sıvıların olduğu tankların ve fıçıların ısı yalıtımı (toluen geri kazanım tesisi adsorbe edicileri, sıcak su deposu);
- değişken frekanslı tahrikli toluen geri kazanım tesisi;
- toluen geri kazanım tesisinden ısı geri kazanımı;
- kurutma proseslerinden hava ekstraksiyonu ve enerji geri kazanımı;

Genel olarak baskı sektörü için olası enerji verimliliği seçenekleri hakkında daha fazla bilgi EMPSI proje web sayfasında bulunabilir [40].

[40] EMPSI: Baskı endüstrisinde enerji yönetimi standardizasyonu, http://www.emspi.eu/index.html

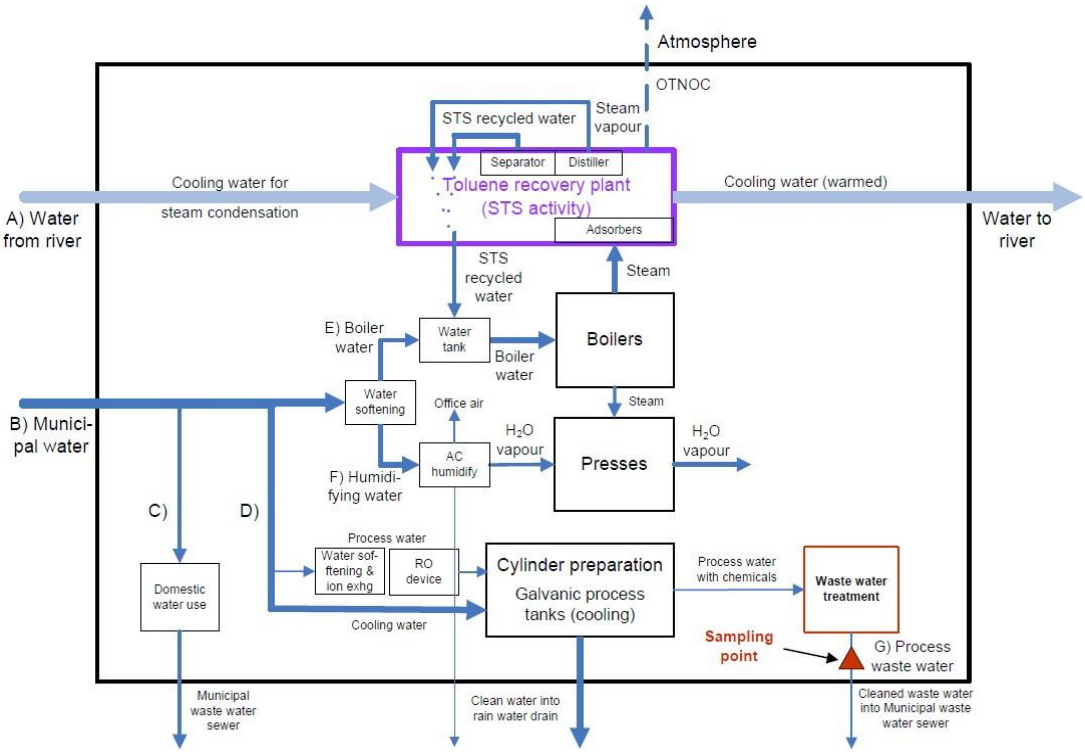
13.3.2.4 Su

[155, TWG 2016]

Toluen geri kazanım prosesi, geri kazanılan toluen kg'ı başına yaklaşık 2-8 kg buhar kullanır. 'Normal' dört baskı makineli bir tesiste yılda yaklaşık 7.000 ton toluen geri kazanıldığında, yaklaşık 20 000 ila 30 000 ton su gereklidir. Normalde bu su, soğutma amacıyla yeniden kullanılır veya yeni geri kazanım tesislerinde yeni buhar kazanları ile birlikte toluen geri kazanımı için tekrar buhar olarak kullanılır. Soğutma suyu olarak yaklaşık %30-50 oranında su tasarrufu sağlanabilir. Yoğuşan buharın tekrar kazan suyu olarak kullanıldığı durumlarda tasarruf %100'e kadar çıkmaktadır [1, INTERGRAF ve EGF 1999] [13, Aminal ve diğ. 2002].

İki tesis şu özgül su tüketim değerlerini bildirmiştir: ürünün 1.146 m^3/t'si ve ürünün 10.15 ml/m^2'si. Uygun işlemeden (sedimantasyon, filtrasyon, iyon değişimi) sonra silindir hazırlama bölümü için suyun yeniden kullanıldığı da rapor edilmiştir [155, TWG 2016].

Su giriş ve çıkışının tipik bir dağılımı Şekil 13.4'teki şemada gösterilmektedir.



Kaynak: Tesis #030 [155, TWG 2016]

Şekil 13.4: Bir yayın rotogravür tesisinde su kullanımının şeması

13.3.2.5 Baskı alt tabakaları ve diğerleri

İki veya üç baskı ünitesine sahip tesisler için yıllık baskı alt tabakası tüketimine ilişkin rapor edilen veriler, 40 000 tondan 90 000 tona kadar bir aralığı göstermektedir [155, TWG 2016].

Kağıt alt tabaka kullanımı için rapor edilen değerler, her kg solvent için 50 kg'dan 70 kg'a kadar veya her kg mürekkep için 25 kg'dan 40 kg'a kadar bir değişiklik göstermektedir[155, TWG 2016].

13.3.3 Emisyonlar

Günümüzdeki tüm yayın rotogravür baskı tesislerinde toluen geri kazanım tesisleri bulunmaktadır. Toluen geri kazanımına rağmen, toluen girdisinin bir kısmı hala salınmaktadır.

VOC emisyonlarının ana kaynakları şunlardır:

- baskı prosesi ve temizleme işlemleri;
- solvent geri kazanım sistemi;
- basılan ürün.

Toluenin (CAS numarası 108-88-3) bazı tehlikeli riskleri vardır, özellikle üreme için toksik olduğundan şüphelenilmektedir (Üreme toksisitesi, Kategori 2; H361d[41]). Toluen, Topluluk Hareket Eylem Planına dahil edilmiştir (CoRAP, 2018 verisi [42]).

Havaya salınan toluen emisyonlarını en aza indirmek için çeşitli teknikler tanımlanmıştır:

- mürekkeplerin doğrudan borulu hale getirilmesi;
- toluen kalıntısının boşaltılan sudan geri kazanılması için toluen geri kazanımında kapalı döngü damıtıcı sisteminin kurulması;
- tutma mürekkeplerinin kullanımı;
- tüm potansiyel toluen salan şu faaliyetlerin/proseslerin toluen geri kazanım sistemine bağlantı sağlanması: baskı üniteleri, toluen yıkama makineleri, kurutucular, tüm ünitelerdeki baskı odası havası.

Ayrıca baskı makinesinden, kurutuculardan ve baskı odasından sürekli hava ekstraksiyonu yaygın olarak uygulanmaktadır [155, TWG 2016].

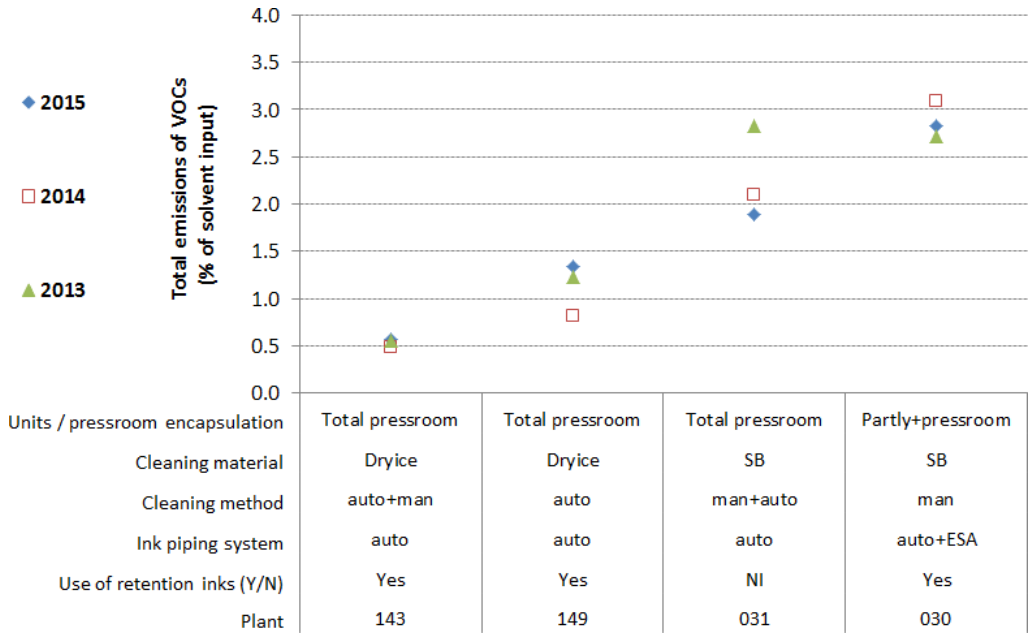
13.3.3.1 VOC'lerin toplam emisyonları

[155, TWG 2016]

Solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları için rapor edilen değerler Şekil 13.5'te sunulmaktadır.

[41] Bk. https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/30426

[42] Bk. https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/evaluation/community-rolling-action-plan/corap-table/-/dislist/details/0b0236e1807e45ba



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 13.5: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları

Bu bölümde kullanılan kısaltmalar Tablo 13.9'da açıklanmıştır.

Tablo 13.9: Bu bölümde kullanılan kısaltmalar

Proses	Kısaltma	İlave Bilgiler
Ünitenin(lerin)/ baskı odasının etrafının çevrilmesi	Tüm baskı odası	Basınçlı baskı odası ve toluen geri kazanım ünitesinde sonraki işleme ile hava ekstrasiyonu
	Kısmen+baskı odası	Baskı ünitelerinden lokal ekstraksiyon ve ve toluen geri kazanım ünitesinde sonraki işleme ile oda havalandırması
Temizlik malzemesi	Kuru buz	Kuru buz topakları ile püskürtme yoluyla kurumuş boya veya mürekkebin çıkarılması
	SB	Solvent bazlı temizlik maddelerinin kullanımı
Mürekkep boruları	Oto	Konteynerlerden mürekkebin otomatik olarak borulu hale getirilmesi
	ESA	Elektrostatik yardım
Tutma mürekkeplerinin kullanımı	Evet/Hayır	Tutma mürekkepleri, film oluşumunu yavaşlatan ve toluenin daha uzun bir süre boyunca buharlaşmasına izin veren değiştirilmiş bir formülasyona sahiptir. Tutma mürekkeplerinin kullanılması, kaçak emisyonları solvent girdisinin %1'i oranında azaltabilir .

Toplam VOC emisyonları için rapor edilen değerler ve verileri sunan yayın rotogravür tesislerinin yerleşimi ve işletimi hakkında bağlamsal bilgiler Tablo 13.10'da sunulmaktadır.

Tablo 13.10: Toplam VOC emisyonlarının rapor edilen değerleri ve yayın rotogravür tesislerinden alınan bağlamsal bilgiler

Tesis	Tutma Mürekkeplerinin Kullanımı Evet/Hayır/Bilgi yok)	Mevcut yerleşimin başladığı yıl	Ünitenin(lerin)/ baskı odasının etrafının çevrilmesi	Mürekkebin borulu hale getirilmesi	Temizlik maddeleri	Baskı makinesi yıkama sistemi (baskı makinesi sayısı)	Toplam VOC emisyonları (solvent girdisinin yüzdesi)		
							2015	2014	2013
143	Evet	2000	Tüm baskı odası	Oto	Kuru buz	Oto (2) Manüel (1)	0,56	0,49	0,55
149	Evet	2009	Tüm baskı odası	Oto	Kuru buz	Oto	1,34	0,82	1,23
031	Bilgi yok	2006	Tüm baskı odası	Oto	SB	Manüel (1) Oto (1)	1,89	2,10	2,82
030	Evet	2000	Kısmen+ baskı odası	Oto + ESA	SB	Manüel	2,82	3,09	2,71

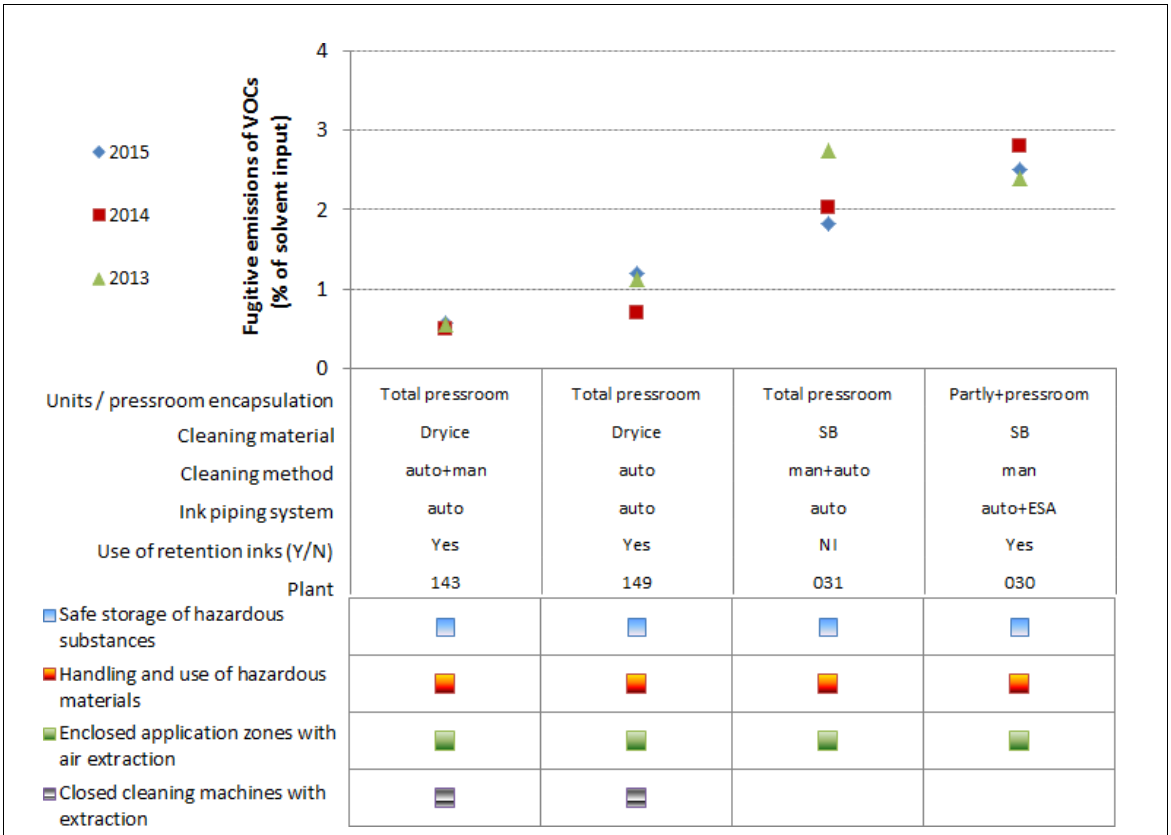
Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 13.5'te görülebileceği gibi, solvent girdisinin yüzdesi olarak toplam VOC emisyonları, her durumda %3'ün altındadır ve solvent bazlı olmayan temizlik maddeleri kullanıldığında %1'e yakın veya %1'den düşüktür.

13.3.3.2 VOC'lerin kaçak emisyonları

[155, TWG 2016]

2013-2015 referans dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen kaçak VOC emisyonlarına yönelik rapor edilen değerler Şekil 13.5'te sunulmaktadır.



Not: Bu tabloda kullanılan kısaltmaların anlamları Tablo 13.9'da verilmiştir.
Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 13.6: 2013-2015 dönemi için solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen VOC'lerin kaçak emisyonları

Toplam VOC emisyonları için rapor edilen değerler ve verileri sunan yayın rotogravür tesislerinin yerleşimi ve işletimi hakkında bağlamsal bilgiler Tablo 13.11'de sunulmaktadır.

Tablo 13.11: Kaçak VOC emisyonlarının rapor edilen değerleri ve yayın rotogravür tesislerinden alınan bağlamsal bilgiler

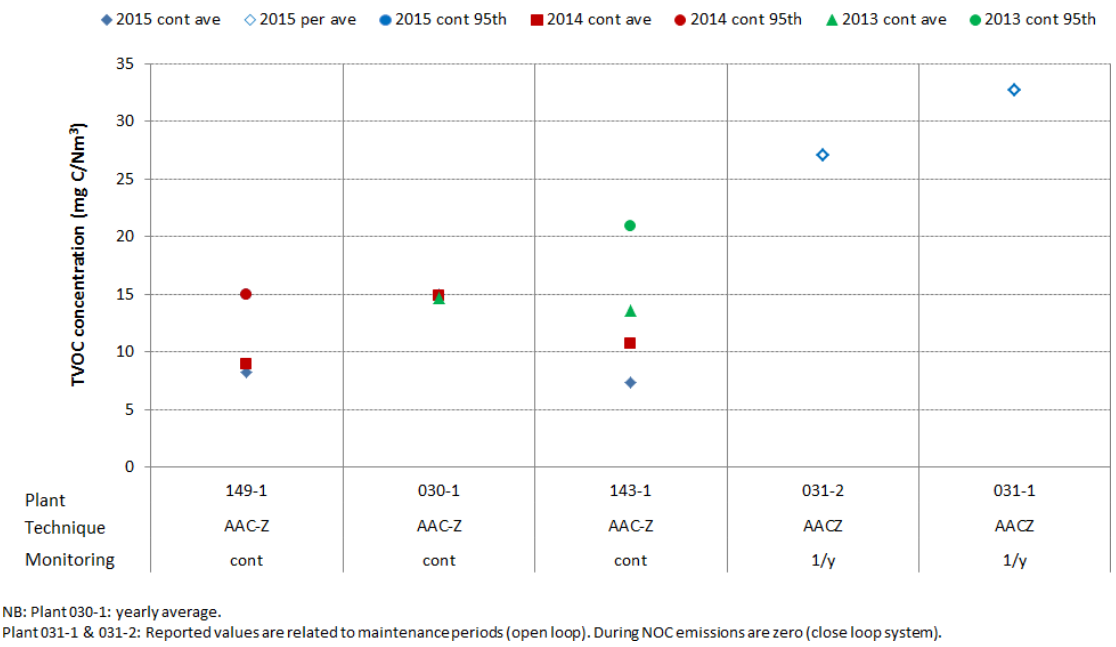
Tesis	Tutma mürekkeplerinin kullanımı (Evet/Hayır/Bilgi yok)	Mevcut yerleşimin başladığı yıl	Ünitenin(lerin)/ baskı odasının etrafının çevrilmesi	Mürekkebin borulu hale getirilmesi	Temizlik maddeleri	Baskı makinesi yıkama sistemi (baskı makinesi sayısı)	Kaçak VOC emisyonları (solvent girdisinin yüzdesi)		
							2015	2014	2013
143	Evet	2000	Tüm baskı odası	Oto	Kuru buz	Oto (2) Manüel (1)	0,56	0,49	0,55
149	Evet	2009	Tüm baskı odası	Oto	Kuru buz	Oto	1,19	0,7	1,12
031	NI	2006	Tüm baskı odası	Oto	SB	Manüel (1) Oto (1)	1,83	2,03	2,74
030	Evet	2000	Kısmen +baskı odası	Oto + ESA	SB	Manüel	2,5	2,8	2,4

Kaynak: [155, TWG 2016]

13.3.3.3 Atık gazlardaki emisyonlar

[155, TWG 2016]

Raporlama yapan tüm tesisler, merkezi toluen geri kazanım sistemlerini işletmekte ve üç tesiste, geri kazanım sisteminin çıkışında sürekli toluen izlemesi yapılmaktadır. Sonuçlar Şekil 13.7'de sunulmuştur.



NB: Plant 030-1: yearly average.
Plant 031-1 & 031-2: Reported values are related to maintenance periods (open loop). During NOC emissions are zero (close loop system).

Not:
1. Tesis #030 için sunulan değerler yıllık ortalamalardır.
2. Periyodik izlemenin yapıldığı Tesis #031, 4 saatlik bir örnekleme süresi ile yılda bir ölçüm çalışması gerçekleştirmektedir. Solvent geri kazanım sisteminin kapalı devre bir sistem olduğu ve sıfır emisyon stratejisi ile tasarlandığı da belirtilmektedir. Bildirilen değerler, sistem bir 'açık döngü' içinde çalıştığında bakım faaliyetlerini ifade etmektedir. Normal çalışma koşulu emisyona neden olmamaktadır.

Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 13.7: 2013-2015 dönemi için toluen geri kazanım ünitesinden kaynaklanan atık gazlardaki TVOC emisyonları

13.3.3.4 Atık üretimi

[155, TWG 2016]

Yayın rotogravür baskısında üretilen başlıca atık türleri Tablo 13.12'de sunulmaktadır.

Tablo 13.12: Yayın rotogravür baskı endüstrisinde üretilen başlıca atık türleri

Atık türü	Kaynak	Nihai gönderilen yer	VOC içeriği (%)	Miktar
Kağıt atığı	Üretim prosesleri	Saha dışında satılır	0-0,5	Kağıt girdinin %6-12'si
Atık toluen	Hava emisyonunun azaltılması	Tehlikeli atık olarak saha dışına çıkarılır	80-100	Toluen girdisinin % 0,1-0,2'si
Sulu toluen	Mürekkep tankının temizlenmesi	Tehlikeli atık olarak saha dışına çıkarılır	40-80	Toluen girdisinin %0,07-0,1'si
Atık mürekkep	Üretim prosesleri	Tehlikeli atık olarak saha dışına çıkarılır	20-85	Mürekkep girdisinin %0,1'inden küçük
Metalik bakır	Silindir hazırlığı – Bakır kaplama	Saha dışında satılır	0	Kağıt girdisinin 0,4 g/kg'ından küçük
Cr(VI) içeren katı atık	Silindirin hazırlanması	Tehlikeli atık olarak saha dışına çıkarılır	0	Kağıt girdisinin 50 g/kg'ından küçük
Krom giderici asit banyosu elektroliti	Üretim prosesleri	Cr iyonları ve %35 sülfürik asit içeren tehlikeli atık olarak saha dışına teslim edilir	0	Kağıt girdisinin 0.3 g/t'dan küçük
Atık su İşleme basınçlı çamur filtresi	Atık su (ön) işleme	Tehlikeli atık olarak saha dışına çıkarılır	0	Toluen girdisinin 0,02 kg/t'dan küçük
Baskı odalarından temizlik bezleri	Temizleme prosesleri	Tehlikeli atık olarak saha dışına çıkarılır	1	Kağıt girdisinin 0,05 g/t'dan küçük
Karton, kağıt makara sargıları	Üretim prosesleri	Tehlikeli olmayan atık olarak saha dışına çıkarılır	0	Kağıt girdisinin 4 g/t'dan küçük
Yağ ve yağlayıcılar	Bakım	Tehlikeli atık olarak saha dışına çıkarılır	0	2-4 ton/yıl kağıt girdisinin 0,04 g/kg'ından küçük
Ahşap	Teslimat malzemeleri	Saha dışında satılır	0	Kağıt girdisinin 0,4 g/kg'ından küçük
Hurda	Bakım	Saha dışında satılır	0	Kağıt girdisinin 0,33 g/kg'ından küçük
Kaynak: [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]				

Kağıt atığı

Basılı kağıt atığı çok küçük miktarlarda (%1) toluen kalıntısı içerir ve bu kalıntılar zamanla atmosfere salınır. Basılı kağıt atığı, toplam kağıt atığının yaklaşık %50'sidir. Tesise girilen toplam kağıt miktarı ile ilgili olarak atık kağıt, toplamın %6-12'sini temsil etmektedir.

Mürekkepler

Çoğu durumda iş, dört standart proses renkli mürekkeple yapılır ve çok az mürekkep karışımı gerçekleşir. Baskı makineleri vardiyalı çalışır ve mümkünse sadece hafta sonları ve resmi tatillerde durdurulur. Mürekkebin sadece küçük bir kısmı atık olur ve baskıdan kalanların yeniden kullanılması normal bir uygulamadır [1, INTERGRAF ve EGF 1999].

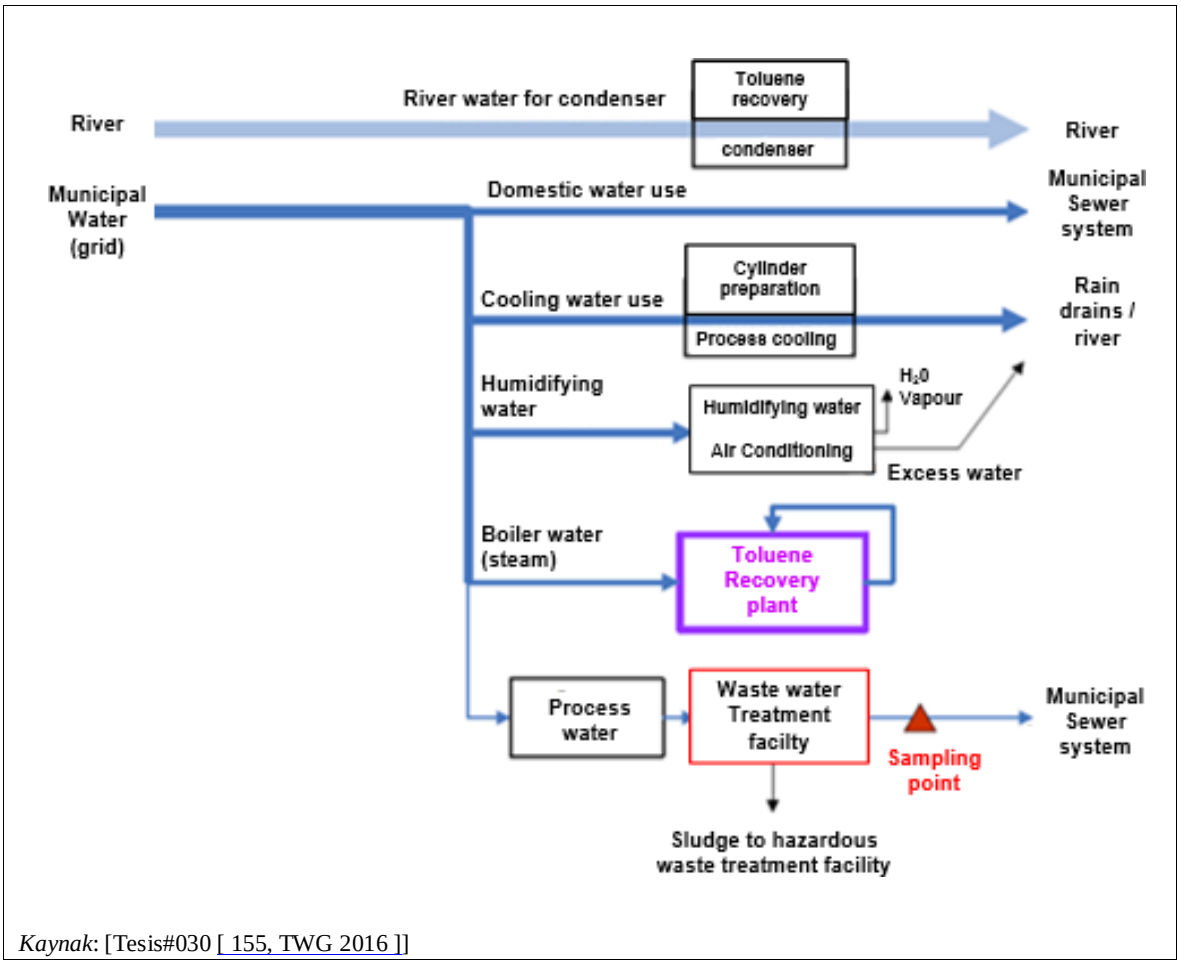
Kalan renkli mürekkep, siyah mürekkeple karıştırılarak yeniden kullanılabilir ve siyah mürekkepten tasarruf edilir. Tolueni geri kazanmak için atık mürekkep damıtılabilir. Atık mürekkebin orijinal ağırlığının yaklaşık %20'si kadar olan damıtma çamuru bertaraf edilir. Bununla birlikte, geri kazanılan toluen miktarının küçük olması nedeniyle ve nispeten pahalı ekipmanların gerekmesinden ötürü damıtma sıklıkla uygulanmaz [1, INTERGRAF ve EGF 1999]. İki tesisten elde edilen verilere dayanarak, atık mürekkep yüzdesinin, mürekkep girdisinin %0,1'inden az olduğu tahmin edilmektedir. Atık mürekkep, tehlikeli atık olarak saha dışına çıkarılır[155, TWG 2016].

Temizlik malzemeleri (mendil, bez)

Mürekkep ve toluen kalıntıları içeren kullanılmış mendiller ve bezler, kurutma kabinlerinde kurutulur ve çıkarılan hava buradan toluen geri kazanım tesisine yönlendirilir. Kuruduktan sonra bezlerde sadece çok az miktarda toluen kalıntısı kalabilir.

13.3.3.5 Suya emisyonlar

Şekil 13.8, bir yayın rotogravür baskı tesisinde atık su oluşumunun şemasını göstermektedir.



Kaynak: [Tesis#030 [155, TWG 2016]]

Şekil 13.8: Bir yayın rotogravür baskı tesisinde atık su oluşumunun şeması

Silindir hazırlama bölümünden özel atık su işlemesinden kaynaklanan atık su, şebeke kanalizasyon sistemine yönlendirilir. Bu atık su akışı, tesisin toplam üretim ihtiyaçları için su girdisinin %1'inden daha azını temsil eder [Tesis #030 [155, TWG 2016], ayrıca bk. Şekil 13.7)].

2015 için atık sudaki metal emisyonlarına ilişkin verileri içeren yalnızca iki veri kümesi verilmiştir. Sonuçlar Tablo 13.13'te sunulmuştur.

Başka bir tesis, yalnızca sıhhi tesislerden çıkan atık su ve kazandan ve soğutma kulelerinden gelen tortu giderme suyu olduğunu bildirmiştir. Kaplama bölümünden çıkan atık su buharlaştırılarak çamur (tehlikeli atık) meydana gelmektedir.

Tablo 13.13: İki yayın rotogravür baskı tesisinden alınan atık sudaki metal emisyonları verileri (2015 verileri)

Tesis	**#030**				**#031**			
Kirletici	**Ort.**	**Maks**	**Min.**	**Numune sayısı**	**Ort.**	**Maks**	**Min.**	**Numune sayısı**
Cu	0,39	0,85	0,04	100	0,144	0,538	NI	104
Cr(VI)	0,01	0,06	0,01	100	0,278	0,359	NI	104
Cr_{toplam}	0,08	0,2	0,01	100	0,003	0,003	NI	104
Not: NI: Bilgi verilmedi. *Kaynak*: [155, TWG 2016]								

13.4 Yayın rotogravür baskısı için BAT'ın (mevcut en iyi tekniklerin) belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

Bölüm 17'de, yayın rotogravür baskısına da uygulanabilecek teknikler ele alınmaktadır. Tablo 13.14'te, yayın rotogravür baskısı ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmamaktadır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Tablo 13.14: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Ham maddelerin depolanması ve yüklenip-boşaltılması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Ham madde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazının ekstraksiyonu ve işlenmesi	17.10
Atık su işleme teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

13.4.1 Malzeme tabanlı teknikler

13.4.1.1 Tutma mürekkeplerinin kullanımı

Açıklama

Tutma mürekkepleri, kuru film yüzeyinin oluşumunu yavaşlatır ki bu da toluenin daha uzun süre buharlaşmasına ve dolayısıyla daha fazla toluenin kurutucuda salınmasına ve toluen geri kazanım sistemi tarafından geri kazanılmasına olanak tanır.

Sağlanan çevresel faydalar

Doğrudan baskı makinesinin çıkış alanında ölçülen üründe kalan toluen yükü %30-50 oranında azaltılabilir.

Dağınık emisyonlar solvent girdisinin yaklaşık %1'i kadar azaltılabilir. Bu, iyi uygulamaları kullanan bir yayın rotogravür baskı tesisinden kaynaklanan toplam emisyonlarda %20'lik bir azalmaya karşılık gelir (burada toplam emisyonlar, çıkış gazı işlemeden kaynaklanan emisyonlar dahil olmak üzere solvent girdisinin %5-6'sıdır; solvent girdisi IED'de tanımlandığı gibidir) [7, Almanya 2003].

Bu faydalar ancak kurutuculardan gelen atık gazın çıkarıldığı ve işleme tabi tutulduğu durumlarda elde edilebilir.

Çapraz ortam etkileri

Adsorpsiyonun kullanıldığı yerlerde, kurutuculardan üretilen daha yüksek toluen yükünü tahliye etmek için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Tutma mürekkebi karşılığı olmayan özel mürekkeplerin gerekli olduğu durumlar dışında, tüm yayın rotogravür baskı prosesleri için geçerlidir.

AB-15'te, kullanılan yayın rotogravür mürekkeplerinin %70'i artık tutma mürekkeplerdir ve Almanya'da bu oran %100'dür (2003 verileri).

Ekonomik Yönler
Tutma mürekkeplerinin fiyatı, geleneksel mürekkeplerle aynıdır; bununla birlikte, daha az mürekkebe ihtiyaç duyulmaktadır (ancak bu bir mürekkep azaltma tekniği değildir).

Geri kazanılan her bir kg toluen için tasarruf yaklaşık 0,50 Euro'dur (2006 verileri).

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Nihai üründe daha az toluen bulunması.

Örnek tesisler
Avrupa çapında çok sayıda tesis.

Tesis #143, #149 ve #030 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [14, Aminal ve diğ. 2002]
[38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

13.4.2 Çıkış gazının ekstraksiyonu ve işleme teknikleri

Tüm potansiyel toluen salan faaliyetlerden/proseslerden çıkan gazların işlenmesi için, toluenin adsorpsiyonu ve geri kazanımı (yani toluen geri kazanım sistemi) yaygın olarak uygulanmaktadır (bk. Bölüm 17.10.6.2).

13.4.2.1 Baskı makinesi, kurutucular ve baskı odasından sürekli hava ekstraksiyonu

Ayrıca bk. Bölüm 17.10.2.

Açıklama
Baskı odasından çıkarılan hava, kurutuculardan ve etrafı çevrilmiş baskı makinesinden gelen hava ile birlikte çıkış gazı işleme sistemine yönlendirilir.

Baskı sürecini kontrol eden personelin ayrı kontrol odalarında bulunduğu tesisler vardır. Bu durumlarda, makinelerin yerleştirildiği ayrı baskı odası, baskı makinesinin etrafının çevrilmesi olarak görülebilir. Bu odadaki hava çıkarılır ve çıkış gazı işleme sistemine yönlendirilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Ana fayda, düşük toluen emisyonlarıdır. Hava, yalnızca etrafı kapatılmış makineden ve kurutucudan değil, aynı zamanda tüm baskı odasından da çıkarılırsa ilave VOC emisyonu azaltımı sağlanabilir. Baskı odası havasının adsorpsiyon sistemine yönlendirilmesiyle toluen içeriği geri kazanılmaktadır.

Emisyon verilerini gönderen dört tesisten üçü, baskı odasının etrafının tamamen çevrilmesi uygulamasını yapmakta ve dördüncü tesis ise baskı ünitesinden ve baskı odasından lokal hava tahliyesi uygulasına başvurmaktadır. Solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen %0,5 ila %3,1 aralığındaki emisyon seviyeleri sağlanmaktadır [155, TWG 2016].

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Tüm yayın rotogravür baskı tesisleri, çıkış gazı işleme sistemi ile donatılmıştır.

Çapraz ortam etkileri
Hava ekstraksiyonu ve toluen geri kazanımı için artan enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Bu sistem, daha düşük toluen konsantrasyonlarını etkin bir şekilde adsorbe edebilmek ve desorbe edebilmek için uyarlanacak aktif karbon sistemine ihtiyaç duyabilir [148, COM 2009].

Ekonomik Yönler
Geri kazanılan her bir kg toluen için tasarruf yaklaşık 0,50 Euro'dur. Çıkış gazı işleme sistemine yalnızca kurutucuların bağlı olduğu duruma kıyasla ekstra yatırım maliyeti, baskı makinesi başına yaklaşık 0,5 milyon Euro'dur. Ek işletme maliyetleri, baskı makinesi başına yılda yaklaşık 100.000 Euro'dur (2006 verileri).

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Tesis #030, #031, #143 ve #149 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[12, Hollanda1996] [14, Aminal ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [148, COM 2009] [155, TWG 2016]

13.4.2.2 Solventlerin dahili konsantrasyonu (kapalı hava döngüsü havalandırması)

Genel bir açıklama için ayrıca bk. Bölüm 17.10.3.2.

Açıklama
Çıkış gazı işleme sisteminden çıkan atık hava, kurutuculara veya baskı odasına geri gönderilir. Bu, normalden çok daha yüksek kapasiteli bir çıkış gazı işleme sistemi gerektirir. Adsorpsiyon/desorpsiyon döngüsünün sıklığı, geri dönüştürülmüş hava akımında çok düşük toluen seviyeleri elde etmek için çok kısadır. Atık hava akımını tekrar binaya göndermeden önce havanın soğutulması gerekir.

Sağlanan çevresel faydalar
Baskı makinesinin boyutuna bağlı olarak toplam toluen emisyonu 20-75 t/yıl'a kadar düşebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Hiçbir bilgi gönderilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri
Adsorpsiyon/desorpsiyon döngüsünün daha yüksek frekansı, daha fazla atık su oluşturur ve daha fazla enerji gerektirir. Çıkış gazı işleme sisteminin kapasitesi daha yüksek olduğu için daha fazla enerjiye de ihtiyaç duyulur. Ancak, çeşitli enerji azaltma veya yeniden kullanım seçenekleri yaygın olarak kurulmaktadır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Bu teknik, yeni bir çıkış gazı işleme sisteminin olduğu yeni baskı makineleri için uygulanabilir. Teknik, yeni bir çıkış gazı işleme sisteminin kurulması gerektiğinde mevcut baskı makinelerine de uygulanabilir. Mevcut bir çıkış gazı işleme sisteminin tadilatı çok pahalı olabilir.

Hollanda'daki bir tesiste, kapalı hava döngüsü havalandırması uygulayan yeni bir çıkış gazı işleme sistemi içeren üç metrelik bir baskı makinesi, 75 t/yıl'lık bir toluen emisyon azaltımı sağlamıştır. Daha küçük ve daha yavaş baskı makinelerine sahip iki Flaman tesisine yönelik olarak elde edilebilecek azalma,

her baskı makinesi için 20 ton/yıl olabilir; ancak, tadilat maliyetleri çok yüksek olduğu için söz konusu teknik bu tesislerde kurulmamıştır.

Ekonomik Yönler
Üç metrelik bir baskı makinesi için yeni bir çıkış gazı işleme sisteminin maliyetlerinin üzerine ek yatırım maliyetleri 5 milyon Euro'dur. Enerji tasarrufu teknikleri kurulduğunda işletme maliyetleri aynıdır. Önlenen toluen emisyonlarının ton başına maliyeti, %7 (1999) faiz oranıyla 10 yıllık bir süre için bir krediye dayalı olarak yaklaşık 10.000 Euro'dur.

Geri kazanılan her bir kg toluen için tasarruf yaklaşık 0,50 Euro'dur.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Etten Leur, Hollanda.

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [14, Aminal ve diğ. 2002] [38, TWG 2004]

13.4.2.3 Basılı web üzerinde hava bıçakları

Genel bir açıklama için ayrıca bk. Bölüm 17.10.2.3.

Açıklama
Hava bıçakları, webin solvent yüklü havayı kurutuculardan dışarı taşımasını engeller.

Sağlanan çevresel faydalar
Kaçak VOC emisyonları azaltılır.

Çapraz ortam etkileri
Gürültü seviyeleri, enerji tüketimindeki artışla birlikte artabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Cebri hava kurutma sistemleri kullanan web beslemeli baskı işlemlerine uygulanabilir.

Ekonomik Yönler
Nispeten düşük maliyet; artan enerji maliyetleri.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Bu teknik, yayın rotogravüründe yaygın olarak uygulanır.

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999]

13.4.3 Temizleme teknikleri

13.4.3.1 Toluen geri kazanım sistemine bağlı otomatik temizleme sistemleri

Açıklama

Toluen geri kazanım sistemine hava ekstraksiyonu ile otomatik silindir temizleme.

Teknik Açıklama
Yayın rotogravür baskı makinelerindeki baskı silindirleri otomatik olarak temizlenir. Hava, toluen geri kazanım sistemine tahliye edilir.

Sağlanan çevresel faydalar
VOC emisyonlarının azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Kaçak VOC emisyonlarının azaltılması ve toluenin geri kazanılması.

Örnek tesisler
Tesis #143 ve #149 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [155, TWG 2016]

13.4.3.2 Kullanılmış temizlik malzemelerinin (mendil, bez) toluen geri kazanım sistemine bağlı kurutma kabinlerinde kurutulması

Açıklama

Mürekkep ve toluen kalıntıları içeren kullanılmış mendiller ve bezler, kurutma kabinlerinde kurutulur ve çıkarılan hava buradan toluen geri kazanım tesisine yönlendirilir. Kuruduktan sonra bezlerde sadece çok az miktarda toluen kalıntısı kalabilir. Ayrıca bk. Bölüm 17.12.3.2.

Örnek tesisler
Tesis #030, #143 ve, #149 [155, TWG 2016].

13.4.3.3 Kuru buz temizleme

Açıklama

Bk. Bölüm 17.9.11.

Örnek tesisler
Tesis #143 ve #149 [155, TWG 2016]

14 AHŞAP YÜZEYLERİN KAPLANMASI

[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [57, VDI 2005] [78, TWG 2005] [148, COM 2009] [162, COM 2014]

14.1 Ahşap yüzeylerin kaplanması hakkında genel bilgiler

Ahşap, homojensizliği ve anizotropisi ile nitelenen ve yüzey yapısı, farklı maddelerin değişen içerikleri (örn. vakslar, su, reçineler) ve değişken elektrik direnci açısından düzensiz özellikler gösteren doğal bir ham maddedir. Ahşap lifleri genellikle sıvıların (özellikle su ile) etkisi altında şişme ve sertleşme özelliğine sahiptir. Ahşap yüzeyler, rengi, yüzey yapısını ve/ veya gözenekliliği korumak veya güçlendirmek için kaplanmaktadır. Kaplama, örneğin aşağıdakilere karşı direnç sağlamak için uygulanmaktadır:

- kimyasal etkiler;
- mekanik gerilme;
- iklimsel etkiler;
- vernik uygulama.

Şu anda, ahşap ve mobilya endüstrisi, karmaşık ürün geometrisi ve daha yüksek kaliteler (örn. renk çeşitliliği, yeni yüzey efektleri) talep edildiğinden yeni pazar gereksinimleriyle karşı karşıyadır. Bu genişleyen gereksinimleri karşılamak için püskürtme uygulama teknikleri giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Bu endüstri, işletmelerin %75'inin 100'den az çalışanı olan orta ölçekli şirketlerin güçlü bir üstünlüğü ile nitelenmektedir. Almanya, İtalya, Polonya, Fransa ve Birleşik Krallık, 2012 yılındaki tüm AB mobilya üretiminin üçte ikisinden fazlasını oluşturmaktadır (bk. Tablo 14.1). Tüm Avrupa mobilya imalat şirketlerinin yarısı bu ülkelerde bulunmaktadır ve bunlar birlikte Avrupa sektörü işgücünün yaklaşık %60'ını istihdam etmektedir (bk. Tablo 14.2) [162, COM 2014].

Tablo 14.1: 2012 yılında AB-28'deki mobilya üretimi

Ülke	Milyon EUR	AB toplamındaki payı	2003-2012 için yıllık ortalama büyüme oranı .
Almanya	17 738	%21	%1,5
İtalya	15 950	%19	%-2,1
Polonya	8 323	%10	%7,4
Fransa	7 929	%9	%0,2
Birleşik Krallık	7 022	%8	%-2,5
İspanya	4 611	%5	%-4,8
İsveç	3 021	%4	%2,4
Danimarka	2 147	%3	%-2,2
Hollanda	2 119	%3	%-0,7
Avusturya	2 115	%3	%-0,4
Belçika-Lüksemburg	1 953	%2	%-0,6
Romanya	1 594	%2	%6,3
Çek Cumhuriyeti	1 459	%2	%1,5
Portekiz	1 354	%2	%-0,4
Litvanya	1 090	%1	%11,2
Macaristan	1 017	%1	%1,8
Finlandiya	929	%1	%-2,6
Slovakya	928	%1	%6,6
Slovenya	619	%1	%-3,4
Yunanistan	532	%1	%-7,9
İrlanda	376	%0	%-3,5
Estonya	373	%0	%2,0
Hırvatistan	369	%0	%1,8
Bulgaristan	268	%0	%2,6
Letonya	188	%0	%-0,3
Kıbrıs	82	%0	%-4,1
Malta	41	%0	%-3,4
AB-15	**67 796**	**%81**	**%-1,0**
AB-13	**16 351**	**%19**	**%5,1**
AB-28	**84 147**	**%100**	**%-0,1**
Kaynak: [162, COM 2014]			

Tablo 14.2: AB-28'de mobilya sektörü

Yıl	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
İşletmeler	134 557	134 879	134 577	135 266	135 902	130 750	126 061	131 077	126 000
Çalışanlar	1 178 781	1 191 393	1 162 084	1 144 611	1 151 988	1 096 161	993 919	937 247	919 311
Üretimin toplam üretim içindeki payı (%)	1,8	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,4
Kaynak: [162, COM 2014]									

Günümüzde mobilya endüstrisinde boya uygulamasının otomasyon düzeyi, özellikle artan kalite, verimlilik ve çevresel gereklilikler nedeniyle önemli ölçüde artmıştır.

Ahşap ve mobilya endüstrisinde çeşitli malzemeler işlenmekte ve kaplanmaktadır. Bunlar, bir dizi uygulama alanında ayırt edilebilir:

- dış yapı, donanım ve mobilya;
- iç yapı, donanım ve mobilya;
- ticari ve kamu uygulamaları, örneğin okullar;
- ev uygulamaları;
- ıslak uygulamalar, örneğin yüzme havuzu zemin kaplaması, saunalar, mutfaklar ve banyolar için.

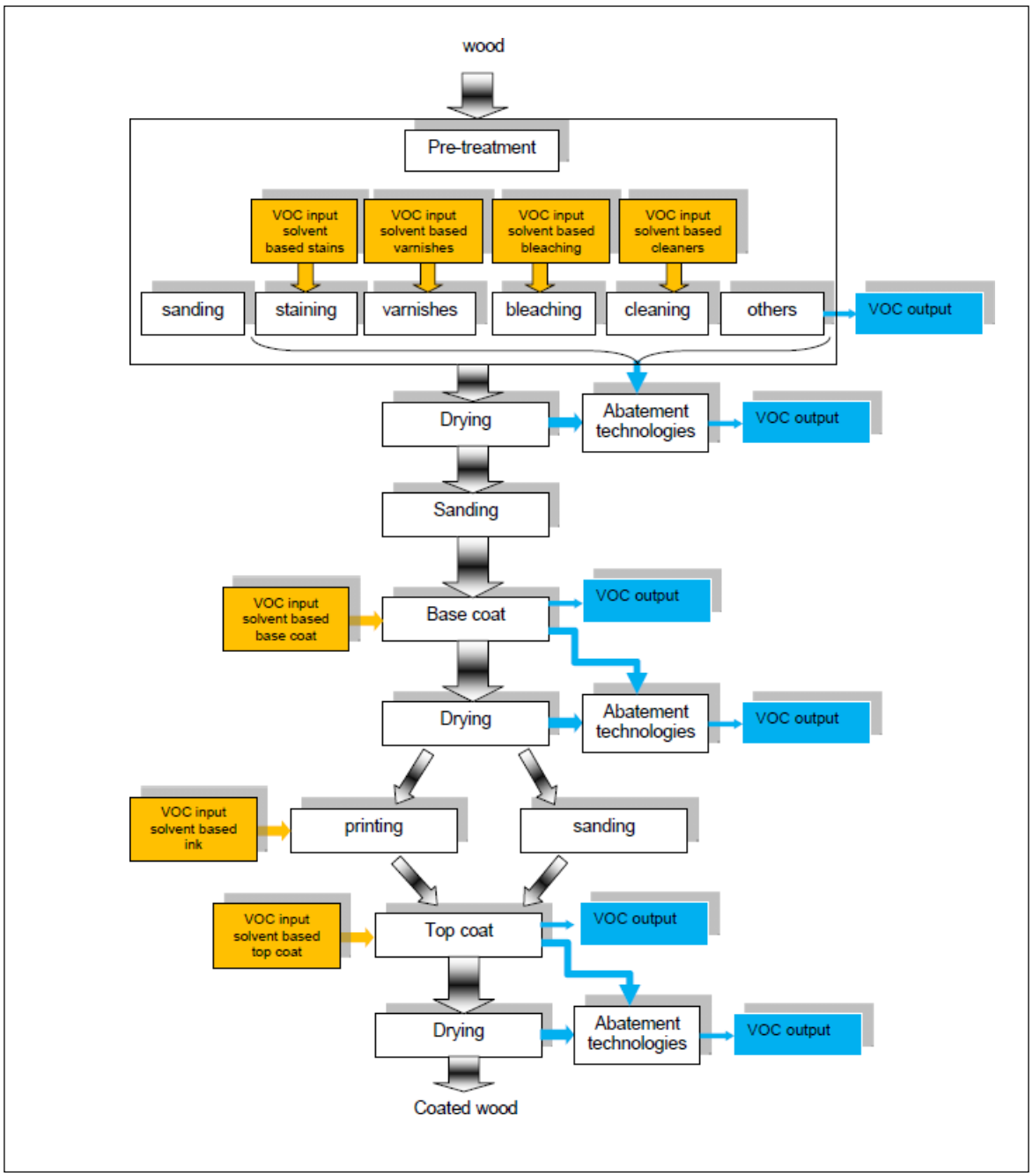
14.2 Ahşap yüzeylerin kaplanmasında uygulanan prosesler ve teknikler

Ahşap yüzeyler için kaplama malzemelerinin uygulanması şunları içerir:

- ahşap yüzeyin ön işlemi;
- baz kat uygulaması;
- son kat uygulaması;
- boya uygulaması;
- flash-off ve kurutma/kürleme.

İstenilen yüzey yapısına (yani açık veya kapalı hücre gözenek yapısı) bağlı olarak farklı boya sistemleri kullanılabilir. Ahşap damarların görünür olması gerekiyorsa örneğin masif ahşap veya kaplama için, renksiz boyalar (yani vernik katı), yağlar ve vakslar kullanılır. Örneğin, orta yoğunlukta lif levha (MDF) paneller, istenen renkte pigment boyalarla kaplanır. Pigment boya sistemleri kullanılıyorsa baz katının önüne, boyanın ahşap yüzeye nüfuz etmesini engelleyen ve daha düzgün bir boya tabakasının uygulanmasını sağlayan bir bariyer tabakası uygulanır.

Ahşap yüzeylerin kaplanması için tipik proses adımlarına genel bir bakış Şekil 14.1'de gösterilmektedir.



Şekil 14.1: Ahşap yüzeylerin kaplanması için tipik proses adımları ve ana VOC girdileri ve çıktıları

14.2.1 Ahşap yüzeyin ön işlemi

Düzensiz büyüme ve değişen yüzey yapısı nedeniyle ve reçine veya vaks gibi belirli maddelerin farklı içeriği nedeniyle, kaplanacak yüzeyin uygun şekilde ön işleme tabi tutulması çok önemlidir. Bu ön işlem, ahşabın mevcut yüzey düzlüğü, çalışma izlerinin giderilmesi, renk farklılıklarının giderilmesi, pürüzler, lif sertleşmeleri, çatlaklar, dallar ve ayrıca ahşabın nemi gibi farklı yönlerini ele alabilir. Tipik ön işlem teknikleri şunları içerir:

- mekanik ön işlem, örneğin zımparalama;
- renklendirme yöntemleri, örneğin:
  - vernik uygulama,
  - sırlama,
  - ağartma.

Bazı özel ahşap türleri için, reçine ve vaks gibi boya ile uyumsuz ahşap maddelerin bertarafı için bir zımparalama tekniği ile birlikte sabun çözeltileri, amonyak veya organik çözücüler kullanan kimyasal temizleme proseslerinin kullanılması gerekir.

Zımparalama

Genellikle ideal boya sonuçları için, ahşap ve ahşap taban malzemeleri, bir baz katının uygulanmasından sonra veya vernik uygulandıktan veya diğer boya katmanları uygulandıktan sonra yapılacak bir ara zımparalama uygulamasına ihtiyaç duyar, çünkü sıvılar ile etkileşim ahşap liflerinin sertleşmesine neden olur. Ahşap yüzeyin bu tür bir havlaması, özellikle su bazlı boya sistemleri kullanıldığında önemlidir.

Vernik uygulama

Verniklemenin amacı ahşabın rengini daha koyu bir renge dönüştürmektir. Ahşap yapı ve gözenek yapısı aynı kalır. Uygulanan verniğin türüne bağlı olarak kuruma süresi önemli ölçüde değişiklik gösterir. Vernikler, su veya organik solventlerdeki pigmentlerin veya boya çözeltilerinin askılarıdır. En sık uygulanan vernik, solvent bazlıdır. Kimyasal vernikler örneğin tek bileşenli pozitif vernikler kullanılıyorsa daha uzun kalma süreleri hesaba katılmalıdır. Su bazlı vernikler işleme tabi tutulursa ahşabın şişmesine ve pürüzlenmesine (havlamasına) izin verilmelidir. Ayrıca, suyla seyreltilebilir organik solventler ve su kombinasyonları da kullanılabilir (kombine vernikler). Geleneksel olarak uygulanan vernik, su bazlı bir malzemedir. Farklı vernik türlerinin bileşimleri aşağıdaki Tablo 14.3'te listelenmiştir.

Tablo 14.3: Farklı ahşap verniği türlerinin bileşimi

Ahşap verniği türü	Su içeriği (%)	Organik solventlerin içeriği (%)	Pigmentlerin oranı (%)
Su bazlı vernik	95'ye kadar	0	15'e kadar
Solvent bazlı vernik	0	85-95	5-15 *
Kombine vernik	65-70	25-30	5
* Bazı silindir uygulamalarında pigment oranı %15'e kadar çıkabilir. *Kaynak*: [38, TWG 2004]			

Uygulama ya manüel (sünger, fırça, silindir, püskürtme) veya otomatik (otomatik püskürtme uygulamaları, silindir ile uygulama, köpük kauçuk silindirler) yapılır. Sonraki kurutma, ortam sıcaklıklarında veya konveksiyon kurutuculardа, düz kurutuculardа veya jet kurutuculardа gerçekleşir.

Sırlama

Modern sırlar, cila reçinelerine dayalı yüksek sıvı ahşap kaplamalardır. Malzemeler ahşaba iyi nüfuz eder ve genellikle ahşabı iyileştirmek için su itici ve mantar önleyici bileşenleri içerir. Bunlar, renksiz veya farklı renklerle pigmentli olabilirler. Dış mekan ve iç mekan kullanımı için farklı malzemeler kullanılmaktadır. Mantar önleyici bileşenler içermeyen sırlar ve renksiz ahşap sırlar sadece iç mekan kullanımı için uygundur.

Ağartma

Genel olarak, ağartma ahşabın rengini parlaklaştırır. Bazen, örneğin akçaağaç kullanılıyorsa, birkaç kez ağartmak gerekir. Ağartma için hidrojen peroksit (%30-35) ve çeşitli katkı maddeleri veya radyasyon kullanılır. Etki süresi istenen etkilere göre ayarlanmalıdır. Ağartma işlemi oksijeni ayırdığından, kabarmayı önlemek için yeterli kurutma gereklidir. Ağartma, kiraz veya gül ağacı gibi ışığa dayanıklı olmayan renklere sahip ahşap için de kullanılır. Ağartmadan sonra, orijinal ahşap rengini yeniden oluşturmak için ışığa son derece dayanıklı pigmentlerle vernik uygulanır. Poliüretan bazlı kaplama sistemleri kullanılıyorsa kürleme maddesinin perokside dayanıklı olması gerekir.

14.2.2 Baz kat uygulaması

Baz kat malzemesi zımparalamaya uygun olmalıdır. Uygulama teknikleri şunları içerir:

- püskürtme (manüel veya otomatik olarak; geleneksel, hava olmadan, hava destekli ve hava desteksiz ('hava karışımı') ve elektrostatik destekli);
- döküm;
- silindir uygulaması (örneğin silindir uygulamasına uygun UV ile kürlenen bir lak kullanılarak);
- daldırma (sadece özel iş parçaları için).

Ön işlem aşamasının kurutulmasından sonra renksiz bir baz kat uygulanmadan önce zımparalama (uygun tane boyutunda malzeme ile) yapılır. Ardından son kat uygulanmadan önce yüzey tekrar zımparalanır. Bazı durumlarda, doğrudan baz katının üzerine ahşap bir yapı basılır. Alt tabaka olarak, çoğunlukla basit kaplamalar kullanılır veya alternatif olarak, kaplanacak yüzey zaten renkli bir baz kaplaması/stoper barındırabilir.

14.2.3 Son kat uygulaması

Ahşap yüzeylerin kaplanması için boyalar, folyolar veya diğer panel benzeri kaplama malzemelerinin yanı sıra tekstil veya deriler kullanılmaktadır. Bazı özel kaplamalar şunlardır:

- bazen selüloz nitrat boyası (CN) olarak adlandırılan nitroselüloz boya (NC);
- asitle kürlenen boyalar;
- poliüretan boyalar (PUR);
- doymamış polyester boyalar (UP):
  - açık hücreli UP malzemeleri,
  - kalın film tabakası sistemleri;
- su bazlı boyalar;
- toz boyalar;
- alkid boyalar/sırlar;
- kombine/karışık boya sistemleri;
- su bazlı UV lakları;
- %100 UV laklar.

Aynı uygulama teknikleri Bölüm 14.2.2'de açıklandığı gibi kullanılır.

Tablo 14.4, en sık kullanılan ahşap verniği ve boyalarının temel özelliklerini sıralamaktadır.

Tablo 14.4: Ahşap verniği ve boyalarının özelliklerine genel bakış

Ahşap verniği veya boyası türü	Çözücü oranı (%)	Su oranı (%)	Bileşenler	Tepkime türü	Katalizör	Açıklamalar
Ahşap verniği • solvent bazlı – tip a) – tip b) – tip c) • su bazlı	 95 70 25-30 0	 0 25-30 70-80 85-95				Organik solventler; suyla seyreltilebilir solventler; kombine ahşap verniği; suyla seyreltilebilir solventler; ahşabın havlaması
NC boya (CN boya) • renksiz • pigmentli	 Yaklaşık 75 Yaklaşık 60	 0 0	Kolodyum yünü (selüloz nitrat)	Fiziksel kurutma		Sınırlı kullanılabilirlik ile yüzey direnci
Asitle kürlenen boya • iki bileşenli; renksiz • iki bileşenli, pigmentli • tek bileşenli; renksiz	 40-50 20-30 20-30		Alkid-melamin üre reçineleri polioller	Cebri kurutma	Asit	Formaldehit yayan daha eski boya sistemleri; yüksek direnç
PUR boya • renksiz • pigmentli • orta-katılar; renksiz	 65-70 36-60 40-50	 0 0 0	İzosiyanatlar; akrilatlar; polyesterler	Ekleme tepkimesi (fiziko-kimyasal)		Genellikle iki bileşenli malzemeler; yüksek direnç
UP boyası • geleneksel • parafin içeren • parafin içermeyen • UV kürleme – silindir cilası – stoper • UP-sprey boya – renksiz – UV kürleme	 Yaklaşık 35 (15) Yaklaşık 35 (15) Yaklaşık 35 (15) Yaklaşık 35 (15) Yaklaşık 20 (20) Yaklaşık 20 (10) 65-70 65-70	 0 0 0 0 0 0 0 0	Polyester, doymamış (organo-metalik malzemeler)	Polimerizasyon • ısı • radyasyon	Organik peroksitler UV radyasyon; Foto-başlatıcı	Bileşen sistemleri; kızılötesi kürleme UP kaplamalar için, ön kurutma ve kürlenme sürelerine izin verilmelidir.
Akrilat boya • UV kürleme – silindir cilası – sprey boya açık hücre yapısı • elektron ışını kürleme	 2-40 2-10 65-70 2-5		Poliakrilat, doymamış	Elektron ışını	Foto-başlatıcı	

Bölüm 14

Su bazlı boya • geleneksel kurutma • UV kürleme • PUR, iki bileşenli	5-7 Yaklaşık 2 Yaklaşık 9	60-65 58-60 60-65		Fiziksel kurutma; polimerizasyon; ekleme tepkimesi	UV radyasyonu	Ahşabın havlaması; daha uzun kuruma süreleri; muhtemelen UV bazlı kaplamanın ardından su bazlı boya uygulaması; UV ile kürlenen su bazlı boya giderek daha önemli hale gelmektedir. UV kaplama sadece düz parçaların ayrı ayrı kaplanabileceği ve kaplamanın montajda mobilya parçasından önce yapıldığı durumlarda uygulanabilir.
Toz boya kaplama • geleneksel kurutma • UV kürleme	0	0	Epoksi reçineler Polyester-akrilat reçineler	Ekleme ve yoğuşma	UV radyasyonu	Konvansiyonel konveksiyonla kurutmalı toz boya kaplamaları, şu anda ahşabın kaplanması için uygun değildir. Uygulama sistemleri sadece MDF kaplama için vardır.
Alkid reçine boyalar	10-80	0	Alkid reçineleri	Havada fiziko-kimyasal kurutmada oksidasyon	Organo-metalik bileşikler	Organik solventler

Not: Parantez içindeki veriler, kaplamanın %'si olarak yayılan solvent içeriği anlamına gelir.
Kaynak: [5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

14.2.4 Boya uygulaması

Ahşap yüzeyler için aşağıdaki uygulama teknikleri kullanılmaktadır:

- boyama, silindir uygulama;
- manüel püskürtme (kısmen de elektrostatik destekli prosesler kullanılarak);
- otomatik püskürtme (kısmen de elektrostatik destekli prosesler kullanılarak);
- püskürtme fazlalıklarının geri dönüştürüldüğü veya dönüştürülmediği otomatik püskürtme (kısmen elektrostatik destekli prosesler kullanılarak);
- silindir uygulama;
- vakumlama tekniği;
- stoperlerle doldurma;
- perde tipi kaplama;
- daldırma/akış kaplama;
- baskı.

Mobilya sektöründe manuel püskürtme uygulamalarının yanı sıra, püskürtme tesisleri veya iki bileşenli dağıtım üniteleri ile donatılmış püskürtme makineleri kullanılmaktadır. Tablo 14.5 ulaşılabilir uygulama verimliliği faktörlerini listelemektedir.

Tablo 14.5: Ulaşılabilir uygulama verimliliği faktörleri

Uygulama tekniği	Verimlilik faktörü ([1])	Açıklamalar
Boyama, silindir uygulama	95-100	Azalan yüzey homojenliği
Püskürtme, geleneksel	30-60	Yüksek miktarda aşırı püskürtme
Püskürtme, HVLP	40-75	Düşük viskoziteli ahşap verniklerinin uygulanması, diğer boya sistemleri için de artan kullanım
Sıcak püskürtme	40-60	Yüksek katı madde içeren boyaların uygulanması, ayrıca sıcak vaks püskürtme için de uygulanır
Havasız püskürtme uygulaması	40-75	Püskürtülen malzemenin gruplandırılması
Hava destekli havasız teknik	35-50	Püskürtülen malzemenin gruplandırılması
Püskürtme, elektrostatik destekli ıslak lak	50-70	Elektriksel iletkenlik dikkate alınmalıdır
Püskürtme, elektrostatik destekli toz	80-95	Elektriksel iletkenlik dikkate alınmalıdır. Şu anda, yalnızca MDF kaplaması için uygulanabilir (yalnızca birkaç uygulama)
Perde tipi kaplama	95	İş parçasının geometrisi ile sınırlıdır
Silindir uygulama	95	İş parçasının geometrisi ile sınırlıdır
Vakumlama tekniği	95	Yalnızca dar parçalar ve kenarlar, su bazlı boyalar ve yüksek katı içerikli UV ile kürlenen malzemeler için uygulanır; ayrıca iş parçasının geometrisi de dikkate alınmalıdır
([1]) İş parçalarının doluluk oranına ve geometrisine vb. bağlı olarak. *Kaynak*: [5, DFIU ve diğ. 2002]		

14.2.5 Flash-off ve kurutma/kürleme

Boya tabakasının kuruması/kürlenmesi yoğun bir flash-off gerektirir. Flaş-off genellikle kurutucuların yukarısında bulunan özel tesislerde gerçekleşir. Su bazlı boyalarda, yeterli kuruma sağlamak için buharlaşan havanın nemi dikkate alınmalıdır.

Uygulanan bazı özel kurutma işlemleri (bazıları diğerlerinden daha yaygın olarak uygulanır) şunlardır:

- nem alma özelliğine sahip sirkülasyonlu kurutucular;

- konveksiyon kurutucular;
- kızılötesi sistemler:
  - termal reaktörler,
  - yakın kızılötesi kurutma (NIR kurutma);
- UV radyasyon ile kurutma;
- mikrodalga;
- yüksek frekanslı kurutucular (HF kurutucular);
- X-ışını ile kürleme.

14.2.6 Bazı kaplama işlemlerine örnekler

[5, DFIU ve diğ. 2002] [78, TWG 2005]

Sandalyelerin kaplanması

Çoğu durumda, sandalyelerin kaplanması için kullanılan ilk katman, ağaç damarının kabarmasını en aza indirmek için solvent bazlıdır. Kayın ağacından yapılmış sandalyeler genellikle önce ahşap verniği veya sır ile kaplanır. Ön zımparalamadan sonra, su bazlı bir kaplamanın (120 g/m^2) birinci katı uygulanır. Malzeme ortam sıcaklığında veya cebri kurutma yoluyla kurur. İkinci bir zımparalamadan sonra, ikinci bir su bazlı boya tabakası (120 g/m^2) uygulanır ve ardından kurutulur. Su bazlı boyaların elektrostatik destekli püskürtme uygulaması genellikle geometrileri nedeniyle sandalyelerin kaplanmasında kullanılır. Böylece püskürtme fazlalıkları ve dolayısıyla tüketilen boya miktarı ve VOC emisyonları azaltılır.

Pencere çerçevelerinin kaplanması

Ahşap endüstrisinin diğer sektörleriyle karşılaştırıldığında, ahşap pencerelerin kaplanması çoğu zaman hala manüel olarak yapılmaktadır. Pencerelerin ahşap yüzeylerinin hava etkilerine ve mavi kereste lekesi kaplamasına karşı dayanıklı olması gerektiğinden, yeterli direnci elde etmek için dört adede kadar kaplama katmanı gerekebilir. Hem taşlama hem de kurutma prosesleri zaman ve iş açısından çok zahmetlidir. Solvent bazlı kaplama sistemleri (örn. alkid boyalar) kullanılmasına rağmen pencerelerin kaplanması için su bazlı boyaların (örn. akrilat boyalar) kullanımı son teknoloji olarak kabul edilmektedir. Su bazlı boyalar, geleneksel solvent bazlı boyalara kıyasla daha düşük bir ıslak yapışma göstermektedir.

Akış kaplama, ahşap koruma ve baz kaplaması amaçlı preslenmiş çerçevelerin kaplanması için yaygın olarak kullanılan bir uygulama tekniğidir. Burada son kat, püskürtme uygulaması yoluyla su bazlı boya sistemi şeklinde bir veya iki kat halinde uygulanır. İş parçasının geometrisi nedeniyle, elektrostatik destekli bir püskürtme prosesi kullanılsa bile yüksek miktarda püskürtme fazlalığı üretilir. Maliyetleri ve çevresel etkileri azaltmak için lak geri kazanım tesisleri kullanılmaktadır. Ayrıca, boya çamurunun koagülasyonunu (pıhtılaşma) veya atılmasını önlemek için püskürtme kabinleri, kuru püskürtme fazlalıklarını ayırma özelliği ile donatılmıştır.

Yüksek kaliteli mobilya kaplama

Yüksek kaliteli mobilyaların kaplanması için aşağıdaki proses adımları gerçekleştirilir:

1. zımparalama ve toz giderme;
2. rengin adaptasyonu, örneğin vernik uygulama yoluyla;
3. zımparalama ve toz giderme;
4. baz katı;
5. zımparalama ve toz giderme;
6. Son kat.

İkinci adım çoğunlukla (manuel) püskürtme ile yapılır; 4. ve 6. adımlar da çoğunlukla püskürtme yoluyla gerçekleştirilir. UV ile kürlenen boyalar, yüksek kaliteli mobilyaların kaplanmasında nadiren kullanılır. Bunun ana nedeni, sadece düz panellerin ayrı ayrı kaplanabildiği ve mobilya parçası monte edilmeden önce kaplamanın yapıldığı yerlerde uygulanabilmeleridir. Ancak mobilya parçaları

henüz monte edilmemişse UV bazlı kaplamalar ve dolayısıyla püskürtme dışında (çoğunlukla silindir ile) başka bir uygulama şekli de kullanılabilir.

En az bir Alman şirketi (Rippert GmbH) ve bir Fin şirketi (Tikkurila Coatings Oy) ayrı ayrı, inert atmosfer altında UV kürleme kullanan bir UV kürleme yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntemle 3 boyutlu bileşenlerde ve monte edilmiş sandalyelerde UV vernikleri ve UV boyaları kürlemek mümkündür. Ekipman ve kaplamalar ticari olarak temin edilebilmektedir.

Mutfak, yatak odası, oturma odası ve çocuk odalarına yönelik masif ahşap parçalarından (yüzeyleri yağlanmış veya cilalanmış) mobilyalar için genellikle aşağıdaki işlemler yapılır:
1. önceden zımparalanmış mobilya parçaları düzleştirici fırçalarla işlenir;
2. tozdan arındırıldıktan sonra, püskürtme makinesi ile ahşap yüzeye yağ uygulanır;
3. ardından yağlanmış iş parçaları fırçalanır;
4. püskürtme yoluyla sıcak bir vaks uygulanır;
5. vakslanan yüzey fırçalanır;
6. iş parçaları ters çevrilir ve yukarıdaki 1'den 5'e kadar olan işlemler tekrarlanır.

MDF panellerin toz boya ile kaplanması

Televizyon üniteleri ve ofis mobilyalarının üretimi için MDF paneller üzerine toz uygulaması ön astarlama yapılmadan gerçekleştirilir. Ön ısıtma, kaplama, kürleme ve soğutma için tüm tesis uzunluğu, kaplama tek bir çalışma döngüsünde gerçekleştiğinden, geleneksel bir tesisten önemli ölçüde daha kısadır.

MDF'nin çok düşük elektrik iletkenliği nedeniyle, korona püskürtme tabancaları ile toz uygulanmadan önce plakalar 60-70 °C'ye kadar ısıtılır. Bu sıcaklıkta, toz parçacıkları MDF yüzeyine yapışır ve daha sonra UV radyasyonu ile kurutulan konsolide bir kaplama oluşturur. İlgili kurutma adımlarından sonra taşlama işlemleri gerekli değildir.

Toz geri dönüştürülüp yeniden kullanıldığı için önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlanabilir. Ancak bu uygulama tekniği sadece belirli renklendirmeler ve yüzey yapıları için uygulanabilir.

Ahşap mutfak ve banyo mobilyalarının kaplanması

Mutfak ve banyo mobilyaları masif ahşap (örneğin meşe, kayın, akçaağaç, fıstık çamı ve kiraz) ve ahşap malzemelerden (örneğin MDF) yapılır ve kaplanır. Boyama için, ıslak boya sistemleri yalnızca önemli bir oranda suyla seyreltilebilir UV boya ve ayrıca su veya solvent bazlı ahşap vernikleri ile kullanılır. Şu anda solvent bazlı polyester ve PUR boya, kısmen yedek parçaların boyanması için sadece küçük miktarlarda uygulanmaktadır. Ahşap vernikleri, otomatik silindir kaplama kafaları ile uygulanmaktadır. Çevresel, iş gücü koruma ve teknolojik nedenlerle ve yangın tehlikesini azaltmak için baz katlar ve son katlar için suyla seyreltilebilir UV kürlü boyalara geçiş yapılmıştır. Uygulanan malzemeler ağırlıkça %1-2.5'lik bir solvent oranına sahiptir. Kaplama esas olarak tam otomatik tesislerde gerçekleştirilir. Malzeme, basınçlı hava püskürtme yoluyla uygulanır. Püskürtme fazlalıkları (sıyırma bıçakları aracılığıyla) toplanır ve yeniden kullanılır.

Atık havanın boya parçacıkları kuru olarak ayrılır. Genel olarak boya sistemi iki katmandan oluşur. Son kat uygulanmadan önce baz kat yüzeyi zımparalanabilir. Su ile seyreltilebilen UV ile kürlenen boyaların kullanılması nedeniyle, salınan solvent miktarları çok düşüktür ve miktarları büyük tesislerde bile 10 kg/saat'in altındadır. Bu nedenle VOC'lerle ilgili atık gaz temizliği kullanılmamaktadır. Atık hava doğrudan bir baca yoluyla salınır. Temizlik maddeleri damıtma yoluyla geri dönüştürülür.

14.2.7 Katı kaplama maddeleri ile son işlemler

Katı kaplama maddeleri, katı halde panel benzeri veya profilli iş parçaları üzerine preslenen malzemelerdir. Bunlar, ahşap kaplamalar, levhalar, kağıtlar veya laminatlar olabilir.

Ahşap kaplamalar

Ahşap kaplamalar, yaklaşık 0,5 mm ila 2 mm kalınlığındaki ince ahşap levhalardır ve taban panellerine preslerde ısı ve basınca maruz bırakılarak uygulanır. Standart yapıştırıcılar üre formaldehit (UF) reçineleri ve polivinil asetat (PVAC) yapıştırıcılardır.

Levhalar, kağıtlar veya laminatlar

Bunlar taban panellerine çeşitli yapıştırıcılar kullanılarak yüzey presleri, membran presler ve silindir presler vasıtasıyla ısı ve basınca maruz bırakarak uygulanır. Bu işleme laminasyon denir. Standart yapıştırıcılar, dekoratif kağıtlar ve levhalar için etilen vinil asetat kopolimerinden (EVA) ve laminatlar için üre-formaldehit (UF) yapıştırıcı reçinelerinden ve polivinil asetattan (PVAC) oluşan yapıştırıcılardır.

Yapıştırıcılar ve tutkallar

PVAC tutkallar su, polivinil asetat bağlayıcılar ve organik solventler (genellikle kütlece %3'e kadar bütil veya etil asetat) içerir ve uygulanan miktarlar yaklaşık 120 g/m^2'dir. Kurutma sırasında, su ve m^2 başına en fazla 3,6 g solvent salınır.

UF reçineleri, üre-formaldehit reçinesi, olası genişleticiler, katalizörler ve su içerir. Yapıştırıcının 'serbest formaldehit' bileşeni kütlece %0,1 ile %0,5 arasındadır ve bunların çoğu kürleme sırasında katılır. Uygulanan miktarlar yaklaşık 100 g/m^2'dir. Kürleme sırasında, katılmamış su ve formaldehit salınır.

EVA tutkallar, etilen vinil asetat kopolimeri, su ve bazı durumlarda kütlece %3'e kadar organik solventler, genellikle etanol ve toluen içerir. Uygulanan miktarlar yaklaşık 90 g/m^2'dir. Kurutma sırasında, su ve varsa, m^2 başına 2,7 g'a kadar organik solvent salınır.

14.3 Ahşap yüzeylerin kaplanmasında mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

[5, DFIU ve diğ. 2002] [155, TWG 2016]

Ahşap yüzeylerin kaplanması konusunda veri toplama çalışmasında iki tesis için veriler sunulmuştur:

- Tesislerden biri, UV sızdırmazlık verniği (sekiz kaplama katmanı) ile birlikte su bazlı kaplamalar (dekoratif baskı/ ofset tekniği) kullanarak döşeme üretiminde faaliyet göstermektedir. Su bazlı kaplama sistemi termal olarak kurutulur. Organik solventler sadece üretim sonrası makine parçalarının/silindirlerin sonraki temizliğinde ve renk değişimlerinde kullanılmaktadır. Kaplama malzemelerindeki toplam solvent konsantrasyonu %1'den çıkmış ve toplam solvent kullanımının %80'i temizlik amaçlı olmuştur [Tesis #177 [155, TWG 2016]].
- Mutfak cepheleri üreten ikinci tesis, iki kaplama hattında çalışmaktadır; biri, doymamış polyester (UP) boyalar (%60 katı içerikli) kullanan şekil havası ve elektrik şarjlı (%20 verimlilikle) havasız püskürtme hattı ve ikincisi ise UV cilaları (%99 katı içerik) kullanan %90 tahmini verimliliğe sahip silindir kaplama hattı [Tesis #141 [155, TWG 2016]].

14.3.1 Tüketim

14.3.1.1 Malzemeler

Aşağıdaki Tablo 14.6, farklı uygulama teknikleri için uygulanan boya malzemelerinin miktarlarını sıralamaktadır.

Tablo 14.6: Farklı uygulama tekniklerinde uygulanan boya malzemelerinin miktarları

Uygulama tekniği	Miktar (g/m^2)	Açıklamalar
Silindir uygulaması	25-60	-
Perde tipi kaplama	60-250	İstisnai durumlarda 500 g/m^2'ye kadar
Daldırma	60-200	-
Akış kaplama	60-200	-
Püskürtme	250'e kadar	Düşük verimlilik nedeniyle malzeme kayıpları
Baskı	1-2	-
Kaynak: [5, DFIU ve diğ. 2002]		

Aşağıdaki Tablo 14.7, her farklı üretim sektöründe ortalama olarak uygulanan boya ve solvent miktarlarına ilişkin örnekler vermektedir.

Tablo 14.7: Uygulanan boyalar ve organik solvent miktarları: ahşap ve mobilya endüstrisindeki farklı uygulama örnekleri

Ürün	Kaplama işlemi	Boya miktarı (g/m^2)	Solvent miktarı (g/m^2)
MDF paneller	1. Baz kat, su bazlı, silindir uygulaması 2. Su bazlı, silindir uygulaması 3. Baskı mürekkebi, su bazlı 4. Silindir uygulaması ile AC boya, UV kürleme* Kurutma: konveksiyon kurutucular veya UV kurutucular	80	3
Merdivenler	1. Parke yalıtım elemanı, su bazlı 2. Taşlama 3. Parke yalıtım elemanı, su bazlı veya solvent bazlı, bir veya iki kat püskürtme uygulaması 4. Sıcak püskürtme Kurutma: ortam sıcaklığında, konveksiyon kurutucularda veya kızılötesi kurutmada	180	12
Yatak odası mobilyası	1. Ara zımpara ile iki kat pigmentli su bazlı veya solvent bazlı boyaların püskürtme uygulaması 2. Kireç hamuru, püskürtme uygulaması 3. Taşlama 4. Renksiz, su bazlı boyalar, püskürtme uygulaması Kurutma: ortam sıcaklığında, tepsi sistemli kurutucular	150	9
Kapılar	1. Baz kat, su bazlı, silindir uygulaması 2. Ahşap verniği, silindir uygulaması 3. Silindir uygulaması ile AC baz kat, UV kürleme* 4. Taşlama 5. Silindir uygulaması ile iki kat AC boya, UV kürleme* Kurutma: konveksiyon kurutucular veya UV kurutucular	60	10
Masalar	1. Kombine vernikler, püskürtme uygulaması 2. Silindir uygulaması ile AC baz kat, UV kürleme (3 kat) 3. Taşlama 4. Silindir uygulaması ile AC boya, UV kürleme Kurutma: ortam sıcaklığında	100	30
Oturma odası mobilyası	1. Doğal yağ, sıcak püskürtme Kurutma: ortam sıcaklığında 2. taşlama 3. Solvent bazlı ürünler (monte edilmemiş ürünler için), düz parçalar için UV bazlıi sıcak püskürtmeli doğal vaks (nadiren) Kurutma: kızılötesi kürleme 4. Cilalama	23 55	0 9
* Solvent bazlı ürünler halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Mobilya endüstrisinde birçok durumda, özellikle neredeyse tamamı UV ile kürlenen düz parçalar için UV kürlü kaplamalar kullanılır. *Kaynak*: [5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]			

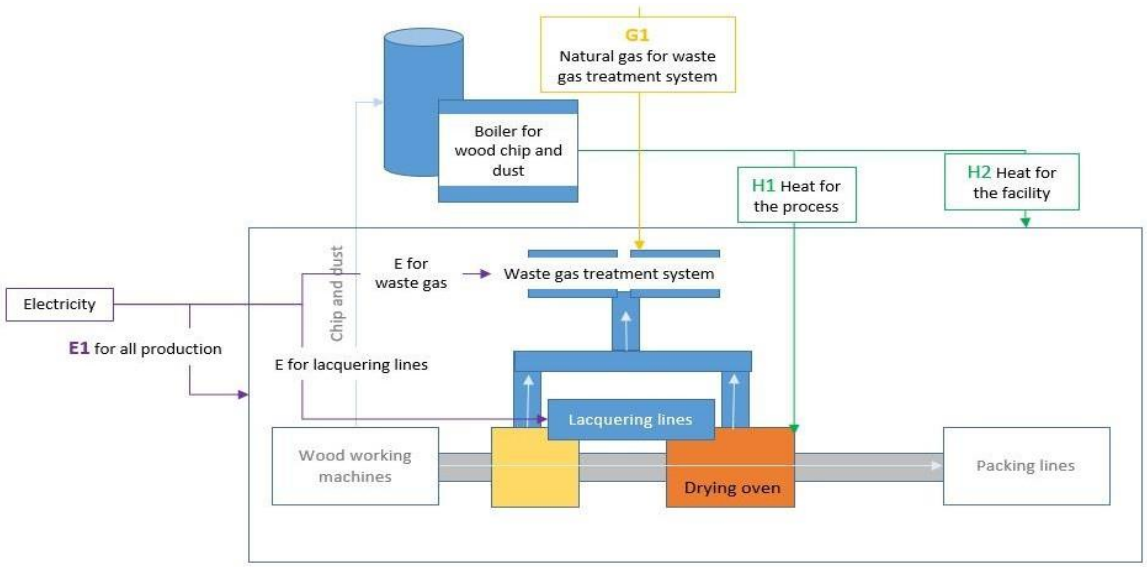
14.3.1.2 Su

Bilgi verilmedi.

14.3.1.3 Enerji

Enerji girdisinin ana biçimleri, üretim amaçlı elektrik ve çıkış gazı işleme sisteminin ihtiyaçları için doğal gazdır. Odun işleme prosesinde önemli miktarda odun kalıntısı (talaş ve hızar tozu) kaldığından, ilginç bir seçenek, odun kalıntılarının enerji içeriğinden yararlanmak için özel bir kazanın kullanılmasıdır. Üretilen

talaş ve toz kazanının ısısı, proses (kurutma fırınları) veya tesis ihtiyaçları (oda ısıtması) için ısı olarak kullanılabilir. Bu sistemin şematik bir diyagramı Şekil 14.2'de [Tesis#141 [155, TWG 2016]] gösterilmektedir.



Kaynak: Tesis#141 [155, TWG 2016].

Şekil 14.2: Enerji girdilerinin şematik diyagramı

14.3.2 Emisyonlar

14.3.2.1 VOC'lerin toplam emisyonları

Veri toplama çalışmasına katılan iki tesis için farklı birimlerde toplam VOC emisyonları rapor edilmiştir. Birinci tesis için (mutfak cephelerinin kaplanması için bir polyester laklama hattı) (Tesis #141), solvent girdisinin yüzdesi olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları %2,2'dir (2013-2015 3 yıllık referans dönemi için ortalama). UV bazlı kaplamaların uygulandığı ikinci tesis (Tesis #177) için rapor edilen toplam VOC emisyonları,
katı kütle girdisi için 0,04 kg VOC olmuştur (2013-2014 dönemi için 2 yıllık ortalama) [155, TWG 2016].

Tablo 14.8, çeşitli boyama sistemleri için özgül VOC emisyon referans değerlerini özetlemektedir (2005 verileri).

Tablo 14.8: Çeşitli boya sistemleri için bazıları birincil emisyon azaltma önlemleri ile birlikte olmak üzere özgül VOC emisyonları

Uygulama tekniği	Solvent içeriği (ağırlıkça-%)	Emisyon azaltma önlemleri	VOC emisyonu (g/m^2) ([1])
Organik solvent oranı yüksek boyama sistemi ve püskürtme	65	Yok	80-100
Organik solvent oranı yüksek boyama sistemi	65	Arttırılmış verimlilik faktörüne sahip uygulama teknikleri (silindir uygulama, akış kaplama, daldırma, elektrostatik destekli püskürtme, havasız püskürtme) ve iyi bakım ve temizlik	40-60
Organik solvent içeriği orta olan boyama sistemi	20		10-20
Düşük organik solvent içerikli boyama sistemi	5		2-5
([1]) Bu sayısal değerler, kullanılan malzeme miktarına ve uygulama oranına bağlıdır. Verilen sayısal değerler normal uygulama oranları içindir ve sadece yol göstericidir. *Kaynak*: [5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]			

14.3.2.2 Atık gazlardaki emisyonlar

Atık gazlardaki TVOC emisyonlarına ilişkin veriler, veri toplama çalışmasına katılan her iki tesis için rapor edilmiştir. Birinci tesis (mutfak cephelerinin kaplanması için bir polyester laklama hattı) (Tesis #141), iki termal oksidasyon azaltma sisteminin çıkışından 4 mg C/Nm^3 ila 11 mg C/Nm^3 (yıllık izleme sıklığı) arasında değişen TOC emisyon değerlerini bildirmiştir. İkinci tesiste (Tesis #177), kurutuculardan, UV lambalarından (kaplamaların sertleştirilmesinde kullanılan) ve zımpara makinelerinden çıkan atık gazların sürekli TVOC izlemesi, yıllık ortalama 6,5 mg C/Nm^3 ila 9 mg C/Nm^3 arasında değişen değerlerle rapor edilmiştir. İkinci tesis için, atık gazlardaki toz emisyonları < 0,1 mg/Nm^3 ila 0,25 mg/Nm^3 aralığında rapor edilmiştir [155, TWG 2016] [221, Almanya 2018].

14.3.2.3 Suya verilen emisyonlar

Proses suyu kapalı bir döngüde dolaştığı için ahşabın kaplanmasında oluşan atık su hacmi genellikle çok küçüktür. Su bazlı kaplamalar kullanıldığında, bazı durumlarda püskürtme tesisinin kapalı döngü kapasitesini aşan ve taşan önemli miktarda atık su üretilir.

14.3.2.4 Atık üretimi

[5, DFIU ve diğ. 2002] [78, TWG 2005]

Özellikle profilli, ahşap iş parçalarının kaplanmasında baz kat ve son kat püskürtme ile uygulanır. Böylece, püskürtme kabinlerinde iki atık biçiminden birinde aşırı püskürtmeden kaynaklanan kayıplar meydana gelir:

- Islak ayırma uygulanırsa, püskürtme fazlalıkları boya çamuru oluşturur. Boya çamuru, boya parçacıklarından, az miktarda organik solventlerden, koagülayon maddelerinden ve sudan oluşur. Boya çamuru genellikle izlenmesi gereken bir atık olarak kabul edilir. Genel olarak, malzeme özel çöp yakıcılarda (tehlikeli olmayan atıkların yakılması için yakma sistemi) yakıt olarak kullanılabilir.
- Püskürtme fazlalıkları kuru olarak ayrılırsa, kirlenmiş cam elyaf filtre keçeleri atılmalıdır. Hava akışının belirli bir minimum hızına ulaşılır ulaşılmaz filtre keçelerinin değiştirilmesi gerekir. Artık kurumuş boya parçacıklarıyla kirlenmiş olan filtre keçelerinin genellikle izlenmesine ihtiyaç duyulmaz ve normal atık yakma tesislerinde yakıt olarak kullanılabilir.

Karışık iki bileşenli boyalar geri dönüştürülemez ve imha edilir. Solventler, kürlenmemiş boyalardan geri kazanılır. Ayrıca, uygulama cihazlarının, taşıma sistemlerinin, boya boru hatlarının, püskürtme kabinlerinin ve diğerlerinin temizlenmesiyle kirlenmiş solventler üretilir. Genel olarak ahşap endüstrisinde kullanılan temizlik maddeleri, damıtma yoluyla geri dönüştürülür ve geri dönüştürülmüş temizlik maddeleri olarak kullanılabilir. Damıtma, katı, sıvı veya macun benzeri formlarda boya artıkları üretir. Kirlenmiş solvent, damıtmadan kaynaklanan katılar, kurutulmuş 2K boya ve yeniden kullanılmayan diğer kalıntılar ve arta kalanlar, genellikle tehlikeli atık olarak bertaraf edilir.

Fazla püskürtülen boyadan kaynaklanan boya çamurunun tehlikeli özellikleri analiz edilmiştir ve çoğu durumda atıklarla ilgili genel arka plan verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle boya veya lak üreticileri, atık üreticileri, çevre yetkilileri ve atık araştırmacıları ve laboratuvarları arasındaki işbirliği çok önemlidir. Örneğin, Finlandiya'daki bir çalışmada, formaldehit konsantrasyonları, boya ve lak üreticilerinden alınan bilgilere dayanarak analiz edilmiştir. Bu, incelenen kalıntıların kimyasal ve ekotoksikolojik tehlikesinin genel değerlendirmesi için gerekli bilgileri sağlamıştır. Bu sonuçlar, boya kalıntısı atıklarında bulunan karmaşık organik karışımların potansiyel çevresel tehlikesini değerlendirmede kimyasal ve ekotoksikolojik analizleri birleştirmenin faydasını teyit etmiştir. Ön işleme çalışmaları, su- perde-kabin kalıntılarının sıvı içeriği azaltılarak kalıntı miktarının en aza indirilebileceğini ve püskürtme boyama işleminde ham maddelerin daha az zararlı solvent içeren boya ve laklara dönüştürülmesiyle tehlikenin azaldığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, mobilya endüstrisinde üretilen boya artıkları için düzenli depolamanın uygun bir bertaraf yöntemi olmadığını kanıtlamıştır. Bu tür organik atıklar için daha iyi bir alternatif işleme yöntemi yakma olabilir. Farklı püskürtme boyama işlemlerinde üretilen fazla boya kalıntılarının ekotoksikolojik ve sızıntı özelliklerine ilişkin bilgiler, boya üreticilerinin ürünlerini geliştirmelerine yardımcı olmuş ve mobilya üreticilerinin çevre açısından daha güvenli ürünler seçmesini mümkün kılmıştır. Ayrıca, bu tehlike tarama yaklaşımı, mobilya üreticilerinin üretilen atıkların miktarını ve tehlike boyutunu en aza indirmek için mobilya yapımında yüzey boyama sürecini iyileştirmelerine yardımcı olacaktır.

14.4 Ahşap yüzeylerin kaplanması için BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

Bölüm 17'de, ahşap yüzeylerin kaplanmasına da uygulanabilecek teknikler ele alınmaktadır. Tablo 14.9'da, Bölüm 17'de açıklanan ahşap yüzeylerin kaplanması ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu sektöre özel bilgiler sağlanmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmamaktadır. Her bir teknik için dikkate alınan bilgi türünün açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Ahşap yüzeylerin kaplanmasına ilişkin EGTEI (Tekno-Ekonomik Konular Uzman Grubu) arka plan belgesi (bk. Ek 21.3.1), VOC emisyonlarını azaltmaya yönelik bazı tekniklerin Avrupa düzeyindeki maliyet ve faydaları hakkında bazı veriler sunmaktadır. Ancak, EGTEI yaklaşımı zorunlu olarak karmaşıklığını sınırlamak zorundadır ve çapraz ortam etkileri gibi diğer BAT faktörleri veya bireysel tesislerin veya ürünlerin teknik özellikleri dikkate alınmadan yalnızca temel teknikler verilmektedir [89, EGTEI 2005].

Tablo 14.9: Sektöre genel olarak uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Bölüm numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Ham maddelerin depolanması ve yüklenip-boşaltılması	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Ham madde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazının ekstraksiyonu ve işlenmesi	17.10
Atık su işleme teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

14.4.1 Ham madde tüketiminin en aza indirilmesi

14.4.1.1 Toplu boyama/renk gruplama

Tekniğin genel bir açıklaması Bölüm 17.6.2.1'de verilmiştir.

Örnek tesisler
Tesis #141 [155, TWG 2016].

14.4.1.2 Pig temizleme sistemleri

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.2.4.2. Mobilya sektöründe mobilyaların kişiye özel ve özel renklerde boyanmasına ve buna bağlı olarak pig temizleme sistemlerinin kullanımına yönelik talep giderek artmaktadır.

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002]

14.4.1.3 İki bileşenli ürünler için çevrimiçi karıştırma sistemi

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.2.4.1. Bu teknik yaygın olarak uygulanmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [27, VITO 2003]

14.4.2 Malzeme tabanlı teknikler (ikame)

14.4.2.1 Su bazlı kaplamalar, boyalar, vernikler ve yapıştırıcılar

Açıklama

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.7.2.2. Aşağıdaki su bazlı kaplama sistemleri uygulanmaktadır:

- ahşap verniği: %0 organik solvent;
- ahşap verniği: %25-30 organik solvent;
- baz kat ve son kat: %5-7 organik solvent; geleneksel kurutma sistemi

Su bazlı UV ile kürlenen boyalar (yaklaşık %2 organik solvent) ve poliüretan bazlı iki bileşenli boyalar (yaklaşık %9 organik solvent) de uygulanmaktadır.

Sağlanan çevresel faydalar

Önemli VOC azalmaları.

Çapraz ortam etkileri

Her boyama adımından sonra pürüzsüz bir yüzey elde etmek için genellikle ekstra zımparalama ve cilalama gereklidir. Bu daha fazla atık üretir ve daha fazla hammadde tüketilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Su bazlı boyaların uygulanması, kullanılan ürüne, yüzeye, baz kat tabakasına (astar), uygulama yöntemine, istenen son kaliteye, yüksek kaliteli ürünlerin bulunabilirliğine ve şirketin hedeflediği ürün segmentine bağlıdır. Şu anda, yüksek kaliteli kaplamaların mevcudiyeti yeterli değildir.

İki bileşenli boyalar, örneğin zemin kaplamaları ve mutfak cepheleri gibi dayanıklı yüzeyler için boyamada yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ekonomik Yönler

Aşağıdaki yatırımlar gerekli olabilir:

- cebri kurutma (genellikle en büyük yatırım);
- tekrarlanan çalışma döngüleri arasında, boyanmış iş parçaları için daha büyük ara depolamanın yanı sıra kurutucu için gereken ek alan;
- boya depolama, alet işleme ekipmanı vb. için paslanmaz çelik ekipman, solvent bazlı boyalar için ise standart çelik kaliteleri kullanılabilir.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [27, VITO 2003] [96, Presti 2005]

14.4.2.2 Toz boya ile kaplama – geleneksel kurutma yöntemi ile

Açıklama

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.7.2.6. MDF ve HDF'ye (orta ve yüksek yoğunlukta lif levha) geleneksel konveksiyonla kurutma yöntemiyle toz boyalar uygulanır. Kurutma için gereken yüksek sıcaklıklar ve elde edilen düşük yüzey kalitesi nedeniyle şu anda ahşabın boyanması için uygun değildirler.

Sağlanan çevresel faydalar

Bölüm 17.7.2.6'ya bakınız.

Çapraz ortam etkisi

Bölüm 17.7.2.6'ya bakınız.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Televizyon ve ofis mobilyası üretimi için MDF paneller üzerine toz boya uygulaması ön astarlama yapılmadan gerçekleştirilir. Ön ısıtma, kaplama, kürleme ve soğutma için gereken tesisin tüm uzunluğu, geleneksel bir tesis için gerekenden önemli ölçüde daha kısadır: kaplama, tek bir çalışma döngüsünde gerçekleşir. Kurutma adımlarından sonra zımparalama işlemleri uygulanmaz.

MDF'nin çok düşük elektrik iletkenliği nedeniyle, elektrostatik destekli püskürtme tabancaları ile toz boya uygulanmadan önce plakalar 60-70 °C'ye kadar ısıtılır. Bu sıcaklıkta, toz parçacıkları MDF yüzeyine yapışır ve UV radyasyonu ile birleştirilen ve ardından kurutulan bir boya tabakası oluşturur.

Genel olarak ahşap alt tabakalar için uygun olan düşük sıcaklıkta toz boyalar, örneğin İsveç ve Birleşik Krallık'ta uygulanmaktadır.

Kısa üretim süreçlerinde ve mobilya imalatında çoğunlukla meydana gelen sık renk değişimlerinde püskürtme fazlalıklarının yeniden kullanılması mümkün değildir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yalnızca MDF ve düşük kaliteli parçalar için kullanılır. Masif ahşap kaplama veya ahşap kaplama ile kaplama için uygun değildir.

Ekonomik Yönler

Toz geri dönüştürülüp yeniden kullanıldığı için önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlanabilir.

Örnek tesisler

Stilexo Industrial, Birleşik Krallık.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [27, VITO 2003] [78, TWG 2005]

14.4.2.3 UV radyasyonu ile kürlenen kaplamalar, boyalar, vernikler ve yapıştırıcılar

Açıklama

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.7.2.3.

Sağlanan çevresel faydalar

Su bazlı ve solvent içermeyen radyasyonla kürlenen boyalar VOC emisyonu oluşturmaz.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

UV ile kürlenen boyalar, fırça ile sürme, silindir uygulama, döküm, püskürtme ve vakumla kaplama gibi birkaç farklı teknikle uygulanabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

UV ile kürlenen su bazlı boyalar, mobilya ve ahşap boyamada giderek daha fazla uygulanmaktadır. UV ile kürlenen su bazlı boyalar yaygın olarak sandalyelerin, kutu benzeri mobilyaların, ofis ve mutfak mobilyalarının, oda kapılarının, panellerin, oturma ve yatak odası mobilyalarının vb. boyanmasında kullanılmaktadır. Bu boyalar tüm boya katmanları için uygulanabilir. Düz panellerin ayrı ayrı boyanabildiği ve mobilya parçası monte edilmeden önce boyamanın yapıldığı durumlarda UV ile kürlenen ürünlerin kullanılması mümkündür. Doğrama işleri ve bitirme panelleri bölümünde UV ile kürlenen boyaların bazı uygulamaları olabilir. Kızılötesi kürleme ürünlerinin kullanımı daha az bilinmektedir.

En az bir Alman şirketi ve bir Fin şirketi, inert atmosfer altında UV kürleme kullanan bir UV kürleme yöntemini ayrı ayrı geliştirmiştir. Bu yöntemle monte edilmiş sandalyeler gibi 3 boyutlu bileşenlerde UV vernikleri ve UV boyaları kürlemek mümkündür. Ekipman ve kaplamalar ticari olarak temin edilebilmektedir.

Örnek tesisler

Tesis #144 [155, TWG 2016].
3D kaplamalar için: Rippert GmbH, Almanya ve Tikkurila Coatings Oy, Finlandiya.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]
3D kaplama için: RadTech 2005 konferans bildirileri, www.tikkurila.fi.

14.4.3 Boya uygulama teknikleri ve ekipmanları

14.4.3.1 Silindir ile kaplama

Açıklama

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.7.3.1.

Sağlanan çevresel faydalar

İş parçasına ve işleme koşullarına bağlı olarak yaklaşık %90-100 arasında uygulama verimliliği elde edilebilir. Ayrıca %40'a varan malzeme tasarrufu da sağlanabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Çoğu durumda, kapalı hücreli yüzeyler de dahil olmak üzere iyi sonuçlar veren normal silindir ile kaplama kullanılır
2002 yılında, kayın, akçaağaç, armut, huş ağacı ve kiraz ağaçları gibi kapalı hücreli alt tabakalar için kaplamalara yönelik artan bir talep görülmüştür. En kaliteli ahşap kaplama için bu daha önce yalnızca geleneksel silindir veya püskürtme uygulamalarıyla mümkün olmuştur. Bununla birlikte, baz katının uygulanması için ısıtılmış düzleştirme silindirlerinin kullanılması önemli avantajlar göstermektedir. Gözenekli yüzeylerin aşırı malzeme uygulanmadan doldurulmasını ve düzleştirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca ahşap kaplama ve derz bağlantıları, ham suntalar, MDF paneller ve diğer ahşap malzeme panellerinin yüzeyindeki çatlaklar doldurulabilmektedir. Böylece daha düzgün bir yüzey oluşturulmakta ve ahşap, dolgulu ve pürüzsüz bir görünüm kazanmaktadır.
Bu avantajlar, iş parçası yüzeylerine uygulanan UV boyayı uygulama silindiri aracılığıyla işleyen tersi yönde dönen ısıtmalı düzleştirme silindirlerinden kaynaklanmaktadır. Bu şekilde boya iş parçasının yüzeyine işlenmektedir. Gözenekler, kaplama çatlakları ve ek yerleri de bu şekilde doldurulmaktadır. Düzleştirme silindirinin ısıtılması, malzemenin doldurulmuş gözeneklerde kalması için boya tabakası içindeki kohezyonun azalmasını sağlamaktadır. Ek olarak, boya malzemesi daha iyi çalışma özellikleri göstermekte ve düz, eşit bir yüzey oluşturmaktadır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak, suyla seyreltilebilir boyaların ve UV radyasyonu ile kürlenen boyaların uygulanması için silindir ile uygulama teknikleri kullanılmaktadır. Esas olarak düz iş parçalarına uygulanabilirler, ancak ahşap paneller gibi hafif kavisli ürünler de işlenebilir. Makine tipine bağlı olarak 25 g/m^2 ile

60 g/m^2 arasındaki uygulama ağırlıkları işlenebilir. Ters kaplayıcılar yalnızca düz iş parçaları için uygulanabilir ve bu nedenle esas olarak ahşap ürünlerden elde edilen plakalar için kullanılır. Daha kavisli yüzeyler için palet bıçakları gibi elle çalıştırılan ekipmanlarla stoperler uygulanır.

Ekonomik Yönler

Ahşap ve mobilya kaplamada kullanılan 1,3 metre çalışma genişliğine ve 5,5 kW kurulu elektrik yüküne sahip hafif bir dolum makinası 2000 yılında 55 000 Euro'ya mal olmuştur. Ahşap ve mobilya kaplamada kullanılan 1,3 metre çalışma genişliğine ve 3 kW elektrik yüküne sahip bir makine, örneğin köpük silindir, 2005 yılında yaklaşık 30.000 Euro'ya mal olmuştur. Yine 2005 yılında, aynı çalışma genişliğine ve 6 kW elektrik yüküne sahip iki silindir (çift sistem) uygulayan bir makinenin maliyeti 60 000 Euro'dur.

Örnek tesisler

Tesis #141 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

14.4.3.2 Perde tipi kaplama (döküm)

Açıklama

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.7.3.4. Perde tipi kaplama (döküm) yaygın olarak kapıların, duvar ünitelerinin ve diğer levhaların kaplanması için uygulanmaktadır. Çoğunlukla solvent içermeyen polyester bazlı vernikler uygulanmaktadır, ancak diğer kaplama malzemeleri de işlenebilmektedir. Perde tipi kaplama, katman kalınlığında yüksek bir homojenlik sağlayabilmektedir.

Sağlanan çevresel faydalar

İş parçasına ve işleme koşullarına bağlı olarak yaklaşık %90-98 oranında malzeme verimliliği elde edilebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Silindir uygulaması ile karşılaştırıldığında, ahşap iş parçalarının kesinlikle düz olması gerekmez. Bir perde tipi kaplayıcı içinde, kullanılan boya malzemesi, kaplamanın ince bir lamina film şeklinde boşaltıldığı bir basınç tankına pompalanır. Kaplanması gereken iş parçaları bu film aracılığıyla gönderilir. Fazla boya malzemesi bir haznede toplanır ve yeniden basınç tankına pompalanır. Yaklaşık %95'lik bir verim elde edilir. Bu teknikle her türlü boya malzemesi uygulanabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Döküm işleminde düz veya düze yakın iş parçaları kaplanır. Makina tipine göre 60 gr/m^2'den 250 gr/m^2'ye kadar uygulama ağırlıkları işlenebilir.

Ekonomik Yönler

Ahşap ve mobilya kaplamasında uygulanan, 1,3 metre çalışma genişliğine ve 3 kW kurulu elektrik yüküne sahip bir döküm tesisinin maliyeti 2000 yılında 35.000 Euro olmuştur.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [27, VITO 2003] [78, TWG 2005]

14.4.3.3 Akış kaplama

Açıklama

Genel bir açıklama için Bölüm 0'a bakın.

Sağlanan çevresel faydalar

İş parçasına ve işleme koşullarına bağlı olarak %95-99 verim elde edilebilir. Daldırma uygulamasına göre buharlaşma kayıpları daha fazladır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Akış kaplama tesislerinde iş parçaları konveyör sistemleri ile kapalı kanallara taşınır. Burada, iş parçaları, enjeksiyon tüpleri aracılığıyla boya malzemesi ile doldurulur. Fazla boya malzemesi kanalın dibinde emilir ve yeniden kullanılır.

60 g/m^2'den 200 g/m^2'ye kadar olan uygulama ağırlıkları işlenebilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Proses, özellikle yüzme eğiliminde olan ahşap iş parçaları için uygundur. Çok fazla renk değişikliği olmadan seri üretim ve geniş yüzey alanına sahip büyük iş parçaları için uygulanır.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002]

14.4.3.4 Yüksek hacimli düşük basınçlı (HVLP) atomizasyon

Bk. Bölüm 17.7.3.10. Bu genellikle düşük viskoziteli ahşap vernikleri ve giderek artan şekilde diğer boya sistemleri için uygulanır [5, DFIU ve diğ. 2002].

14.4.3.5 Elektrostatik destekli hava veya havasız püskürtme

Açıklama

Bu teknikte boya, bir elektrik alanında atomize edilir, bk. Bölüm 17.7.3.12. Pencerelerin, sandalyelerin ve altlık raflarının üretimi için masif ahşap gibi elektriksel olarak daha iletken malzemeler işlenirse elektrostatik destekli püskürtme uygulamaları kullanılabilir. Bu teknik aynı zamanda toz boya uygulaması için de uygundur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Toz boyalar uygulandığında, MDF'nin çok düşük elektrik iletkenliği nedeniyle, elektrostatik destekli püskürtme ile toz uygulanmadan önce plakalar 60-70 °C'ye kadar ön ısıtmaya tabi tutulur. Bu sıcaklıkta, toz parçacıkları MDF yüzeyine yapışır ve UV radyasyonu ile birleştirilen ve ardından kurutulan bir boya tabakası oluşturur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Faraday kafesi etkisi, boya partiküllerinin boşluklara ulaşmasını imkansız hale getirir. İş parçasının yeterli iletkenliğini elde etmek için ahşabın nem içeriğinin en az %10 olması gerekir.

Örnek tesisler

Tesis #141 (şekillendirme havası ve elektrik şarjlı havasız püskürtme) [155, TWG 2016].

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [96, Presti 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

14.4.4 Püskürtme kabinleri

14.4.4.1 Islak ayırma püskürtme kabini

Açıklama

Bk. Bölüm 17.10.4.1. Bu, aşırı püskürtmeyi azaltmak için arkada ve muhtemelen yanlarda su spreyi ile donatılmış paslanmaz çelikten bir püskürtme kabinidir. Bunlar yaygın olarak uygulanır ve kaskadlarla donatılır veya su, hava yüzdürme ve boya geri dönüşümü ile dolaştırılır.

Ekonomik Yönler

13 kW kapasiteli ve 7.000 m^3/sa hava çıkışı olan bir ıslak ayırma püskürtme kabini için satın alma maliyetlerinin 2002 yılında 150.000 Euro olduğu bildirildi.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [27, VITO 2003]

14.4.5 Kurutma/kürleme

14.4.5.1 Konveksiyonla kurutma/kürleme

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.8.6.

Örnek tesisler

Tesis #141 [155, TWG 2016].

14.4.5.2 Mikrodalga kurutma/kürleme

Açıklama

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.8.3.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Mikrodalga kurutucu, kalın iş parçaları (> 20 cm) için uygun değildir. Bu teknik Avrupa'da yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Ekonomik Yönler

Bir tesis için (bağlantısız, vb.) maliyetler 55.000 Euro ile 100.000 Euro (12 kW) arasındadır (2006 verileri).

Örnek tesisler

Norveç'te bir deneme amaçlı tesis. Enerji tüketiminin geleneksel tekniklerden (IR, sıcak hava) %10-30 daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [95, CEI-BOIS 2006] [96, Presti 2005]

14.4.5.3 Yüksek frekanslı (HF) kurutma/kürleme

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.8.3. Suyun hızlı buharlaşması nedeniyle, ağaç liflerinin havlaması ve ortaya çıkan toz miktarı önemli ölçüde azalır. Bitirme panelleri, diğer tip kurutucular gerektiren UV ile kürlenen ürünlerle yapılır.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004]

14.4.5.4 Kızılötesi radyasyonla kurutma/kürleme

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.8.5.1. Bu teknik, sirkülasyonlu hava kurutucuları ile birlikte uygulanır. Kızılötesi radyasyon ahşabı değiştirebilir.

Örnek tesisler
Tesis#141 (polyester boya için) [155, TWG 2016].

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

14.4.5.5 Yakın kızılötesi radyasyonla (NIR) kürleme

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.8.5.1. Bu teknik, çok kısa (1-5 saniye) kürlenme süreleri nedeniyle ahşap gibi ısıya duyarlı malzemeler için çok uygun olduğundan yaygın olarak uygulanır. Toz boya ile kaplamalar genellikle ahşap üzerine NIR kürleme ve ayrıca su bazlı boyalar uygulanarak kürlenir. Ahşabın kaplanmasıyla ilgili olarak NIR tekniği en kısa kuruma ve döngü sürelerine ulaşır [5, DFIU ve diğ. 2002].

14.4.5.6 Ultraviyole (UV) ile kürleme

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.8.5.4. Bu teknik, boyalı mobilyaların, özellikle de düz parçaların kurutulması için yaygın olarak uygulanmaktadır. Ahşap veya plastik alt tabakalar sararma gösterebilir ve kırılgan hale gelebilir. 3D UV kaplamaların kürlemek için ticari olarak bir teknik de mevcuttur, bk. Bölüm 14.4.2.3 [5, DFIU ve diğ. 2002] [27, VITO 2003].

Örnek tesisler
Tesisler #177 (UV kaplamalar için) ve #141 (UV laklar için) [155, TWG 2016].

14.4.5.7 Elektron ışını ile kürleme (EB)

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.8.5.5. Bu teknik, özel, solvent içermeyen bir kaplama maddesi gerektirir. Yüksek yatırım maliyetleri nedeniyle, bu teknik şu anda yalnızca büyük yüzey çıktıları için uygulanmaktadır.

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002] [57, VDI 2005]

14.4.5.8 Kombine konveksiyon ve IR radyasyonlu kurutma/kürleme

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.8.4. Teknik, ahşap yüzeylerin kaplanmasında uygulanmaktadır. Kaplanmış alt tabaka ısıya dayanıklı olmalıdır.

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004]

14.4.6 Çıkış gazı işleme

14.4.6.1 Kuru püskürtme fazlalıklarının ayrılması

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.10.4.4. Boya durdurucu filtreler ve kağıt filtreler, ahşap ve mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. 3 mg/m^3 veya daha az toz emisyon değerleri

genellikle bu teknik kullanılarak elde edilir. Almanya'daki bir tesis için rapor edilen toz emisyon seviyeleri 0,25 mg/Nm^3'ten düşüktür (ayrıca bk. Bölüm 14.3.2.2).

Referans literatür
[27, VITO 2003] [137, CEI-BOIS 2006] [155, TWG 2016]

14.4.6.2 Elektrostatik filtre (çökeltici)

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.10.4.5. Teknik, püskürtme kabinleri için uygulanır. Ancak atık su ve atık gazın nasıl işlendiği konusunda herhangi bir bilgi mevcut değildir. Bu tekniğin bazen sektör için ekonomik olmadığı düşünülmektedir.

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004]

14.4.6.3 Islak ovalama

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.10.4.2. Teknik, püskürtme kabinleri için uygulanır. Ancak atık su ve çıkış gazının nasıl işlendiği konusunda herhangi bir bilgi mevcut değildir. Elde edilen emisyon seviyelerine ilişkin herhangi bir ilgili veri rapor edilmemiştir.

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ 2002] [27, VITO 2003] [38, TWG 2004] [137, CEI-BOIS 2006]

14.4.6.4 Biyolojik işleme

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.10.7. Almanya'da kokunun azaltılması için sadece bir tesis biyofiltrasyon sistemi ile donatılmıştır [5, DFIU ve diğ. 2002].

14.4.6.5 Termal oksidasyon

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.0.5.2.

Yüksek yatırım ve işletme maliyetleri (ek ısı girdisi, fanların elektrik tüketimi) nedeniyle bu tekniğin ekonomik olarak uygun olmadığı düşünülebilir. Birçok ahşap bazlı şirket, kesintili olarak ve tek veya çift vardiyalı operasyonlarda çalışmaktadır. Bu, soğumadan sonraki termal atalet termal verimliliği azalttığından ve bazı tesisler başlatma veya ayarlamadan sonra stabilize edilmesi için zamana ihtiyaç duyan karmaşık proses kontrol ekipmanlarına sahip olduğundan, kararlı koşulların elde edilmesini zorlaştırır. Ayrıca, bir vardiya sırasında çıkış gazı akışlarındaki VOC yükleri düzensiz olabilir.

Ancak, yüksek solventli kaplamaların kullanılmasına alternatif olmadığında düşünülebilir. Basit termal oksidasyon, aralıklı kullanım için çok uygundur ve < 2000 m^3/sa akış, VOC yükleri değişken olsa da bir sorun oluşturabilir (bk. Ek 21.6) [5, DFIU ev diğ. 2002] [96, Presti 2005].

Teknik, püskürtme kabinlerinden ve kurutma fırınlarından çıkan gazların işlenmesine yönelik veri toplama çalışmasında bir tesis tarafından rapor edilmiştir[155, TWG 2016].

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002] [96, Presti 2005] [155, TWG 2016]

14.4.7 Atık su işleme

14.4.7.1 Islak ayırma püskürtme kabinleri için atık su işleme

Islak ayırma püskürtme kabininin açıklaması için Bölüm 17.10.4.1'e bakınız. Bölüm 17.11, atık su işleme seçeneklerini açıklamaktadır.

14.4.7.2 Ultra ve nanofiltrasyon

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.11.4.3. Islak ayırma püskürtme kabinleri uygulanmakta ve boya malzemesini ayırmak ve geri kazanmak için bir ultrafiltrasyon ünitesi ile donatılmaktadır. Bu tekniğin bazen sektör için ekonomik olmadığı düşünülmektedir.

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004]

14.4.8 Atık işleme

14.4.8.1 Damıtma uygulayarak kullanılmış solventlerin geri kazanılması

Genel bir açıklama için bk. Bölüm 17.12.3.1.2. Temizlik maddelerinin geri kazanılması, örneğin ahşap mutfak ve banyo mobilyalarının kaplanmasında yaygın olarak uygulanmaktadır.

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [5, DFIU ve diğ. 2002] [26, CITEPA 2003]
[6, DFIU ve diğ. 2002]

15 AHŞAP VE AHŞAP ÜRÜNLERİN KİMYASALLARLA KORUNMASI

15.1 Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunması hakkında genel bilgiler

Birçok ağaç türü, ahşabı tahrip eden organizmalara karşı doğal direnci yetersiz veya hiç olmayan öz oduna sahiptir. Doğal direnci yetersiz olan veya hiç olmayan öz odun, ıslandığında ve ıslak kaldığında çürüyecektir (ahşabı tahrip eden mantarların saldırısına uğrar). Birçok son kullanımda ahşabı tahrip eden böcekler ve termitler tarafından saldırıya uğrayacaktır. Denizdeki ahşap, deniz hayvanları ve mantarların verdiği zarara karşı hassastır. Tüm türlerin diri odunu, ahşabı tahrip eden tüm organizmaların ve lekeleme mantarlarının saldırılarına karşı hassastır. Doğal koruyucu bileşenlerin yetersiz olduğu veya tamamen bulunmadığı durumlarda, ahşap ve ahşap ürünler, onları mantar, bakteri, böcek, su, hava veya ateşin zararlı etkilerinden korumak için koruyucu maddelerle işlenir ve böylece yapısal bütünlüklerinin uzun süreli korunması sağlanır ve dirençleri artırılır.

Ahşap koruyucularla işlenmiş ahşap veya ahşap ürünler, örneğin bina ve inşaat sektöründe (ahşap kafesler, köprüler, dağ kulübeleri veya dağ evleri, vb.), bahçecilik ve peyzaj düzenlemelerinde (çitler, kemerler, vb.), tarımda (meyve yetiştirme direkleri ve şarap yapımı), oyuncaklarda ve oyun ekipmanlarında, çığ ve gürültü bariyerlerinde, demiryolu traverslerinde ve telgraf direklerinde görülebilir. Ahşabın kullanıldığı yere göre 0 ile 5 aralığında kullanım sınıfları tanımlanmıştır. 1'den 4'e kadar olan kullanım sınıfları için, ahşabın ıslanma ve ıslak kalma riski artar ve buna bağlı olarak mantar çürümesi riski de artar.

Ahşabın korunması, kereste fabrikalarındaki üretimin bir parçası olarak (kereste fabrikalarının yalnızca biçilmiş kereste değil, aynı zamanda işlenmiş kereste sunduğu yerlerde) veya pencere ve kapı üretimi gibi diğer ahşap işleme endüstrilerinde uzmanlaşmış şirketlerde gerçekleştirilebilir.

Avrupa'da günde 75 m^3'ün üzerinde üretim kapasitesine sahip yaklaşık 250 tesis olduğu iddia edilmektedir [148, COM 2009] Ancak, AB'de sektörün büyüklük dağılımı, üretimi, istihdamı veya ticaret dengesine ilişkin doğru sayısal değerler bulunmamaktadır. IPPC Direktifinin olası bir incelemesine hazırlık olarak yürütülen bir veri toplama çalışmasının sonuçları ('*IPPC Direktifinin olası bir teknik incelemesi için veri toplama ve etki değerlendirmesi – Bölüm 2', Bilgi Formu B5 Ahşap koruma, Eylül 2007*) aşağıdaki Tablo 15.1'de verilmektedir.

Tablo 15.1: Ahşabın korunmasına yönelik tesislerin sayısı ve büyüklüğü ilgili bir anketten elde edilen sonuçlar

Ülke	Toplam sayı	< 50 m^3/gün	50-100 m^3/gün	> 100 m^3/gün
Avusturya	3 ([1])	NI	NI	NI
Çek Cumhuriyeti	55	53	1	1
Macaristan	7	NI	NI	NI
Letonya	17	12	2	3
Toplam	82	65	3	4

([1]) Yılda 25 ton organik solvent tüketimini aşan ahşap koruma tesisleri. Not:
NI: Bilgi verilmedi.
Kaynak: [228, IEEP ve diğ. 2007]

10 uluslararası ahşap koruma maddesi tedarikçisine gönderilen bir anketten yalnızca bir yanıt (kreozot tedarikçisi) ile dönüş yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 15.2'de verilmiştir. Ancak, bu sadece çok eksik bir resim sağlamaktadır. Bilgiler yalnızca bazı Batı Avrupa Üye Devletlerinde kreozot kullanan tesislere ilişkindir. Bu tesislerden %60'ı günde 50 m^3'ten az ahşap işlemektedir. Su bazlı koruyucular veya hafif organik solvent koruyucular kullanan tesislerden veya Avrupa'nın diğer bölgelerindeki durum hakkında ek bilgi elde edilmemiştir.

Tablo 15.2: AB'de tek bir kreozot tedarikçisinden alınan tahmini ahşap koruma tesisi sayısı ve büyüklüğü

Ülke	Toplam sayı	< 50 m^3/gün	50-100 m^3/gün	> 100 m^3/gün
Avusturya	1	0	0	1
Belçika	2	1	1	0
Fransa	1	0	1	0
Almanya	7	6	1	0
İrlanda	1	0	0	1
Hollanda	1	1	0	0
Birleşik Krallık	4	3	0	1
Toplam	17	11	3	3

Not:
NI: Bilgi verilmedi.
Kaynak: [228, IEEP ve diğ. 2007]

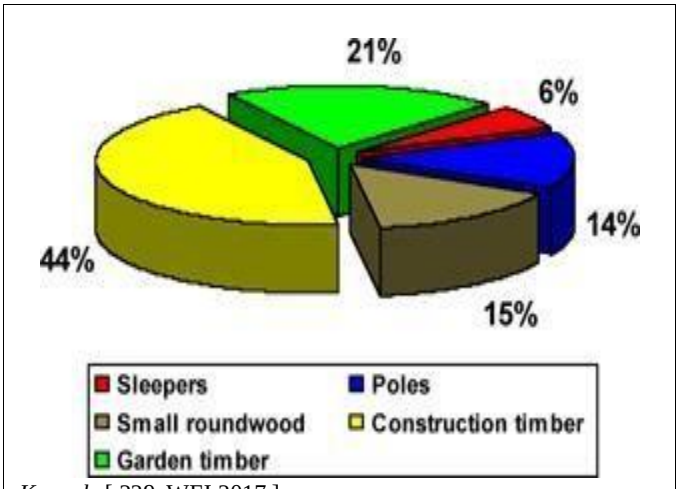
Üye Devletler tarafından sunulan Solvent Emisyonları Direktifinin (SED) uygulanmasına ilişkin raporların analizinden Tablo 15.3 elde edilmiştir. Bu tablo, yalnızca ahşabı emprenye eden ve yıllık solvent tüketimi 25 tona eşit veya daha fazla olan tesisleri temsil ettiği için eksiktir.

Tablo 15.3: 2003-2004 SED Madde 2(2) kapsamındaki ahşap emprenyeye yönelik mevcut tesisler

Ülke	Tesis sayısı
Avusturya	3
Belçika	1
Danimarka	3
Finlandiya	0
Fransa	648
Almanya	10
Yunanistan	4
İrlanda	72
İtalya	NI
Lüksemburg	0
Hollanda	0
Portekiz	0
İspanya	4
İsveç	NI
Birleşik Krallık	17
Toplam	**762**
Not: NI: Bilgi verilmedi. *Kaynak:* [228, IEEP ve diğ. 2007]	

Basınçla işlenmiş ahşap

Avrupa'nın ahşap koruma endüstrisi, ağaç işleri, inşaat, çevre düzenlemesi, eğlence amaçlı ahşap, tarım, denizcilik, demiryolu, telekomünikasyon, elektrik üretimi ve dağıtım uygulamaları için yılda yaklaşık 6,5 milyon m^3 basınçla işlenmiş ahşap tedarik etmektedir. Şekil 15.1'de gösterildiği gibi, üretimin (basınçla işlenmiş ahşabın) %44'ü inşaat kerestesi, %21'i bahçe kerestesi, %15'i küçük yuvarlak kereste, %14'ü direk ve %6'sı travers olarak kullanılmaktadır [229, WEI 2017].

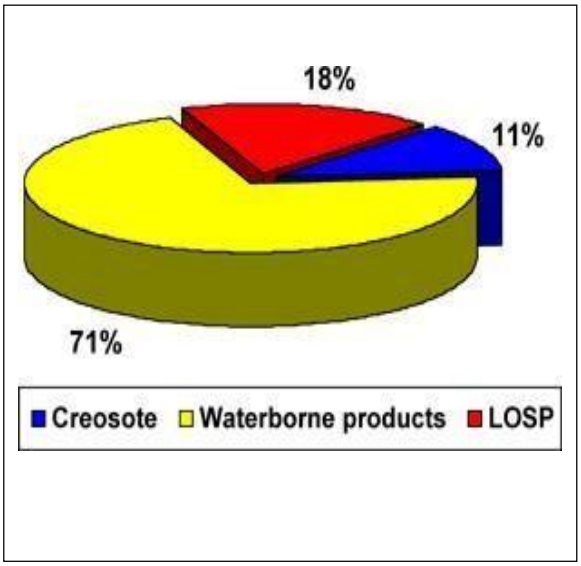


Kaynak: [229, WEI 2017]

Şekil 15.1: Ürün türlerine göre sınıflandırılan Avrupa ahşap koruma endüstrisi üretimi

Toplamda, ahşabın %71'i su bazlı koruyucularla, %11'i kreozotla (esas olarak direkler ve traversler) ve %18'i, pencere ve kapı doğramaları gibi inşaat kerestesi olmak üzere solvent bazlı koruyucularla işlenir.

(bk. Şekil 15.2). Kreozot emprenyesi, kreozot kullanımına ilişkin düzenlemeler ve yeni ahşap olmayan ürünler, örneğin yeni demiryolu hatları için beton traverslerin kullanımı nedeniyle genel olarak azalmaktadır. Ancak direklerde, Avrupa'da emprenye işleminde kreozot kullanımının arttığı rapor edilmiştir. Bunun önemli bir kısmı AB dışındaki ülkelere ihraç edilmektedir [229, WEI 2017].



Şekil 15.2: Koruyucu türüne göre sınıflandırılan Avrupa ahşap koruma endüstrisi üretimi

AB'deki toplam tesis sayısı ve IED tesisi sayısı hakkında yalnızca sınırlı bilgi sunulmuştur. Sunulan veriler genellikle kullanılan koruyucu türü (su bazlı, solvent bazlı veya kreozot) hakkında bilgi içermez ve/veya tahminlere atıfta bulunur. Yalnızca birkaç Üye Devlet, kendi ahşap koruma endüstrisi hakkında bilgi (istatistik) sunmuştur [229, WEI 2017].

Tablo 15.4, AB Üye Devletlerinde ahşap koruma endüstrisi hakkında mevcut bilgilere genel bir bakış sağlamaktadır.

Bölüm 15

Tablo 15.4: AB Üye Devletleri tarafından bildirilen her koruyucu için WPC tesislerinin (toplam) sayısı ve üretim kapasitesi > 75 m^3 olan WPC tesislerinin sayısı (durum 5/2017)

Üye Devlet	WPC tesisi/ IED tesisi sayısı ([1])	Su bazlı koruyucular (WB)	Solvent bazlı koruyucular (SB)	Kreozot (C)	Karışık WB-C	Karışık SB-C	Karışık WB-SB
		WB tesisi/ IED tesisi sayısı	SB tesisi/ IED tesisi sayısı	C tesisi/ IED tesisi sayısı	WB-C tesisi/ IED tesisi sayısı	SB-C tesisi/ IED tesisi sayısı	WB–SB tesisi/ IED tesisi sayısı
Avusturya	NI/ 0	NI/ 0	NI/ 0	NI/ 0	NI	NI	NI
Belçika ([2])	9 / 8	4 / 3	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 1	NI
Bulgaristan	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Hırvatistan	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Kıbrıs	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Çek Cumhuriyeti	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Danimarka	NI/ 2	NI/ 2	0	0	NI	NI	NI
Estonya	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Finlandiya	21 / 7-11*	18 / 4-8	NI	1 / 1	2 / 2	NI	NI
Fransa	NI / tanımlanmış 36 (60-100*)	NI / 30* (diğerl.)	NI / 30* (diğerleri)	NI / 6*	NI	NI	NI
Almanya	NI / 0-25*	60-120 / 0-25	0	2 / 0	3/0	0/0	0/0
Yunanistan	NI	NI	NI	NI/ 1	NI	NI	NI
Macaristan	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
İrlanda	20 / 8	NI	1 / 1	NI	NI	1 / 1	NI
İtalya	NI/ 2	NI/ 2	NI	NI	NI	NI	NI
Letonya	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Litvanya	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Lüksemburg	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Malta	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Hollanda	2 / NI	NI	0	2 / NI	NI	NI	NI
Polonya	NI	NI	NI	/	NI	NI	NI
Portekiz	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Romanya	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Slovakya	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Slovenya	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
İspanya	NI	68 / 0	78 / 0	3 / 0	NI	NI	NI
İsveç	70* / 29*	NI / 25*	NI / 1*	0* / 0*	0* / 2*	0* / 0*	NI / 1*
Birleşik Krallık	NI	NI / 160*	NI / 35*	NI / 5*	NI	NI	NI

(1) IED tesisleri, IED Ek I, 6.10'daki eşiği aşan tesisleri, yani günlük > 75 m^3 odun üretim kapasitesine sahip tesisleri ifade eder. (IED Ek I, 6.7'deki ilgili eşiklerin (solvent tüketim kapasitesi > 150 kg/saat veya 200 t/yıl) aşılması nedeniyle WPC tesislerinin IED tesisi olduğu hakkında hiçbir bilgi sunulmamıştır.)

(2) Bir IED tesisi (> 75 m^3) bilinmeyen bir koruyucu türü ile rapor edilmiştir.

* Tahmini.

Not:

NI: Bilgi verilmedi.

Kaynak: [161, TWG 2015] [212, TWG 2018]

Çevresel etkiler

Ahşabın kimyasallarla korunmasıyla ilgili çevresel sorunlar, ahşabı emprenye etmek için kullanılan kimyasallarla güçlü bir şekilde bağlantılıdır. Kullanılan koruyucular su bazlı, katran yağı bazlı (kreozot) veya solvent bazlı koruyuculardır. Ahşabın emprenye edilmesi, potansiyel olarak havaya emisyonlara, suya tehlikeli maddelerin salınmasına ve toprak/yeraltı suyu kontaminasyonu risklerine yol açar. Ayrıca, enerji boyutları ve atık üretimi de dikkate alınması gereken konulardır.

Atık gazlardaki emisyonlar

Atık gazlardaki ana emisyon, solvent bazlı ve kreozot koruyucuların (uçucu organik bileşikler (VOC'ler) solvent içeriğinden kaynaklanır. Organik solventlerin ve organik solvent içeren malzemelerin yer aldığı yükleme, depolama, taşıma ve karıştırma prosesleri ile koruyucu çözelti işleme sırasında aerosoller ve buharlar salınabilir.

Atık gazlardaki emisyonlar, WPC tesislerinde gerçekleştirilen toplu proseslerin bir sonucu olarak genellikle süreksizdir. (Basınç) koruma prosesinden kaynaklanan aerosol emisyonlarının ana kaynağı, işleme döngüsünden sonra kap kapısının açılması olabilir. İşleme sırasında, ilk vakum aşaması, vakum altında akış kaplama, basınç tahliyesi ve geri tepme ve son vakum süresince işleme tankından ilave buhar emisyonları meydana gelebilir. Solvent bazlı maddeler veya kreozot ile işlemden geçirilen ahşap, bir süre havaya VOC salmaya devam ettiğinden, dağınık emisyonların çoğu kurutma aşamaları sırasında meydana gelir.

Organik solvent bazlı temizleme sıvıları kullanan temizleme işlemleri ve atık organik solventlerin ve organik solventle kirlenmiş atıkların taşınması ve depolanması da VOC emisyonlarına neden olabilir.

Koruyucunun bileşimi nedeniyle, hava ve kokuya PAH (benzo(a)piren dahil) emisyonları kreozot tesisleri için sorun teşkil eder. Su bazlı koruyucuların kullanılması, amonyak (kullanılan koruyucuda varsa) gibi havaya emisyonlara neden olabilir.

Sahadaki trafik ve ısı veya buhar üretmek için kullanılan yakma işlemleri, havaya emisyonlara(CO, CO_2, NO_x, SO_2 ve toz) yol açabilir. VOC içeren çıkış gazlarının termal oksidasyonunun, boru çıkışı işleme olarak uygulandığı durumlarda bu, havaya emisyonlara katkıda bulunur.

Suya emisyonlar

Ahşap koruyucu olarak tehlikeli kimyasalların kullanılması, bu maddelerin suya yayılma riskini beraberinde getirir. Ahşap koruyucuların teslim edildiği, depolandığı, karıştırıldığı, işlendiği veya uygulandığı herhangi bir alandan ve yeni işlenmiş ahşaptan kaynaklanan damlamalar ve dökülmeler, yağış suyuyla karışabilir ve yüzeyde kontamine su akışına neden olabilir. Kirlenme, kullanılan kimyasallara ve bileşimlerine bağlıdır. Ahşap korumasından yayılabilecek maddeler şunları içerir: bakır tuzları, amonyak, organik biyositler, kreozot (toluen, ksilen ve polisiklik aromatik bileşikler gibi maddelerden oluşur) [WEI/EWPM yorum #64 [212, TWG 2018]].

Su bazlı tuz veya emülsiyon konsantreleri kullanan emprenye prosesleri temelde atık su içermeyen işlemlerdir. Emprenye tesisinden gelen yoğuşma suyunun ve soğutma suyunun veya sulu koruyucularla kirlenmiş yüzey suyunun toprağa, yeraltı suyuna veya bitişik su yollarına girmesini önlemek için ikincil muhafaza ve çevreleme sistemleri kullanılır. Toplanan veya tutulan su, üretim sürecine (kapalı döngü) geri döndürülebilir.

Emprenye yağları (kreozot) kullanan basınçlı işleme tesislerinde, işleme tankının basıncının düşürülmesi ve vakumlama periyotları sırasında yoğuşma suyu şeklinde atık su akıntıları oluşur. Yoğuşma suları toplanır, çökelmeye bırakılır ve aktif karbon filtrede işlenir. İşlenen su ya yeniden kullanılır (kapalı döngü) ya da şebeke kanalizasyon sistemine boşaltılır [230, VDI 2014] [231, Almanya 2013].

Buharlama ve kurutma proseslerinden kaynaklanan yoğuşma suları, sürece yeniden sirküle edilmedikçe atık su emisyonlarına neden olabilir.

Koku
Koku emisyonları, kreozottaki naftalin içeriğinden dolayı esas olarak kreozot tesisleriyle ilişkilidir. Su bazlı emprenyede bazen amonyak maddelerinin kullanımı çevrede bazı koku etkilerine yol açabilir.

Toprak ve yeraltı suyu kirliliği
Suya olası emisyonlar söz konusu olduğunda, yeni işlenmiş ahşabın kimyasal dağıtımı, depolanması, karıştırılması, yüklenip-boşaltılması, uygulanması ve depolanmasına yönelik alanlar, dökülmeler ve damlamalar meydana gelirse ve bunlar uygun şekilde toplanmaz ise toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski taşır. Sızıntıların ve kazara dökülmelerin önlenmesi, WPC sektörü için önemli bir konu olarak kabul edilmektedir.

Atık
Ahşap emprenye tesisleri, nispeten küçük miktarlarda çeşitli tehlikeli olmayan ve tehlikeli atıklar üretebilir. Tehlikeli olmayan atıklar, işlenmemiş ahşap atıkları ve kirlenmemiş ambalajları içerir. Tehlikeli atıklar, tarihi geçmiş ve kirlenmiş kimyasalları, gereğinden fazla koruyucu çözeltiyi, kimyasal ambalajları, kirlenmiş silme malzemelerini, talaşları veya sızıntıları emmek için kullanılan diğer malzemeleri, emicileri, çamurları ve tanklardan ve proses ekipmanlarından gelen döküntüleri vb. içerebilir.

Enerji
En çok enerji tüketen süreç, basınç altında emprenye etme (basınç/vakum pompaları) ve kreozotun ısıtılmasıdır.

Gürültü
Esas olarak trafik ve yükleme/boşaltma faaliyetleri veya ahşabın mekanik olarak işlenmesi ile ilgili olarak ahşabı koruma faaliyetlerinden biraz gürültü çıkabilir. Karayolu tankerlerinden silolara giriş, pompa gürültüsü ve boru tesisatında rezonans gibi rahatsızlıklar yaratabilir.

15.2 Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunmasında uygulanan işlem ve teknikler

15.2.1 Genel Bakış

Ahşap ve ahşap ürünler için işleme prosesleri, koruyucu uygulama prosesinin tipine (basınçsız veya basınçlı proses) ve/veya kullanılan koruyucu tipine (su bazlı veya solvent bazlı koruyucular veya kreozot) göre sınıflandırılabilir.

Basınçsız prosesler, batırma işlemlerini (tankla emprenye (daldırma) ve sıcak-soğuk banyolar vasıtasıyla) ve yüzeysel işlemleri (fırça ile sürme, püskürtme, sulama ve kısa daldırma (zamanlı batırma) gibi) içerir.

Basınçlı prosesler, emprenye prosesi sırasında uygulanan yüksek basınç ve düşük basınç/ vakum adımlarının sırası ve sayısı bakımından farklılık gösteren, otoklav işlemine dayalı çeşitli prosesleri içerir. Şu anda ticari uygulamada kullanılan prosesler aşağıdaki gibidir:

- Yüksek basınç:
  - tam hücreli emprenye prosesi/vakum basıncı prosesi (Bethell prosesi);
  - alternatif basınç prosesi (Henriksson prosesi);
  - değiştirilmiş alternatif basınç prosesi ('Hamburger prosesi');
  - Rueping prosesi;
  - çift Rueping prosesi.

- Alçak basınç:
  - çift vakum prosesi;
  - değiştirilmiş Lowry prosesi.

Su bazlı koruyucularla (WB) ahşap koruma

Su bazlı ahşap koruyucular arasında bor tuzları (inorganik bor), amonyum tuzları (kuaterner amonyum bileşikleri), amonyum-bor formülasyonları (bor ve kuaterner amonyum bileşikleri ile), kromsuz bakır formülasyonları (Cu-boron ve Cu-HDO formülasyonları, Cu, bor ve triazol bileşikleri, Cu-quat) ve organik madde kombinasyonlarını içeren formülasyonlar (örneğin, triazoller, piretroidler karbamat) bulunmaktadır [231, Almanya 2013].

Bakır-organik koruyucular genellikle 1 ila 4 kullanım sınıfları için uygundur ve yüksek basınçlı proseslerle uygulanır. Kerestenin yüksek biyolojik saldırı riskine maruz kaldığı durumlar, örneğin çit, yol kenar tahtaları, duvar içine gömülü kereste için uygundurlar. İşleme, kerestenin şişmesine, ağaç damarlarının yükselmesine ve bir miktar bozulmaya neden olabilir [232, WPA 2012].

Organik koruyucular, ideal olarak dış peyzaj ve kaplama kerestelerine yönelik olarak 3. kullanım sınıfı (kaplanmamış ve kaplanmış) için uygundur, ancak 1. ve 2. kullanım sınıflarında da kullanılabilir. Yüksek basınçlı proseslerle uygulanırlar. İşleme, kerestenin şişmesine, ağaç damarlarının yükselmesine ve bir miktar bozulmaya neden olabilir [232, WPA 2012].

Mikroemülsiyonlar (su bazlı) genellikle 1., 2. ve 3. kullanım sınıfları (kaplanmış) ile sınırlandırılmıştır ve ideal olarak iç yapı keresteleri için uygundur. Bunlar, normalde düşük basınçlı (çift vakumlu) proseslerle uygulanır. Su bazlı olmasına rağmen işlemenin, kereste boyutları üzerinde çok az etkisi vardır, ancak ağaç damarını yükseltebilir. Yüzey görünümünün önemli olmadığı doğrama ürünlerinde kullanılabilirler. Yüksek basınçla uygulandığında işleme, ahşabın şişmesine neden olur, ağaç damarını yükseltir ve bir miktar bozulmaya yol açabilir [232, WPA 2012].

Geçmişte koruyucu olarak su bazlı bakır krom arsenik (CCA) ürünleri kullanılmıştır. 2006 yılından beri CCA'nın artık AB'de biyosit olarak kullanılmasına izin verilmemektedir

(98/8/EC Direktifine göre) [148, COM 2009]. Ayrıca, koruyucu olarak kullanılan pentaklorofenol (PCP), Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Stockholm Sözleşmesi (2015 değişikliği) kapsamında yasaklanmıştır.

Solvent bazlı koruyucularla (SB) ahşap koruma

Solvent bazlı koruyucular, aktif bileşenlerin organik solventler (genellikle hafif organik solvent koruyucular (LOSP) olarak da bilinir) tarafından taşındığı koruyucu çözeltileri ifade eder. Genellikle 1., 2. ve 3. kullanım sınıfları (kaplanmış) ile sınırlandırılırlar ve düşük basınçlı proseslerle uygulanırlar. Başlıca avantajları, kerestenin boyutlarını değiştirmemeleri veya ağaç damarlarını yükseltmemeleri ve böylece onları özellikle doğrama bileşenleri için uygun hale getirmeleridir [232, WPA 2012].

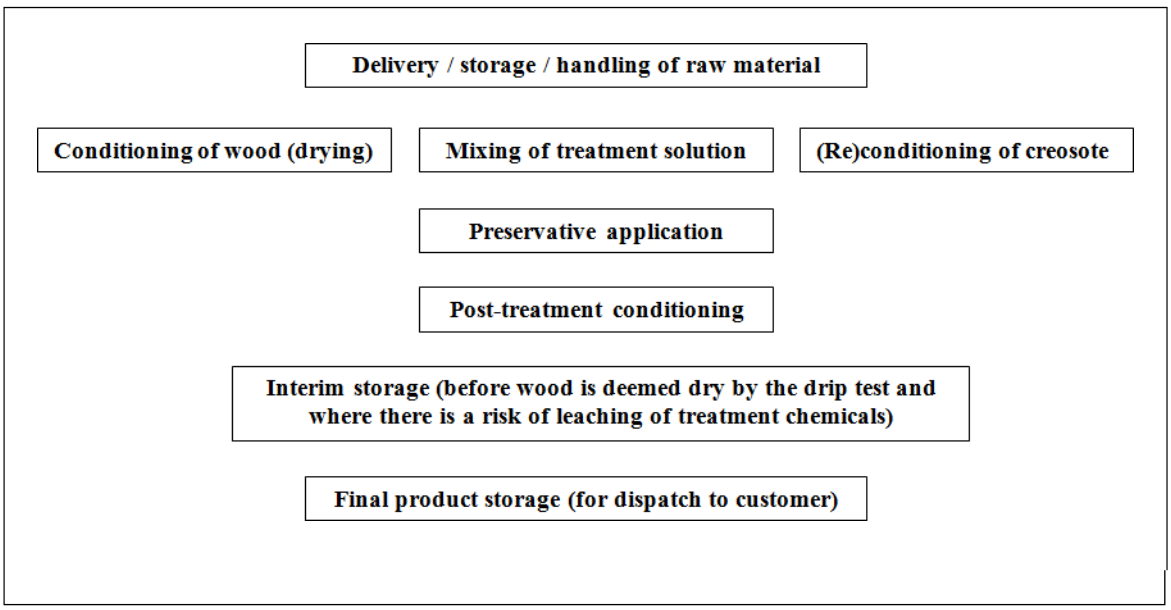
Kreozot (yağ bazlı) koruyucularla (C) ahşap koruma

Kreozot, kömür katranı türevlerinin karmaşık bir karışımıdır. Belirli bir kimyasaldan ziyade yüzlerce farklı kimyasalın karışımıdır. Kanserojen olarak sınıflandırılması nedeniyle, ahşap korumada kreozot kullanımı yalnızca profesyonel kullanımla ve belirli dış mekan kullanımlarıyla sınırlıdır. Kreozot, haricen, yerin üstünde ve altında ve su ile temas halinde kullanılacak keresteler için uygundur (3. (kaplanmamış), 4. ve 5. kullanım sınıfları). Yüksek basınçlı proseslerle uygulanır. Kreozot ile işleme, kerestedeki nem hareketini azaltır [232, WPA 2012].

Kritik üstü karbon dioksit prosesi, koruyucular (aktif bileşenler) için taşıyıcı ortamın, kritik üstü bir durumda CO_2 gazı olduğu özel bir durum oluşturur. 2017'de Avrupa'da sadece bir tesisin bu koruma sürecini uyguladığı bildirilmiştir.

Ahşabın korunmasında kullanılan diğer kimyasallar arasında su geçirmezlik için kimyasallar (örneğin yağlar, emülsiyonlar, vaks), yangın geciktiriciler ve kimyasal ahşap modifikasyonu veya hidrofobikleştirmede kullanılan kimyasallar (asetik anhidrit, furfuril alkol, silikonlar ve diğerleri gibi) bulunur.

Ahşabı koruma prosesi prensipte aşağıdaki temel proses adımlarından/alanlarından oluşur.



Şekil 15.3: Ahşabın korunması için proses adımlarına genel bakış

15.2.2 Hammaddelerin teslimi, depolanması ve yüklenip boşaltılması

İşleme tabi tutuacak ahşap ve ahşap ürünler açık veya üstü kapalı alanlarda depolanır. Ahşabın WPC tesisi içinde taşınması genellikle endüstriyel forklift veya vinç ile yapılır. Ahşap koruyucular/işleme kimyasalları, kazara sızıntı risklerini en aza indirmek için orijinal kaplarda veya onaylanmış bir kapta depolanır [231, Almanya 2013].

Ahşap koruyucular, sahaya su veya organik bir solvent içinde seyreltme için konsantre olarak veya daha fazla seyreltme gerektirmeyen kullanıma hazır şekilde (örn. kreozot) teslim edilir.

Koruyucu karışımların hazırlanması

Konsantre olarak temin edilen koruyucular, üreticinin talimatlarına göre bir taşıyıcı solvent (tipik olarak su) ile seyreltilir. Tipik olarak, bu proses bilgisayar kontrollüdür [WEI/EWPM yorumu #75 [212, TWG 2018]].

Kreozotun (yeniden) koşullandırılması

İşleme prosesinde kreozot devridaim edilmeden önce dışarı atılması gereken suyu kreozot, işleme prosesi sırasında biriktirebilir. Su içeriği sınırı genellikle% 3 civarındadır ve genellikle% 1'in altına kadar kontrol edilir.

Bazı tesisler suyun 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda (bazı durumlarda 120°C'de [Tesis DE-5 [236, TWG 2017]] kaynatıldığı kreozot yeniden koşullandırma sistemlerini içerir).

Diğerleri, termal oksitleyici nedeniyle çıkış gazı soğutulmadığı ve suyun, çıkış gazında buhar olarak kaldığı ve termal oksitleyiciden geçtiği için kreozot yeniden koşullandırma işleminin gerekli olmayabileceğini bildirmiştir [Tesis DE-9 [236, TWG 2017]].

15.2.3 Ahşabın Hazırlanması/Koşullandırılması

Mekanik işleme

Ahşap veya ahşap ürün, normal olarak ahşap koruma tesisine işlemeye hazır bir biçimde gelir. Herhangi bir mekanik işleme tercihen koruyucu işlemden önce yapılır, çünkü daha sonra yapılırsa işlenmemiş ahşabı açığa çıkarabilir. Kabuk soyma, soyma, kesme, şekillendirme, delme vb. çoğunlukla kereste fabrikaları gibi ilk aşama ağaç işleme tesislerinde yapılır. Ancak bazı WPC tesislerinde mekanik işleme bir dereceye kadar gerçekleşebilir. Prosesler, etkiler ve teknikler WPC'ye özgü olmadığından ve kereste fabrikaları IED kapsamına girmediğinden TWG bu dokümanda bu süreçlere yer vermeme kararı almıştır.

Oyma, koruyucu madde penetrasyonunu ve tutulmasını arttırmak için WPC tesislerinde uygulanan mekanik bir ön işleme prosesidir. Oyma işleminde, bir oyma deseni oluşturmak için ahşabın yüzeyi üzerinde dönen bıçaklar çalıştırılır; desen, yoğunluk ve derinlik ürün özelliklerine göre değişir.

Ahşap/ahşap ürün, işleme tanklarına manüel veya otomatik olarak yüklenebilir. İşleme tankının tipine göre forkliftler, itme/çekme arabaları vb. kullanılır. Ahşap/ahşap ürünler, gruplar halinde, kafeslerde veya büyük boyutlu ahşap bileşenler (örneğin direkler) işlendiğinde ayrı parçalar olarak yüklenebilir.

Koşullandırma (nem içeriğinin ayarlanması)

Optimum ahşap koruma sonuçları elde etmek için, ahşabın çeşitli emprenye proseslerinden (örneğin vakum-basınç prosesi) önce belirli bir nem içeriğine/kuruluğuna sahip olması gerekir. Bu, açık havada kurutma (havayla kurutma), fırında kurutma, buharla ayarlama (buharla kurutma) veya Boulton prosesi (solvent içinde ısıtma/ vakum altında kaynatma) ile elde edilebilir.

WPC tesislerinde en yaygın olarak uygulanan proses, ahşabın iyi havalandırılmış açık depolama alanlarında belirli bir süre depolandığı açık havada kurutma işlemidir. Bazı tesislerde ahşap,

kurutma fırınlarında da kurutulabilir. WPC veri toplama çalışmasında (2017) yer alan 23 tesisten sadece 4'ü, çoğunlukla dolaylı kurutma (yani yanma gazları ve ahşap arasında doğrudan temas olmadan) olmak üzere fırında kurutma uygulamasını kullandıklarını bildirmiştir. Bir tesis, doğrudan kurutma ve buharla kurutma yaptıklarını bildirmiş, ancak daha fazla bilgi sunmamıştır. İki tesis Boulton prosesini uygulamaktadır, ancak yine hiçbir teknik bilgi sağlanmamıştır [236, TWG 2017].

15.2.4 Koruyucu uygulama prosesleri

Koruyucu uygulama prosesleri genel olarak basınçsız ve basınçlı prosesler olarak ikiye ayrılır. Tablo 15.5, ahşabın kimyasallarla korunması için kullanılan farklı koruyucu uygulama proseslerine genel bir bakış sunmaktadır.

Tablo 15.5: Ahşabın korunmasında kullanılan koruyucu uygulama prosesleri

Basınçsız prosesler	
Fırça ile sürme	Yüzeysel
Püskürtme / Püskürtme tüneli	
Sulama	
Daldırma/ Batırma • Kısa daldırma (zamanlı batırma) • Tankla emprenye • Sıcak-soğuk banyo işlemi	Emprenye
(Yüksek/Düşük-) Basınçlı prosesler	
Yüksek basınç: • Tam hücre prosesi ('Bethell')/Vakum basıncı prosesi (artı varyasyonlar) • Boş hücre prosesi (varyasyonlar: Lowry, Rueping prosesi)	Emprenye
• Alternatif basınç/ değiştirilmiş alternatif basınç	
Alçak basınç:	
• Çift vakum prosesi	

15.2.4.1 Basınçsız prosesler

15.2.4.1.1 Fırça ile sürme

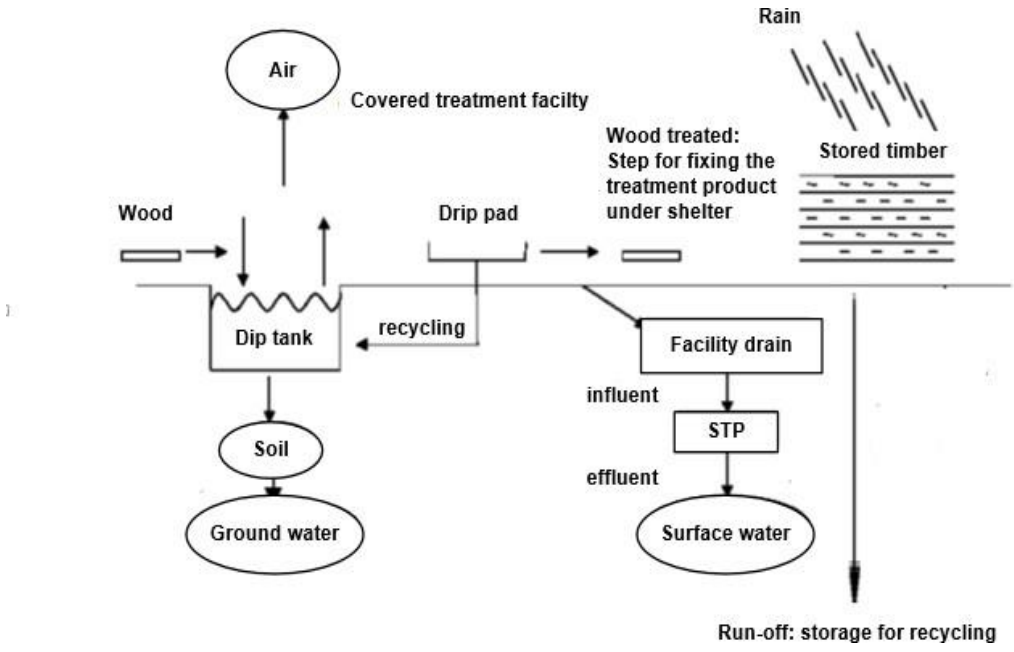
Bilgi verilmedi.

15.2.4.1.2 Kısa daldırma (kısa süreli daldırma/ zamanlı batırma)

Kısa daldırmada (kısa süreli daldırma/ zamanlı batırma), ahşap (ahşap paketler veya tekli ahşap parçalar) birkaç saniye ila birkaç dakika arasında bir ıslatma tankındaki koruyucu çözeltiye batırılır. Ardından, ahşap banyodan kaldırılır ve fazla koruyucu çözeltiyi boşaltmak için belirli bir süre işleme çözeltisi tankı üzerinde tutulur. İşleme çözeltisinin ahşapta sabitlenme süresinin tanınması zorunludur (örtü altında sabitleme süresi: minimum 4 saat). Bundan sonra, ahşap depoya taşınabilir.

Yapay/cebri kurutma önerilmez. Doğal kuruma, hafif solvent ve su bazlı koruyucular için birkaç gün, ağır solventler için birkaç hafta sürer. Kuruma süresi ayrıca ahşabın emprenye edilemezliğine, depolama moduna ve iklim koşullarına göre değişir [230, VDI 2014] [233, Fransa 2017].

Kısa daldırma (kısa süreli daldırma/ zamanlı batırma) ağırlıklı olarak kullanım sınıfları 1, 2 ve 3.1 (örn. iç yapı ahşabı) için ahşap üretiminde kullanılır. Şekil 15.4 ve Şekil 15.5 prosesi göstermektedir.



Kaynak: [233, Fransa 2017]

Şekil 15.4: Kısa daldırma (kısa süreli daldırma/ zamanlı batırma) işlemi için akış şeması



Kaynak: [233, Fransa 2017]

Şekil 15.5: Kısa daldırma için örnek (kısa süreli daldırma/ zamanlı batıra) - daldırma tankının yanındaki raflarda yapılan sabitleme ile birkaç bataryanın aynı anda işlenmesine izin veren tank

15.2.4.1.3 Sulama

Sulamada, ahşap uygun, sıvı geçirmeyen bir muhafaza pedinin üzerine yerleştirilir ve sulama borusu ahşap üzerinden elle geçirilir. Sulama borusunun çıkış açıklığı, ahşap koruyucunun sıvı bir duman şeklinde çıkıp işlenecek yüzeyi dolduracak şekilde tasarlanmıştır. Damlama ve aşırı sıvı akışı toplanır ve yeniden devridaim yaptırılır; talaşlar ve diğer kaba kalıntılar sepet tipi bir süzgeçte tutulur. Süzgeç düzenli aralıklarla kontrol edilir ve temizlenir. Püskürtme ile karşılaştırıldığında, bu yöntem sis oluşumu riskini büyük ölçüde önler [230, VDI 2014].

15.2.4.1.4 Püskürtme/ püskürtme tünelleri

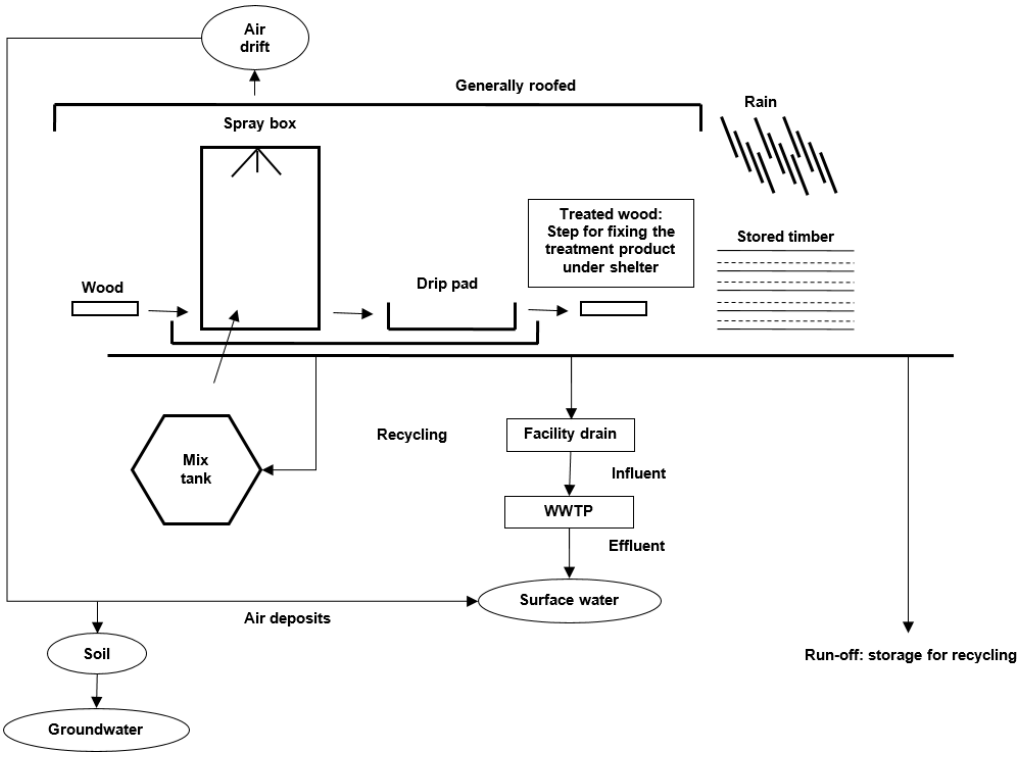
Püskürtme tünel sistemleri, mobil ve daimi olarak kurulan sistemler olarak mevcuttur. Ahşap (kabuğu soyulmuş kütükler veya tamamen veya kısmen işlenmiş kereste), sürekli hareket eden bir konveyör sistemi üzerinde bir veya daha fazla uzunlamasına veya enine odadan geçirilir. Bu püskürtme odalarında, püskürtme memeleri, sürekli hareket halinde olan ahşabın her tarafına koruyucu uygulanmasını sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Ahşabın doğru miktarda ahşap koruyucu ile ıslanmasını sağlamak için sprey genellikle ör. parçacık boyutu açısından kabadır. Püskürtme üniteleri ortam havasına karşı sızdırmazdır. Fazla püskürtme ve damlama toplanır ve yeniden kullanım için depolama tankına geri gönderilir. Kurutma tarafında damlama kayıplarını en aza indirirken aynı zamanda tek tip koruyucu uygulamayı sağlamak için, püskürtme odasını genellikle bir sıyırma cihazı [230, VDI 2014] [233, Fransa 2017] takip eder.

Püskürtme odalarını çevreleyen sıçrama siperleri, herhangi bir püskürtme damlasının tesis alanının geri kalanına girmesini önler ve lokal egzoz havalandırmasına sahip olabilir.

Ahşap işlendikten sonra, mekanik veya manüel olarak istiflenir veya ayrılır ve sahadan üreticilere taşınmadan veya sahada kullanılmadan önce bantlı konveyör üzerinde veya işlem sonrası sıkmadan kurutma alanında kurutulur.

İşleme aparatı, tipik olarak, kullanılan ahşap koruyucuya dirençli malzemelerden imal edilmiş kapalı veya setle çevrilmiş bir alanda kurulur. Konveyörden veya sıkmadan kurutma alanından toplanan ahşap koruyucuların toplanması, geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması için hazırlık yapılır. İşleme tesisinden veya işlemden geçirilmiş ahşabın depolandığı yerden çıkan ahşap koruyucular, bir yüzey suyu drenajında ya da bir atık su işleme tesisine (AAT) bağlı drenajda toplanır [233, Fransa 2017].

Püskürtme tipik olarak kereste fabrikalarında ve marangozhane/doğrama atölyelerinde kullanılır. Şekil 15.6 ve Şekil 15.7 prosesi göstermektedir.



Kaynak: [233, Fransa 2017]

Şekil 15.6: Püskürtme/ püskürtme tüneli prosesi için akış şeması

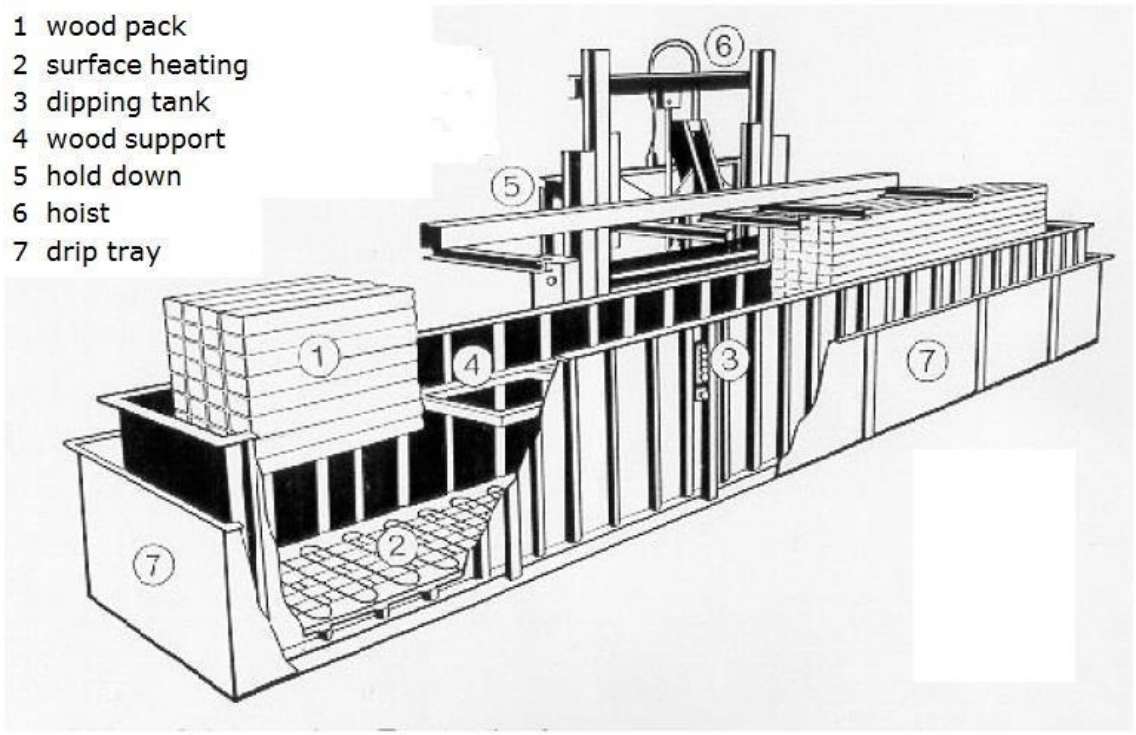


Kaynak: [233, Fransa 2017]

Şekil 15.7: Kapalı püskürtme tünelinde ahşap

15.2.4.1.5 Tankla emprenye/ daldırma prosesi

Tankla emprenyede, ahşap, bir ila birkaç günlük bir süre boyunca ahşap koruyucu ile doldurulmuş bir tanka tamamen batırılır. Daldırma işleminde - günümüzde yapısal keresteyi işlemek için yaygın yöntem, ahşabın, birkaç dakikadan birkaç saate kadar bir süre boyunca batırılmasıdır. Modern emprenye tankları tipik olarak çift duvarlı tanklar olarak tasarlanır ve korozyon korumasına sahiptir. Daha eski tek duvarlı emprenye tankları için, sızıntı durumunda emprenye çözeltisinin güvenilir şekilde tutulmasını sağlamak için ayrı bir ikincil muhafaza sistemi kullanılır. Tankla emprenye sistemi, yağışa karşı koruma sağlamak için örtünün altına kurulur [230, VDI 2014].



Kaynak: [234, Austrian Umweltbundesamt 2015]

Şekil 15.8: Tankla emprenye sisteminin şeması

15.2.4.1.6 Sıcak-soğuk banyo prosesi

Sıcak-soğuk banyo prosesi, ahşap direklerin işlenmesi için kullanılır (bağlar ve meyve bahçeleri için destekler ve ayrıca bahçecilik ve peyzaj uygulamaları: örneğin bağ direkleri, meyve ağacı ve ağaç destek direkleri). Kazıklar/direkler, %20 ile maksimum %30 arasında bir nem içeriğine sahipse, korunacak direğin uzunluğuna bağlı olarak (kazığın/direğin sonundan itibaren 70 cm ila 90 cm) temas derinliğine sahip emprenye yağı (kreozot) ile doldurulmuş bir işleme tankına yerleştirilir. Emprenye, etrafı çevrilmiş ekipmanlarda gerçekleştirilir. Emprenye yağı 110 °C ± 5 °C'ye kadar ısıtılır ve havanın ahşabın dışına çıkmasını sağlamak için bu sıcaklıkta 120 dakika tutulur. Bundan sonra, 40 °C ila 50 °C'lik bir sıcaklığa soğutmaya izin vermek için ısıtma durdurulur (sahaya özgü koşullara ve gerekli koruyucu madde tutma düzeyine bağlı olarak sıcaklık farkı). Daha düşük bir soğutma sıcaklığı (< 40 °C), kreozot'un ahşap yüzey üzerine istenmeyen şekilde yapışmasına yol açar ki bu durum daha sonra (hizmetteyken) dışarı sızabilir ve çevre üzerinde olumsuz etkileri olabilir. Daha yüksek bir sıcaklık (> 50 °C), hala ahşapta bulunan (ahşap nemi) sudan buhar emisyonlarına neden olabilir. Bu sıcaklığa ulaşıldığında (süre ~ 12 ila 16 saat), kazıklar/direkler bir kaldırma kafesi ile emprenye sıvısından kaldırılır.

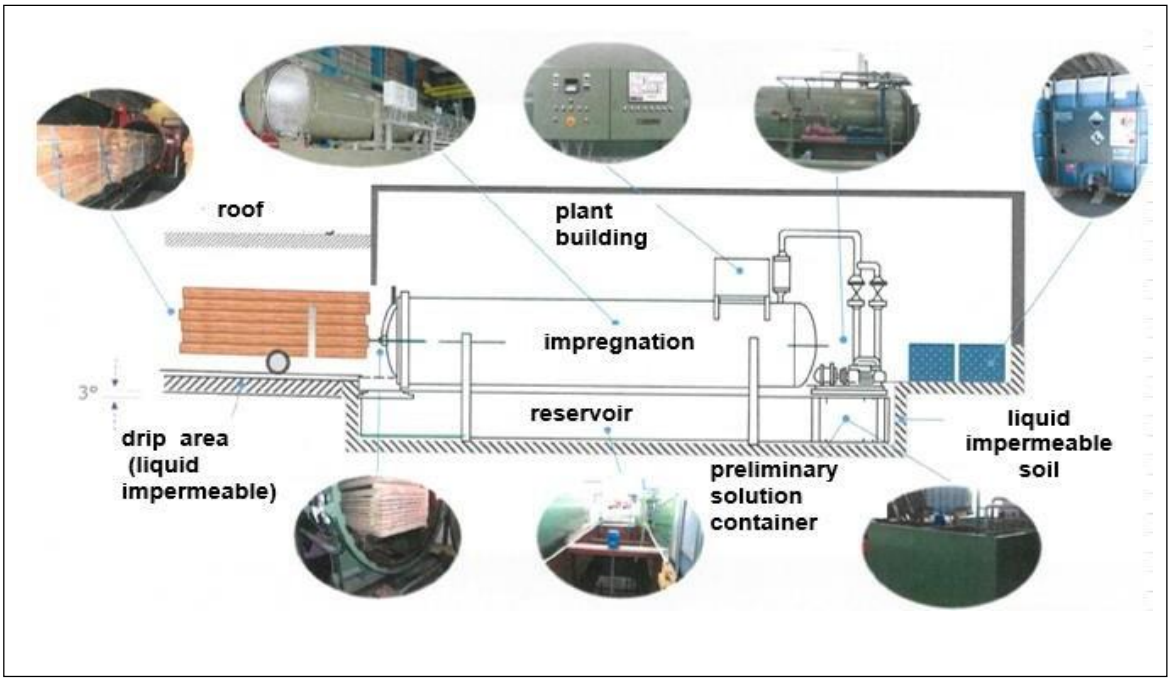
Ahşap kereste işleme tankından çıkarılmadan önce kreozot sıcaklığı buna göre ayarlanmalıdır. Bu, fazla kreozotun kazık/direk yüzeyinden daha kolay damlamasını sağlar ve hizmet ömrü boyunca çevresel riskleri önler. Kaldırma kafesi, işlenmiş kazıkları/direkleri çıkarmak için sistem açılmadan önce minimum 60 dakikalık bir süre boyunca (damlama ve yoğuşma aşamasında) egzoz gazı çıkarma sistemi alanındaki işleme tankının üzerinde tutulur [230, VDI 2014] [231, Almanya 2013] [DE yorumu #377
[212, TWG 2018]].

İşlem görmüş ahşabı çıkarmak için sistem açıldığında, havaya doğru organik ve koku bileşikleri emisyonları meydana gelebilir. Aynı bileşiklerin kaçak emisyonları, daha düşük konsantrasyonlarda olmasına rağmen sonraki depolama sırasında meydana gelebilir [230, VDI 2014] [231, Almanya 2013].

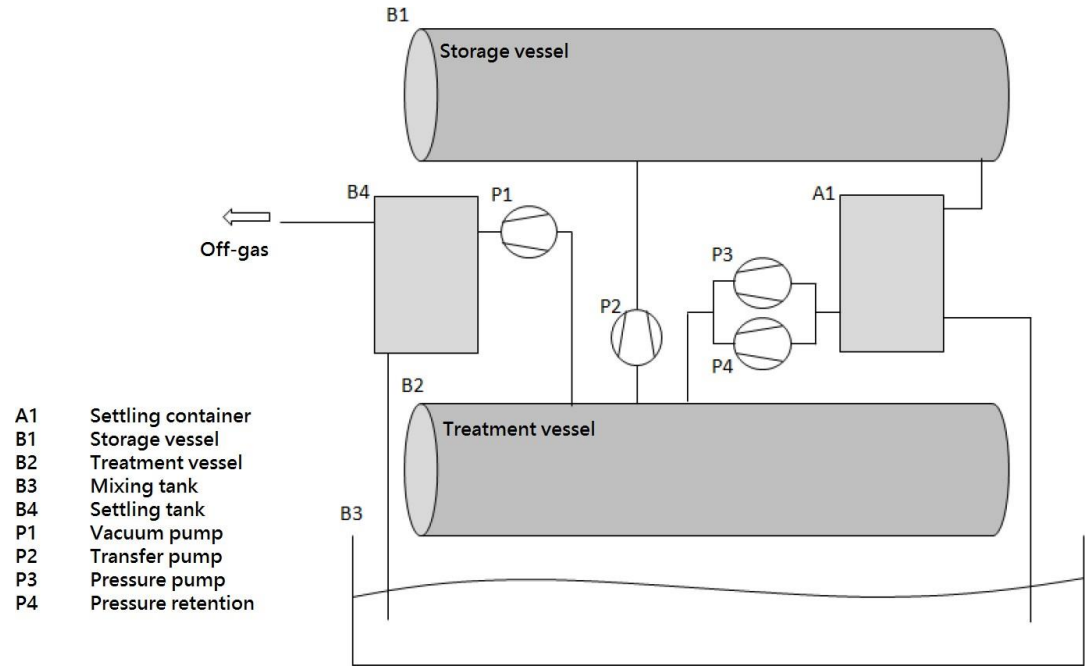
15.2.4.2 Basınçlı prosesler

Basınçlı prosesler için işleme ekipmanı, silindirik veya dikdörtgen bir basınçlı kap (otoklav) olabilen işleme tankından ve bir veya daha fazla depolama tankından oluşur. İki depolama tankı olması durumunda, biri koruyucuyu işleme tankına doldurmak için tutan çalışma tankıdır; diğeri ise yeni koruyucunun teslimini kabul etmek ve çalışma/işleme tankını yenilemek için kullanılan dökme tanktır. İşleme tankı, ahşap gruplarının manüel veya otomatik olarak içeri ve dışarı hareket ettirilmesini sağlayan bir yükleme sistemine sahiptir. İşleme tankının bir ucundan veya her iki ucundan yükleme/boşaltma ('roll-in roll-out') mevcuttur.

İşleme tankı kapısı, kapı tamamen kapanıp kilitlenene kadar prosesin başlamasını ve işleme döngüsünün sonunda tüm koruyucular giderilene kadar açılmasını önlemek için güvenlik cihazları içerir.



Şekil 15.9: Açık karıştırma/depolama tankına sahip su bazlı basınçlı işleme tesisi örneği



Kaynak: [231, Almanya 2013]

Şekil 15.10: Su bazlı koruyucular için bir basınçlı işleme tesisinin örnek şeması

Ahşap, işleme tankına yüklendikten sonra kapı kapatılır ve güvenli bir şekilde kilitlenir. Tüm basınç süreçleri için işleme döngüleri temel olarak aşağıdaki ana aşamaların varyasyonlarıdır, (1. aşama atlanabilir veya bir hava basıncı aşaması ile değiştirilebilir ve basınç aşamalarının sırası veya sayısı farklı olabilir):

1) İlk vakum: Ahşabın havasını almak için bir ilk vakum uygulaması yapılır. Bu vakum periyodunun uzunluğu ve kullanılan seviye, takip edilen şartnameye göre değişir. Çıkarılan hava miktarı, koruyucunun nihai alımını ve nüfuzunu etkileyecektir. Koruyucu maddenin tutulmasını kontrol etmek için, bazı prosesler ilk vakum uygulanmadan yürütülür.

2) Akış kaplama: Koruyucu çözelti, çalışma tankından işleme tankına aktarılır. Uygulanırsa, transfer sırasında vakum korunur.

3) Basınç periyodu: işleme tankı dolduğunda, vakum serbest bırakılır ve sadece atmosferik basınç kullanılmayacaksa, bir pompa kullanılarak hidrolik basınç uygulanır. Ahşap bir süre koruyucuda tutulur. Basınç daha sonra kontrollü bir şekilde serbest bırakılır.

4) İlk drenaj: Basınç süresinin sonunda koruyucu, çalışma tankına geri aktarılır.

5) Son vakum: Hem ahşabın yüzey tabakasındaki fazla koruyucuyu çıkarmak hem de işlem sonunda işlenmiş ahşabın damlatmasını azaltmak için ahşaba son bir vakum uygulanır. Bu vakum serbest bırakıldığında, hava tankın içine ve ahşabın yüzey hücrelerine geri döner ve birlikte ahşap yüzeyinde kalan koruyucu çözeltinin bir kısmını taşır. Bu aşama, işlenmiş ahşabın kurumasını başlatmak için buharla koşullandırma kullanıldığında değiştirilebilir veya genişletilebilir.

6) Son drenaj: Son vakum sırasında, işleme tankında toplanan koruyucu, çalışma tankına geri pompalanır. Kapının etrafındaki çalışma alanından buharı çıkarmak ve operatörün maruziyetini en aza indirmek için

ahşap çıkarılmadan önce tanktan genellikle temiz hava çekilir.

Kreozot işleme prosesi

Kreozot ile basınçlı proseslerde (genellikle 'Rueping prosesinde' veya 'çift Rueping prosesinde') ahşap, işlemden geçirilirken, işleme tankı 110 °C'den (bazıları minimum sıcaklıkların 90 °C olduğunu bildirmiştir) maksimum 120 °C'ye kadar bir sıcaklıkta sıcak emprenye yağı ile doldurulur ve bu aşamada hava basıncı muhafaza edilir. İşleme tankındaki emprenye yağının ısı kayıpları, 110 °C ± 10 °C'ye yeniden ısıtma yoluyla tamamlanır (kreozot parçalarının sıcak kreozot ile değiştirilmesi). Sıcaklık, basınç periyodu boyunca korunmalıdır.

Basit Rueping işlemi döngüsünde, basınç aşamasına geçmeden önce bir termal koşullandırma aşaması gerçekleştirilebilir. Ön hava basıncı oluşturulduktan sonra, ahşap, değişen süreler boyunca bir emprenye yağ banyosunda ön hava basıncı koşulları altında termal olarak ayarlanır. Termal koşullandırma emprenye yağının sıcaklığını yükseltir (düşük viskozite) ve dolayısıyla yağın ahşaba nüfuz etmesini iyileştirir. Bir sonraki adımda, basınç (mutlak) minimum 9 bar'a yükseltilir. Yağ basıncı seviyesi ve yağ basıncı periyodunun süresi, diri odunun öz odun sınırına kadar gerekli nüfuz etme derinliği ve gerekli koruyucu madde tutmanın yanı sıra odun türleri, odun durumu ve odun boyutları tarafından belirlenir. Proses, işleme tankının basıncının atmosfer basıncına boşaltılması, emprenye yağının depolama tankına geri döndürülmesi ve belirli bir süre boyunca muhafaza edilmesi gereken mümkün olan en yüksek son vakumun uygulanmasıyla sona erer [231, Almanya 2013].

15.2.5 İşleme sonrası koşullandırma ve ara depolama

15.2.5.1 Yeni işlenmiş ahşabın geçici depolanması

İşlemeden sonra, uygulama prosesine veya kullanılan koruyucuya bağlı olarak değişken bir süre boyunca koruyucu çözeltinin damlaması veya sızması meydana gelebilir. Bu nedenle, işleme tankından çıkarılan ahşap, koruyucu damlacıkları yakalamak ve/veya ahşabı yağmurdan korumak için koruyucu önlemler alınmış özel alanlarda tutulur. Ahşap bu alanlardan ancak kuru (damlasız) kabul edildikten veya koruyucu ahşaba sabitlendikten sonra çıkarılır.

15.2.5.2 İşlenmiş ahşabın kurutulması

Su bazlı koruyucular

Su içeren koruyucularla yüksek basınçlı emprenye, ahşabın nem içeriğini arttırır. İşlemden sonra bunun ahşabın nihai kullanımına uygun bir düzeye indirilmesi gerekir. Kurutma, iyi havalandırmalı açık istifleme, sıcaklık artışı veya fırında kurutma gibi başka yollarla hızlandırılabilir. Su içeren koruyucularla düşük basınçlı emprenye, nem seviyelerini yalnızca yüzeysel bir dış bölgede yükseltecektir ve bu normalde havayla kurutma ile kısa bir süre içinde tamamen tersine çevrilebilir [232, WPA 2012].

Organik solvent bazlı koruyucular

Organik solvent bazlı koruyucular kullanılarak yapılan işlemelerde nem içeriği artmaz. Yeterli havalandırma ve iyi hava akışı olması koşuluyla solventler nispeten hızlı bir şekilde buharlaşır. Çoğu kereste, koruyucunun alımına ve mevcut koşullara bağlı olarak işlemeden sonraki 2 ila 7 gün içinde kullanılabilir. Bazen bir paket işlenmiş ahşap, anormal derecede geçirgen diri odun alanlarına sahip bazı parçalar içerecektir. İşlemeden önce tespit edilemese de işlemeden sonra bunlar koyu renkli izler olarak görülebilir. Bu tür parçalar belirlendiğinde tutkallama, boyama veya kurulumdan önce uzun süre kuruması için paketten çıkarılır [232, WPA 2012].

Kreozot

Kreozot seyreltilmeden kullanılır ve bu nedenle buharlaşacak taşıyıcı bir solvente sahip değildir ve dolayısıyla geleneksel anlamda 'kurumaz', ancak uzun yıllar sıvı koruyucu içermeye devam ettiği için kreozot, özellikle ahşap güneş ışığına maruz kaldığında kreozotun yeniden yüzeye çıkabileceği bir kreozotlu ahşap niteliğinde olur [232, WPA 2012].

15.2.5.3 Buhar sabitleme

Sabitleyici olmayan koruyucularla işlenmiş ahşap için buharla sabitleme uygulanabilir. Ahşap (basınçsız) kapalı bir işleme tankına konulur ve buharla 'durulanır'. İstenen sabitleme elde edilene kadar buharı işleme tankında dolaştırmak için fanlar kullanılır [231, Almanya 2013].

15.2.5.4 İşlenmiş kerestenin depolanması (müşteriye gönderilmeden önce)

Sabitlemeden sonra ve/veya işlem görmüş ahşap kuruduğunda, genellikle işlem alanından çıkarılır ve müşterilere sevk edilene kadar depolanır. Bazı tesisler ürünlerini doğrudan müşterilere teslim eder ('tam zamanında üretim'). Depolanırsa, işlenmiş ahşap/ahşap ürünler için nihai depolama seçenekleri tesisten tesise değişiklik gösterir; bazıları herhangi bir özel hazırlık olmaksızın dışarıda depolama uygularken, diğerleri ürünlerini dışarıda sert yüzeyli zeminde/ geçirimsiz zeminde (yüzeysel akış toplamalı veya toplamasız) depolar. Bazıları bir çatı altında depolarken, diğerleri ahşap/ahşap ürünleri yağmur suyundan korumak için plastik koruma veya branda kullanır.

15.2.6 Hidrofobik maddelerle emprenye etme

Ahşap güçlendirme için bir seçenek, yağlar, vakslar veya silikon bileşikleri gibi hidrofobik maddeleriyle emprenye etmektir. Ahşabın eriyik doğal vakslar ve reçineler veya parafin reçineleri ile emprenye edilmesi, dayanıklılığını ve (basınç) mukavemetini önemli ölçüde artırır. Bu tip tesisler, *diğerlerinin yanı sıra* Almanya, Avusturya, İsveç ve İtalya'da işletilmektedir [230, VDI 2014] [231,Almanya 2013] [Tesis SE-2 ve IT-2 [236, TWG 2017]].

Keten tohumu yağı ile işlem, Royal işlemi olarak bilinen geleneksel emprenye işleminden sonra ek bir işlem adımında yapılır. Geleneksel emprenye işleminden sonra otoklav sıcak (~ 80 °C) pigmentli (veya pigmentsiz) keten tohumu yağı ile doldurulur ve vakum uygulanır. Bu adım sırasında, ahşaptan buharlaşan su bir kondansatöre yönlendirilir. İşlem, ahşabın nem içeriği yaklaşık %18 olana kadar devam eder. Ahşap yüzeyinde ince bir yağ tabakası kalır [Tesis SE-2 [236, TWG 2017]] [SE yorumu #6 ve WEI/EWPM yorumu #81 [212, TWG 2018]].

15.2.7 İşleme ekipmanlarının temizliği

İşleme tankının temizliği, işleme prosesinde gerekli bir aşama olabilir. İşleme tankları ve ilgili bağlantı boruları, pompalar ve filtreler yalnızca *yerinde* temizlenebilir. Temizleme ekipmanı yelpazesi ve kullanılan yöntem, tankların şekline, ilgili işleme sistemlerine, sağlanacak temizlik derecesine ve kalite gereksinimlerine göre değişir. Sabit tanklar genellikle, tankın üst kısmına veya bir temizleme ağzı yoluyla yerine sabitlenebilen statik püskürtme başlıkları kullanılarak temizlenir.

Genellikle organik solvent, sistemlerde temizleme ortamı gibi kullanılır ve tankın tepesine düşük basınçta püskürtülür. Diğer temizleme yöntemleri, püskürtme başlıkları yerine fırçaların kullanıldığı fiziksel teknikleri ve tankın dışından veya doğrudan içinden yapılan manüel temizlemeyi içerebilir. Solvent dışındaki temizleme ortamları, kostik çözeltileri, su bazlı temizleyicileri ve inert parçacıklar kullanan aşındırıcı darbe tekniklerini içerebilir [235, UK DEFRA 2013].

Tankları birbirine bağlayan boru hatları normalde yıkama ile temizlenir.

Çoğu zaman, tüm şekil ve boyutlardaki portatif tankları temizleyebilecek bir makine bulmak zordur ve her durumda, normal olarak tankın dışı ve valflerde olmak üzere bazı manüel temizlik uygulamalarının yapılması gerekecektir.

Filtreler, boru yıkama/ pig temizleme işleminin bir parçası şeklinde veya yerel veya genel egzoz havalandırması altında açık manuel bir işlem olarak *yerinde* temizlenir. Temizleme yöntemi, filtre tipine bağlı olacaktır. Belirli ekipman parçaları için mevcut olan ve belirli ürünler için uygun olan tek kullanımlık filtreler kullanılarak filtre temizliğinden kaçınılabilir [235, UK DEFRA 2013].

15.2.8 Sahadaki diğer faaliyetler

WPC sahalarında bulunabilecek ancak bu BREF'te ayrıntılı olarak ele alınmayan diğer faaliyetler veya tesisler aşağıdakileri içerir:

- **Yakma tesisleri**: ısıtma/buhar üretimi amaçlı (kreozotun ısıtılması, buhar sabitleme vb.)
- **Kompresör istasyonları**: İşleme tesislerinin, valflerin çalışması için basınçlı hava üretmek ve basınçlı işleme tankının kapısını kapatmak. Tesis, elektrik kesintilerinde güvenli çalışmayı sağlayacak (işleme tankının sızdırmazlığını sağlayacak) şekilde tasarlanmıştır.
- **Elektrik üretimi:** pompalar ve kompresörler ana enerji/elektrik tüketicileri olabilir; bazı tesisler yerinde elektrik üretir; güneş enerjisiyle elektrik üretimine ilişkin örnekler bildirilmiştir (Tesis DE 1: 198 900 kWh'lik yıllık tüketimin 60 000 kWh'si güneş panelleri tarafından üretilmektedir).

15.2.9 Atık yönetimi

Atık yönetimi, atıkların en aza indirilmesi, atıkların işlenmesi ve yerinde atık arıtımı ile ilgili sahadaki tüm faaliyetleri kapsar. WPC tesisleri için temel prensipler, üretilen atık miktarlarının, özellikle tehlikeli atıkların azaltılması; tehlikeli ve tehlikeli olmayan atıkların ayrılması; ve mümkün olduğunda yeniden kullanılmasıdır (örn. koruyucu madde döküntüleri).

Tablo 15.6, yönetim seçeneklerine ilişkin bazı örnekler sunmaktadır.

Tablo 15.6: WPC tesisleri tarafından üretilen atıklar için yönetim seçenekleri örnekleri

Atık (tür)	Yönetim seçeneği
	(üretilen miktarı)**Azaltma**
Ahşap gruplarından ortaya çıkan kirlenmiş ambalajlar	• İşlemeden önce çıkarılması
Çamur/kir ve kirlenmiş talaş	• Tesisin bina içinde bulunması • Açık depolama yüzeylerinin stabilize edilmesi • İşlemeden önce ahşabın temizlenmesi
Kirlenmiş yağmur suyu	• Tesisin ve işleme sonrası koşullandırma alanının üzerinin kapatılması
İşleme sonrası damlamalar	• Tank içindeki gruplara eğim verilmesi • İşleme döngüsünün optimize edilmesi • Grupların tankın içinde bırakılması
Atık kereste parçaları (potansiyel olarak tehlikeli atık)	• İşlemeden önce kerestenin boyutuna göre kesilmesi
Tesisten kaybedilen işleme kimyasalları	• Sızdıran valflerin, kapı contalarının, pompaların onarılması
Gerekenden fazla işleme çözeltisi	• Ürünü kullanan başka bir tesis seçeneğinin kontrol edilmesi
	Yeniden kullanım
İşleme sonrası toplanan damlamalar	• Tesis depolama tanklarına geri gönderilmesi
Kullanılmayan işleme çözeltisi	• İşleme döngüsünün sonunda geri kazanılması ve yeniden kullanılması
Bojiler üzerinde kullanılan ahşap taşıyıcılar	• Metal taşıyıcıların yeniden kullanılması/takılması
	Geri dönüşüm/geri kazanım
Kirlenmiş ambalajlar/konteynerler	• Kimyasalların geri dönüştürülebilir ambalajlarda/konteynerlerde teslim edilmesi ve kimyasal sağlayıcılara devredilmesi
Tehlikesiz atıklar (örneğin işlenmemiş ahşap, kağıt, metal)	• Bileşenlerin örneğin ahşap ve kağıdın metalden veya inert atıklardan ayrılması • Atıkların ayrıştırılması ve belirlenmiş konteynerlerde toplanması
İşlenmemiş ahşap atıkları	• Odun lifi geri kazanımı, enerji üretimi veya kompostlama amaçlı bu atıkların gönderilmesi
	Bertaraf
İşlenmiş ahşap atıkları	• Atıkların güvenli bir şekilde imha edilmesi (yetkili firmalar tarafından)
Kaynak: [236, TWG 2017]	

15.2.10 Su/ Atık su yönetimi

Su/atık su yönetimi, atık suyun önlenmesi, su akışlarının işlenmesi (yüzeysel akış suyu dahil) ve atık su arıtımı ile ilgili sahadaki tüm faaliyetleri kapsar.

Atık su, proses suyundan, yüzey akış suyundan ve ayrıca yangın söndürme suyundan (OTNOC) kaynaklanabilir. Kirlenmemiş yağmur suyu/ yüzey akış suyunun toplanması hakkında sağlanan bilgilerin özeti Tablo 15.7'de ve potansiyel olarak kirlenmiş yağmur suyu/ yüzey akış suyuna yönelik bilgilerin özeti ise Tablo 15.8'de verilmiştir.

Tablo 15.7: Kirlenmemiş yağmur suyunun/ yüzey akış suyunun toplanması

Örnek tesis	Tesis türü	Suyun toplandığı alanlar	Açıklama	Suyun yeniden kullanımı	Deşarj türü	İzleme
DK-2	WB	Çatı alanı ve asfalt yüzeyler	Çatı alanından ve asfalt yüzeylerden gelen yağmur suyu, bir kanalizasyon toplama sistemi aracılığıyla şebeke atık su arıtma tesisine yönlendirilir.	Yok, çünkü CO_2 prosesinde su kullanılmamaktadır.	Dolaylı deşarj – kanalizasyon sistemi, AAT	Yok
DK-1	WB	Kurutma alanı, emprenye tesisi çatısı ve depolama tesisi	Kanalizasyon toplama sistemi ile	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	NI
UK-1	WB+C	Tüm saha	Kanalizasyon şebekesi	Yok, toplanan su bir AAT'de arıtılır ve deşarj edilir	NI	Var, periyodik numuneler
UK-4	WB	İşleme yerinin ve kereste fabrikasının çatısı	Yağmur suyu iki depolama tankında toplanır	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	NI
IT-1	WB	Tüm üstü açık saha alanları (işleme hattı çatısı dahil)	Dahili drenaj şebekesinin, iki ana drenaj borusu vasıtasıyla şehir şebekesi drenaj sistemine ve atık su arıtma tesisine toplanması	Yok	Dolaylı deşarj – kanalizasyon sistemi, AAT	Yok
SE-2	WB	Çatılar	Borular aracılığıyla ve bir havuzda toplanır	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	NI
FR-4	WB	Çıktı işleme alanı/ sabitleme alanı	Tesis tutma boru hattı	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	NI
FR-1	C	Kapalı alanlar	Yağmur suyu komple yeni tüp ağından toplanır	Kısmen, yalnızca 'proses suyu' (kreozotu ısıtmak için buhar) yeniden kullanır	Doğrudan deşarj - yüzey suyu kütlesi	Yok
DE-9	WB+C	Çatılar	Tozu (çatılardan) çıkarmak için çöktürme havuzu (çamur kapanı), ardından tarlaların sulanması için bir kanalda doğrudan deşarj	Emprenye tesisisinde değil, tarla sulamasında	Doğrudan deşarj	NI
DE-5	C	Çatılar, yollar	Giriş alanına yönlendirilir	Yok	NI	Yok
DE-8	WB+C	Çatılar ve açık depolama alanından yüzey suyu akışları	Çatılardan akan suların yeraltında çift duvarlı çelik tankta depolanması (yaklaşık 30 m^3). İşlenmiş ahşabın açık deposundan gelen yüzey suyu akışları, tahliyeden önce bir çöktürme havuzunda arıtılır	Çatılardan akan yüzey suyu akışları tamamen işleme çözeltisinin hazırlanması için kullanılır	Doğrudan deşarj (sadece açık depodan gelen su) - yüzey suyu kütlesi	Yok
DE-6	WB	Çatılar ve yeni işlenmiş ahşaptan damlama olmayan alanlar	Boru sistemi beton bir havuza yönlendirir	Yok	Dolaylı deşarj - kanalizasyon sistemi, AAT	Var
DE-7	WB	Çatılar, yeni ahşap deposu	Çöktürme havuzu, ardından sızma	Yok	NI	NI

FR-2	WB+C	Kanalizasyon suyu geri kazanımı için ayrı şebeke. Tüm yüzey suyu bir yağmur suyu şebekesi tarafından toplanır	Kanalizasyon suyu geri kazanımı için ayrı şebeke.	Kısmen, sabitleme alanlarından otoklavların çıkışına ve direklerin altındaki depolama alanlarına suyun geri dönüşümü (hem WB hem de C işleme sonrası). İki havuzda toplanması. Toplanan su WB arıtımı için yeniden kullanılır.	Doğrudan deşarj - yüzey suyu kütlesi	Var
Not: NI: Bilgi verilmedi. *Kaynak*: [236, TWG 2017]						

Tablo 15.8: Potansiyel olarak kirlenmiş yağmur suyunun/ yüzey akış suyunun toplanması

Örnek tesis	Tesis türü	Suyun toplandığı alanlar	Açıklama	Toplanan suyun analizi	Suyun yeniden kullanımı	İşleme	Deşarj öncesi izleme
DK-1	WB	Kurutma alanı, tesis	Kanalizasyon toplama sistemi ile	Yok	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	NI
PL-1	WB+C	NI	Beton tanklar 3x10 m^3	Var, atık su şirketi tarafından yapılıyor	Yok, sıvı atık olarak bertaraf ediliyor	NI	Yok
UK-1	WB+C	Tüm saha/ tüm yüzey suyu	Kanalizasyon şebekesi	Var, sahadaki AAT'den salınımlar şunlar açısından ölçülür: akış, Cu, Cr, PAH'lar, benzo[a]piren	Yok, AAT'den sonra deşarj ediliyor	NI	Var
UK-2	WB	Tüm ahşap işleme alanı	Su, tesisin toplama alanından toplanır ve doğrudan karıştırma işleminde yeniden kullanılır.	Yok	NI	NI	NI
IT-1	WB	(Yalnızca) sahadaki açık alanlar: endüstriyel atık su tahliyesinin tek kaynağı olan taşıma makinelerinin yıkanması/ve temizlenmesi için ayrılan alanlar. Kullanım suyu/yağmur suyu ile karıştırmadan önce desarj noktasında öngörülen izleme.	NI	NI	NI	NI	Var
SE-2	WB	Asfaltla kaplı sert yüzeyler	Bir havuza borular ve kanallar vasıtasıyla	Var, yılda iki kez analiz için su numunesi gönderiliyor	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	NI
SE-1	WB+C	Kreozotlu ağaç yongaları için depolama alanları	Tortu ve yağ ayırıcıya yönlendiren toplama noktalarına sahip asfaltlı bir alan	Var, yılda iki kez ayırıcıdan gelen su toplanır ve analiz edilir.	NI	Sahada işleme	Evet
FR-3	WB	İşleme binası içinde	Her türlü arıtma suyunu binanın altındaki bir toplama alanına geri getiren su geçirmez eğimli zemin. Toplama alanı daha sonra bir kaldırma pompası aracılığıyla işleme tanklarından birine boşaltılır.	Yok	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	Yok
FR-4	WB	Çıkış işleme alanı/ sabitleme alanı	Tesis tutma boru hattı	Yok	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	NI
FR-1	C	Kreozot tüplü alanlar, emprenye alanı ve	Kapalı toprak alanından su toplanır ve bir tüp sistemi ile bir arıtma istasyonuna yönlendirilir	Yok	NI	Sahada işleme: aktif kömür filtresi	Yok

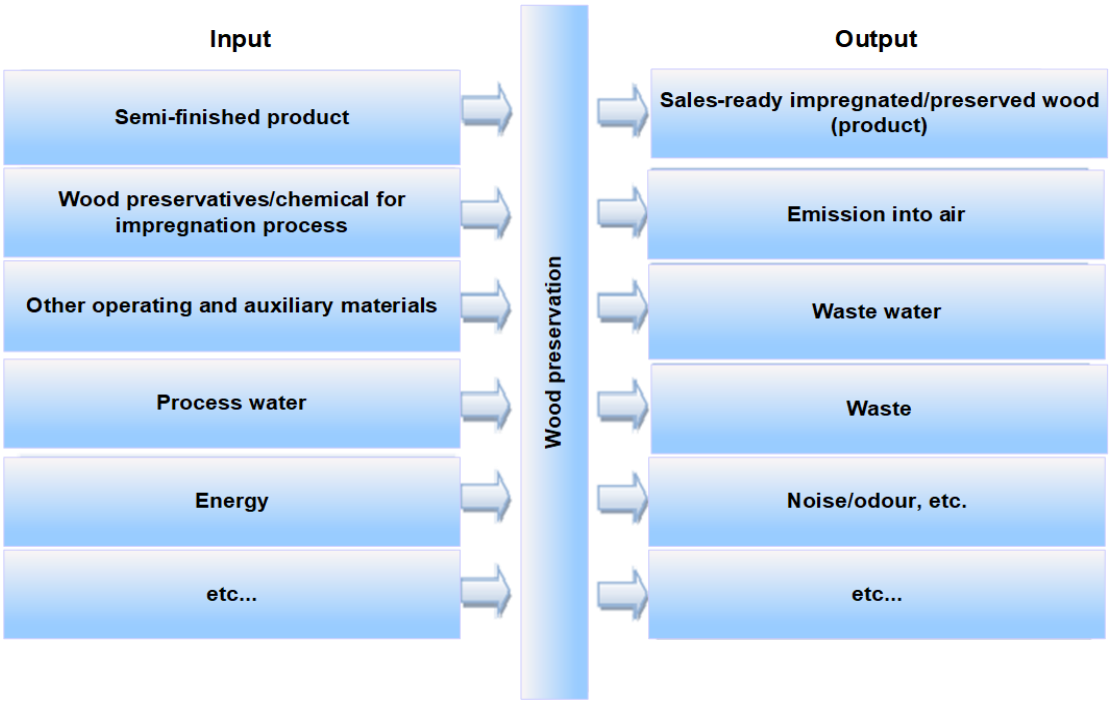
		işlenmiş ahşap depolama için kapalı alanlar				ve ters ozmoz	
DE-9	WB+C	Sokaklar, emprenye edilmiş ahşabın açık depoları (WB, C), WB'nin servis yolları	Toplanan su bir çökeltme havuzuna (çamur kapanı) götürülür ve daha sonra WB sürecinde daha fazla geri dönüşüm bir rezervuarda depolanır	Yok	İşleme çözeltisinin hazırlanması	NI	NI
DE-5	C	Soğutma binası ile traversler üzerine taban plakalarının koyulduğu bina arasındaki taşıma alanı	Su geçirmez folyo ile toplanır ve atık su arıtma tesisine gönderilir	Var, atık su arıtma tesisinin izlenmesi	NI	NI	Evet
DE-6	WB	İşleme tankının boşaltılmasından hemen sonra işlenmiş kerestenin çekildiği alanlar	İşleme tankının boşaltılmasına yönelik parmaklıkların arasında ve yanında bulunan geçirimsiz sert yapı, işleme tankının ötesindeki kapalı alana doğru bir eğime sahiptir (toplama tepsisi)	Yok	İşleme çözeltisinin hazırlanması .	NI	NI
IT-2	WB	Açıkta olan asfalt yüzeyler ve stabilize edilmiş zemin yüzeyleri, binalar, yüzeyler, açıkta olan beton yüzey	Toplama tankına su taşıyan borularla .	Var, periyodik su analizi	NI	Sahada işleme	Var
DE-7	WB	Emprenye edilmiş ahşap ürünlerinin deposu	Çöktürme havuzu, ardından sızma Kirlenmemiş yağmur suyu ile birlikte toplama	Yok	NI	Sahada arıtma sedimantasyonu	Yok
FR-5	WB	NI	Sızdırmaz yüzeylerden ve işleme alanından işleme çözeltisinin toplanması, ve ardından işleme çözeltisinin daha sonra prosese geri pompalanması.	Yok	İşleme çözeltisinin hazırlanması.	NI	Yok
FR-2	WB+C	Enjeksiyon ve depolama	Havuz	Yok	İşleme çözeltisinin hazırlanması.	NI	NI

Not:
NI: Bilgi verilmedi.
Kaynak: [236, TWG 2017]

15.3 Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunmasına ilişkin mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

15.3.1 WPC tesislerinin girdi ve çıktılarına genel bakış

Şekil 15.11, ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunması için ana girdiler/tüketim ve çıktılar/emisyonlara genel bir bakış sunmaktadır.



Kaynak: [231, Almanya 2013]

Şekil 15.11: Ahşap koruma tesisleri için tipik girdiler ve çıktılar

Ahşabın korunmasında kullanılan kimyasallar, biyositleri ve bunlara karşılık gelen 'taşıyıcı kimyasalları' içerir: su, solventler, CO_2, ayrıca su geçirmezlik için kullanılan kimyasallar (ör. yağlar, emülsiyonlar), yangın geciktiriciler ve kimyasal ahşap modifikasyonunda veya hidrofobikleştirmede kullanılan kimyasallar (asetik anhidrit, furfuril alkol, silikonlar gibi). Kimyasal ahşap modifikasyonu (CWM) ve hidrofobikleştirme bu BREF'in kapsamı dışında tutulduğundan bu kimyasallar aşağıdaki bölümlerde ele alınmamıştır. Ancak, bu kimyasallar hakkında bazı bilgiler ve veriler, CWM ile ilgili gelişen teknikler bölümünde (bk. Bölüm 19.6.1) ve hidrofobikleştirme ile ilgili bölümde (bk. Bölüm 15.2.6) verilebilir.

Ahşap koruyucu çeşitlerine ve bunların kullanıldığı ahşap koruma prosesine genel bir bakış Tablo 15.9'da sunulmaktadır.

Tablo 15.9: Ahşap koruyucu türleri ve uygulanan koruma proseslerine genel bakış

Ahşap koruma prosesi			Kullanılan ahşap koruyucu türü
Basınçlı prosesler	Otoklav basınçlı işleme prosesleri	Vakum- basınç prosesi	Suda çözünür tuz konsantreleri
		Alternatif basınç prosesi	Suda çözünür tuz konsantreleri
		Rueping prosesi	Emprenye yağı (kreozot) veya emprenye yağı (kreozot) bazlı emülsiyon konsantreleri
		Çift Rueping prosesi	Emprenye yağı (kreozot) veya emprenye yağı (kreozot) bazlı emülsiyon konsantreleri
	Düşük basınçlı prosesler	Çift vakum prosesi	Solvent bazlı koruyucular
Basınçsız prosesler	Batırma prosesleri	Tankla emprenye	Suda seyreltilebilir tuz konsantreleri ve suyla seyreltilebilir emülsiyon konsantreleri
		Daldırma	Su ile seyreltilebilir tuz konsantreleri ve su-ile seyreltilebilir emülsiyon konsantreleri
		Sıcak-soğuk banyo işlemi	Emprenye yağı (kreozot)
	Yüzeysel prosesler	Kısa daldırma (kısa süreli daldırma/ zamanlı batırma)	Kullanıma hazır sulu ürünler veya suyla seyreltilebilir ürünler
		Sulama	Kullanıma hazır sulu veya su ile seyreltilebilir ürünler, istisnai durumlarda solvent bazlı ürünler
		Püskürtme tüneli	Suyla seyreltilebilir tuz konsantreleri veya kullanıma hazır sulu tuz çözeltileri, ağırlıklı olarak bor tuzu formülasyonları
		Püskürtme	Üretim tesislerinde koruyucu işleme için su bazlı formülasyonlar; sadece kapalı sistemlerde kullanım için.
		Fırça uygulaması	Kullanıma hazır su bazlı ürünler

Kaynak: [231, Almanya 2013]

15.3.2 Girdiler ve tüketim

15.3.2.1 Ahşap girdileri

Belirli son kullanımlar için ahşabı tahrip eden veya ahşabı lekeleyen organizmalara karşı doğal direnci yetersiz veya hiç olmayan farklı ahşap türleri emprenye edilir. Kantitatif uygunluk açısından çam ve ladin gibi türler önemlidir. Ayrıca kayın, meşe ve diğer ağaç türleri kullanılmaktadır.

İşlenecek ağaç türlerinin türü, belirli biyosit miktarları veya koruma teknikleri ile ulaşılabilen emprenye edilebilirlik, biyosit tüketimi ve/veya işleme sınıfı/kullanım sınıfı üzerinde etkilidir. Bununla birlikte, veri toplama çalışması sırasında sağlanan bilgiler, ağaç türleri veya işlenen miktarlarla ilgili olarak tüketime ilişkin güvenilir ifadelere izin vermemektedir.

15.3.2.2 Biyosit tüketimi

Ahşap koruyucular, bir veya daha fazla biyosit (aktif madde) içeren müstahzarlardan oluşur. Biyositler/biyosidal ürünler (AB) 528/2012, BPR (98/8/EC Biyosidal Ürünler Direktifini yürürlükten kaldıran) tarafından düzenlenir. BPR'ye göre, tüm biyosidal ürünler piyasaya sunulmadan önce bir izin alınmasını gerektirir ve o biyosidal ürünün içerdiği aktif maddelerin önceden onaylanmış olması gerekir. Ancak bu ilkenin bazı istisnaları vardır. Örneğin, Gözden Geçirme Programında yer alan aktif maddeler içeren biyosidal ürünler, aktif maddenin onayına ilişkin nihai karara kadar (ve 3 yıl sonrasına kadar) piyasaya sunulabilir ve kullanılabilir (ulusal yasalara tabi olarak).

Halen değerlendirilmekte olan yeni aktif maddeler içeren ürünlere, geçici iznin verildiği piyasada da izin verilebilir [237, ECHA 2018].

İzin verilen ürünler ve/veya aktif maddeler zamanla değişebileceğinden, bu belgede halihazırda izin verilmiş biyosidal ürünler veya aktif maddeler listesi verilmemektedir. Bunun yerine okuyucu, Avrupa Kimyasallar Ajansı – ECHA'nın ilgili ve güncel web sitesine yönlendirilmektedir (https://echa.europa.eu/regulations/biocidal-products-regulation).

Su bazlı koruyucu işleme ve CO_2 prosesine yönelik olarak bu BREF (2017) için veri toplama çalışmasında bildirilen, işlenen m^3 ahşap başına özgül biyosit tüketimi Tablo 15.11'de özetlenmiştir. Solvent bazlı ahşap koruma için herhangi bir veri rapor edilmemiştir.

Sunulan veriler, biyosidal ürünlerdeki belirli aktif maddeler veya kimyasal bileşenler için ayrıntılı sayısal değerlerin elde edilmesine izin vermemektedir, ancak veri toplama çalışmasında yer alan tesislerde kullanılan biyosidal ürün türlerinin bileşenlerine ilişkin kapsamlı olmayan bir genel bakış Tablo 15.10'da verilmiştir.

Tablo 15.10: WPC 2017 veri toplama çalışmasında yer alan tesislerde kullanılan biyosidal ürün türlerinin bileşenlerine ilişkin kapsamlı olmayan genel bakış

Biyosidal ürün türü	Örnek bileşenler
a	- Temel bakır karbonat, - 2-Aminoetanol, - Kuaterner amonyum bileşikleri, - Benzalkonyum klorür, siprokonazol
b	- Bakır, - Kuaterner amonyum bileşikleri, - Borik asit
c	- Bakır hidroksit karbonat - N, N-Didesil-N metilpoli (oksietil) amonyum propiyonat
d	- Bakır karbonat, - 2-Aminoetanol, - Borik asit, - Tebukonazol, propikonazol, - Polietilenamin - Organik asitler ve yüzey aktif maddeler
e	- Propikonazol, tebukonazol, permetrin
f	- Propikonazol, tebukonazol
g	- Bis-(N-sikloheksildiazenyumdioksi)-bakır, - Bakır hidroksit karbonat - Borik asit, - 2-Aminoetanol
h	- Permetrin, propikonazol
Kaynak: [236, TWG 2017]	

Bölüm 15

Tablo 15.11: Su bazlı koruyucu işleme için bildirilen özgül biyosit tüketimi (2014-2016 raporlama dönemi)

Örnek tesis	Proses	Ürünler	Penetrasyon sınıfı (EN 351)	Kullanım sınıfı	Özgül biyosidal ürün tüketimi (kg/m^3)	Biyosidal ürün türü
DK-2	Basınçlı proses (otoklav)	Dış duvarlar ve doğramalar, direkler	NI	UC 2 UC 3	1	f
DK-1	Basınçlı proses (otoklav)	Dış duvarlar ve doğramalar, direkler	NI	UC 1 UC 3 UC 3 UC 4	8 (UC 3 için) 16 (UC 4 için)	d
PL-1	Basınçlı proses (otoklav)	Direkler	NP 5	UC 4	8,94–13,69	g
UK-1	Basınçlı proses (otoklav)	Direkler, traversler, kazıklar, çit korkulukları/ döşeme tahtaları	NP 3 NP 5 NP 6	UC 3 UC 4	18,31-28,38*	NI
UK-4	Basınçlı proses (otoklav)	Çit korkulukları/ döşeme tahtaları, kazıklar, traversler, dış duvarlar ve doğramalar, çatı aşıkları	NI	UC 1 UC 2 UC 3 UC 4	3,52	a
SE-2	Basınçlı proses (otoklav)	Çit korkulukları/ döşeme tahtaları	NP 5 NP 2	UC 3 UC 4 UC 2	2,28-3,08	a d, g
SE-3	Basınçlı proses (otoklav)	NI	NP 1 NP 5	UC 1 UC 3 UC 4	6,74-8,64	a, b
FR-3	Daldırma/ Batırma	İç yapı keresteleri	NP 1	UC 2	0,309-0,322*	h
FR-4	Basınçlı proses (otoklav)	İç doğrama, iç yapı keresteleri, dış duvarlar ve doğramalar, çit korkulukları/ döşeme tahtaları, kazıklar, direkler	NP 5 NP 3	UC 4 UC 3	7,5*	NI
DE-6	Basınçlı proses (otoklav)	Direkler, traversler, kazıklar	NP 5 NP 4 NP 3 Diğerleri	UC 4 UC 3	14,5	g, c
FR-5	Daldırma/ Batırma	İç yapı keresteleri	NP 1	UC 2	1,005-1,034	NI
FI-1	Basınçlı proses (otoklav)	Dış duvarlar ve doğramalar, çit korkulukları/ döşeme tahtaları, direkler	NP 5	UC 3 UC 4	0,8*	g
FR-2	Basınçlı proses (otoklav)	Dış duvarlar ve doğramalar, çit korkulukları/ döşeme tahtaları, direkler	NP 5	UC 4	8,5-8,9*	c

* Raporlanan verilerden hesaplanmıştır.
Not:
NI: Bilgi verilmedi.
Kaynak: [236, TWG 2017]

15.3.2.3 Kreozot tüketimi

Kreozotlar, çok sayıda kimyasal bileşikten oluşan damıtılmış fraksiyonlardır. Farklı buhar basınçlarına sahip üç tipe (EN 13991'e göre A, B ve C tipleri) ayrılırlar. IED'ye göre, 293,15 K'da 0,01 kPa buhar basıncı değerini aşan kreozot fraksiyonu VOC olarak kabul edilecektir. VOC'ler, kreozotun düşük kaynama noktası olan fraksiyonudur [148, COM 2009].

Kreozot kullanımı, benzo[a]piren içeriği nedeniyle kanserojen Kategori 2 maddesi olarak sınıflandırıldığı için örneğin kazıklar, direkler, çitler veya traversler (76/769/EEC sayılı Direktif) gibi özel gereklilikleri olan (zemin teması) dış mekan uygulamalarına yönelik ahşapla sınırlıdır. 2001/90/EC sayılı Direktife göre kreozot %0,005'ten (kütlece) daha az benzo[a]piren ve %3'ten (kütlece) daha az su ile özütlenebilen fenol içeriyorsa sadece endüstriyel tesislerde veya uzmanlar tarafından kullanılabilir. Bu nedenle, şimdi %0,005 ila %0,05 içerebilen ve daha önce %0,1'e kadar benzo[a]piren içermiş olan A Tipi kreozot, AB'de yasaklanmıştır [148, COM 2009].

B Tipi kreozot, ortalama %20 VOC ve % 0.005'ten az benzo[a]piren içeriği ile şu anda en yaygın kullanılan yağ bazlı ahşap koruyucudur.

Çok düşük VOC içeriği (~ %2) ve %0,005'ten az benzo[a]piren içeriği ile Tip C kreozot, yüksek viskoziteye ve yüksek kristalleşme sıcaklığına sahiptir. Bu nedenle depolama ve emprenye sisteminin ısıtılması gereklidir. Avantajları, kokunun azalması ve ahşabın terleme eğiliminin azalmasıdır [148, COM 2009].

1 m^3 ahşabın emprenye edilmesi için 40 kg ila 150 kg kreozot aralığı gereklidir [148, COM 2009].

Almanya tarafından sunulan bir BAT çalışmasında sağlanan basınçlı proses veya sıcak-soğuk banyo işlemi uygulayan kreozot tesislerine yönelik bazı örnek veriler aşağıdaki Tablo 15.12'de sunulmaktadır. Görüldüğü gibi basınçlı ve basınçsız proseslerde kreozot tüketimi farklılık gösterebilmektedir. Sıcak-soğuk banyo işleminde ahşabın tüm çapı değil, sadece yüzeyi emprenye edilirken, basınçlı proseslerin penetrasyon derinliği, basınçsız proseslere göre çok daha fazladır. Emprenye için kullanılan prosesler ve bunların verimliliği, ürün özelliklerine bağlıdır. Koruyucu madde tutma ve penetrasyon sınıflandırması, ilgili standartta (yani EN 351-1) tanımlanmıştır.

Tablo 15.12: Kreozot işleme tesisleri için örnek tesis verileri

Tesis verileri	Birim	Sıcak-soğuk banyo işleme prosesi için aralık	Basınçlı prosesler için aralık
Kullanılan koruyucular		Emprenye yağı (DIN EN 13991 sayılı Standarda göre B ve C Sınıfı)	Emprenye yağı (DIN EN 13991 sayılı Standarda göre B ve C Sınıfları)
İşleme silindiri veya tankının hacmi .	m^3	10-15	20-100
Emprenye yağı tüketimi (1)	kg/sa	15-18	34-116 (örneğin ahşap direkler veya padok çit elemanları için) 58-211 (demiryolu traversleri için)
Kereste iş hacmi (2)	m^3/sa	0,16-0,21 (işlenmiş bileşenlerle ilgili)	0,5-0,9 (örneğin ahşap direkler veya padok çit elemanları için) 1,5-2,4 (demiryolu traversleri için)

(1) Belirtilen emprenye yağı tüketimi, diğer faktörlerin yanı sıra emprenye prosesine ve ahşap türüne bağlı olarak 24 saat içinde işlenebilen kereste hacmi ile ilgilidir.
(2) Belirtilen kereste iş hacmi, diğer faktörlerin yanı sıra emprenye prosesine ve ahşap türlerine bağlı olarak 24 saat içinde işlenebilen kereste hacmi ile ilgilidir.
Kaynak: [231, Almanya 2013]

Basınçlı işleme proseslerine yönelik olarak bu BREF (2017) için veri toplama çalışması sırasında rapor edilen özgül kreozot tüketimi (yani işlem gören m^3 ahşap başına kreozot tüketimi) Tablo 15.13'te özetlenmiştir. Basınçsız prosesler için hiçbir veri rapor edilmemiştir.

Tablo 15.13: Kreozot basınçlı işleme için rapor edilen özgül kreozot tüketimi (2014-2016 raporlama dönemi)

Tesis	Ürünler	İşlenenahşap türleri	Kreozot tipi	Penetrasyon sınıfı (EN 351)	Kull anım sınıfı	Kreozot tüketimi (kg/m^3)
PL-1	Traversler, ahşap taşıyıcılar	Kayın, çam, meşe	B, C	NP 5	UC 4	85-94
UK-1	Direkler, traversler, kazıklar, çit korkulukları/ döşeme tahtaları	Çam, Douglas köknar, karaçam, ladin	NI	NP 5	UC 4	141-213 (1)
SE-1	Direkler, kazıklar, traversler	Çam	B	NP 5	UC 4	91-101
FR-1	Traversler	Meşe	C	NP 5	UC 4	33-36
DE-5	Traversler	Kayın, meşe	C	NP 6, NP 4	UC 4	77-89
FR-2	Direkler	Ladin	B	NP 4	UC 4	141-163

(1) Raporlanan verilerden hesaplanmıştır. Üst uç, diğer yıllar için bildirilen 141 kg/m^3 ve 143 kg/m^3 ile karşılaştırıldığında tipik olmayan bir şekilde yüksek görünmektedir.
Not:
NI: Bilgi verilmedi.
Kaynak: [236, TWG 2017]

15.3.2.4 Su tüketimi

Su bazlı ahşap korumasında; işleme çözeltisinin hazırlanmasında, ahşabın kurutulması için buhar üretiminde, buhar sabitlemede ve kreozotu ısıtmada su kullanılır.

Su bazlı ahşap koruma tesislerine yönelik olarak bu BREF (2017) için veri toplama sırasında rapor edilen spesifik su tüketimi Tablo 15.14'te özetlenmiştir.

Tablo 15.14: 2014-2016 dönemi için su bazlı işleme prosesleri için rapor edilen özgül su tüketimi

Tesis	Özgül su tüketimi (m^3/m^3 işlenmiş ahşap)
DK-1	0,308
PL-1	0,316-0,331
UK-2 (Hat 1)	0,100-0,127
UK-2 (Hat 2)	0,012
UK-3	0,012
SE-2	0,131-0,136
SE-3	0,168-0,190
SE-1	0,357-0,360
FR-3	0,022-0,027*
FR-4 (Hat 1)	0,299-0,300*
FR-4 (Hat 2)	0,069-0,07*
FI-1	0,365-0,372*
DE-6	0,300
FR-5	0,017-0,018
DE-9	0,04
UK-4	0,126*
* Raporlanan verilerden hesaplanmıştır. *Kaynak*: [236, TWG 2017]	

15.3.2.5 Solvent tüketimi

Solvent bazlı koruyucular yaklaşık %5 aktif bileşen (böcek öldürücüler, mantar öldürücüler veya su iticiler) ve %95 organik solvent içerir.

Günümüzde, LOSP olarak adlandırılan - hafif organik çözücü koruyucular - kullanılmaktadır. Bu koruyucularda, sentetik tiner veya diğer petrol bazlı hidrokarbonlar gibi organik solventler, aktif bileşenleri (örn. mantar öldürücüler, böcek öldürücüler, su iticiler) ahşaba taşımak için çözücü olarak kullanılmaktadır. Sentetik tiner esas olarak (> %80) C_9-C_{11} hidrokarbonlardan (alifatikler, alisiklikler ve aromatikler) oluşur; geri kalan kısmı ise büyük ölçüde C_7-C_8 ve C_{12} hidrokarbonlardır [148, COM 2009].

Bu BREF'in gözden geçirilmesi için yapılan veri toplama çalışmasında hiçbir solvent bazlı işleme tesisi yer almamıştır. Bu nedenle, bu tür WPC tesislerinin solvent tüketimine ilişkin hiçbir veri sağlanamamaktadır.

Su bazlı bir tesis ve kritik üssü CO_2 tesisi [Tesis DK-2 [236, TWG 2017]], solventlerin ne için kullanıldığına dair bir açıklama yapmasa da solvent tüketimi hakkında bilgi vermiştir. Su bazlı tesis,
işlenmiş ahşabın 0,033 kg/m^3'ü oranında bir özgül organik solvent tüketimi olduğunu bildirmiştir; bu miktarın çoğunluğu (% 95) dipropilen glikol monometil eteri; geri kalanı asetik asittir. CO_2 tesisi, temel olarak glikol eter olmak üzere işlenmiş ahşabın 0,8 kg/m^3'lük oranında bir özgül solvent tüketimi olduğunu bildirmiştir.

Su bazlı ahşap koruma için kullanılan biyosidal ürünlerin bazı solventler içerebileceğine dikkat edilmelidir, ancak bu konuda özel bir bilgi veya veri sağlanmamıştır.

15.3.2.6 Diğer emprenye kimyasallarının tüketimi

Ahşap hidrofobikleştirme kullanılan güçlendirme maddeleri, sulu emülsiyonlar veya hidrofobikleştirme maddelerinin eriyiklerini içeriyorsa bu işlemeden ilgili emisyonlar beklenmez. Bununla birlikte, bu konuya özel çalışmalardan hiçbir veri mevcut değildir.

Sıvı organik hidrofobikleştirme maddeleri (ör. parafinler) kullanılıyorsa, VOC'lerle ilgili özel hususların dikkate alınması gerekir [230, VDI 2014] [231, Almanya 2013].

15.3.2.7 Yardımcı malzemelerin tüketimi

WPC'de yağ, gres ve yağlayıcılar çok küçük miktarlarda kullanılmaktadır [231, Germany 2013].

15.3.2.8 Enerji tüketimi

Bir WPC tesisinin enerji tüketimi, tesis tipine ve uygulanan proses(ler)e bağlıdır. TWG, kreozot prosesleri ve otoklav prosesleri için enerji tüketimini ve verimliliğini önemli bir çevresel sorun (KEI) olarak belirlemiştir. Bilgi ve veri toplama çalışmasında enerji tüketiminin (ahşap/ahşap ürününün kWh/m^3 cinsinden toplam tüketimi ve özgül/üretimle ilgili tüketimi) ve enerji verimliliğinin ilgili bağlamsal bilgilerle (kullanılan proses sınırları dahil) birlikte dahil edilmesine karar verilmiştir. Ancak bu konularda çok az veri sunulmuştur.

Tablo 15.15, WPC 2017 veri toplama çalışması sırasında bildirilen özgül enerji tüketimine ilişkin verilere genel bir bakış sunmaktadır. Genel olarak enerji, işleme sırasında basınç/vakum üretimi, koruyucu çözeltinin ısıtılması, çıkış gazı işleme sistemi ve ahşabın taşınması/yüklenmesi için kullanılır.

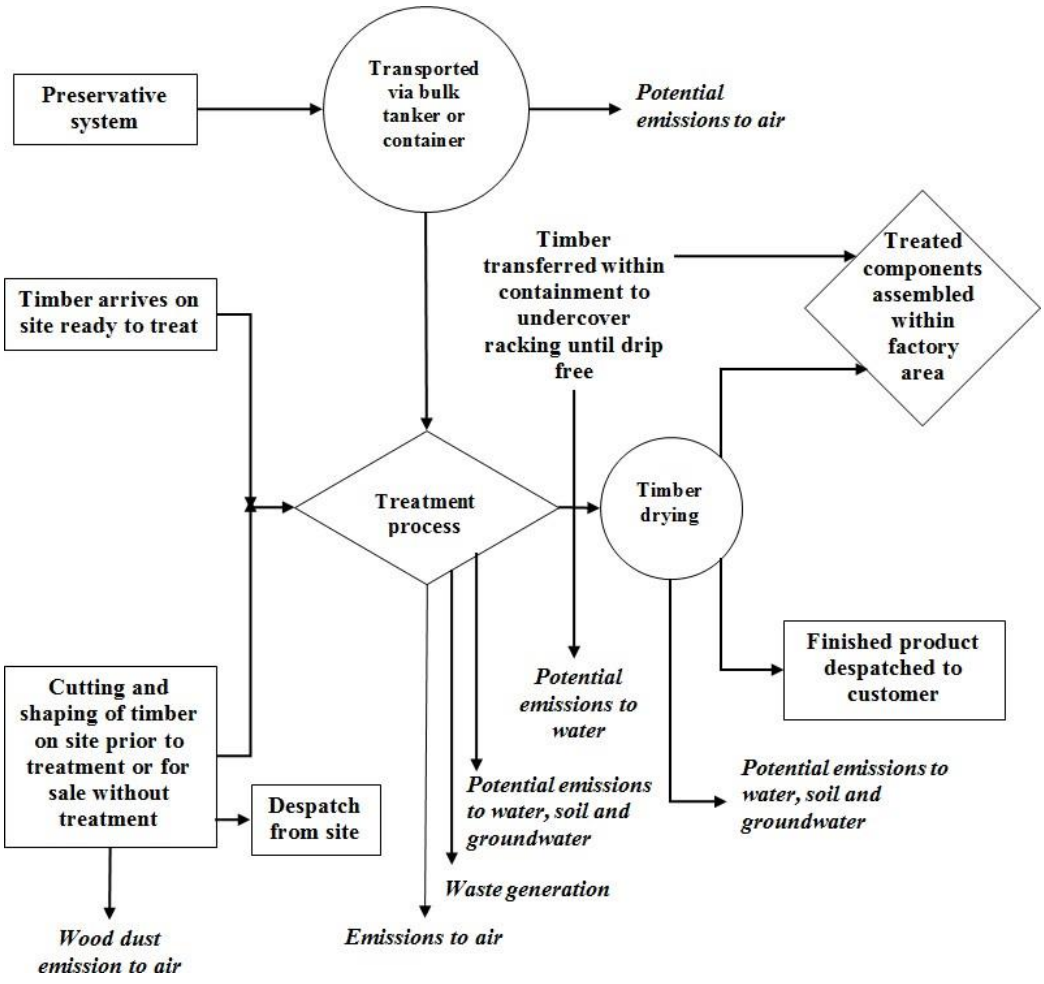
Tablo 15.15: Ahşabın korunmasına yönelik bildirilen özgül enerji tüketimi (2014-2016 dönemi için)

Tesis	Özgül enerji tüketimi (kWh/m3 işlenmiş ahşap)
DK-2	20
PL-1	9,75-10,69
UK-3	0,7-1,1
IT-1	12,5-20,5
IT-2	91,04
SE-2	39-61
SE-3	8,3-9,6
DE-5	143,2-177,1
DE-6	25
Kaynak: [236, TWG 2017]	

15.3.3 Çıktılar ve emisyonlar

15.3.3.1 Emisyonlara genel bakış

Şekil 15.12 WPC tesislerinden olası emisyonları ve salınımları göstermektedir.



Kaynak: [235, UK DEFRA 2013]'den alınmıştır.

Şekil 15.12: Tüketim ve emisyonları gösteren tipik bir ahşap koruma tesisinin akış şeması

15.3.3.2 Toprak ve yeraltı suyuna emisyonlar

Bu endüstride uygulanan koruyucular doğası gereği ekotoksiktir. Sektörün POP'ları ve/veya PBT'leri kullanma geçmişi vardır. Endüstri, PAH'lar ve PCP gibi bazı POP'ların önemli bir kaynağı olmuştur. Kreozot kullanımından kaynaklanan PAH emisyonları önem arz etmektedir. 1999 yılında ahşap korumasının toplam AB-15 POP emisyonlarının %30'una katkıda bulunduğu bildirilmiştir [99, UKHSE 2006] [100, EEA 1999].

Artan mevzuat ve sektör değişiklikleri nedeniyle bu maddelerin kullanımı ve emisyonu azalırken, kreozot ve bakır tuzları gibi maddeler hala kullanılmaktadır.

İnsan sağlığına daha az zararlı maddelere geçiş (üretim ve uygulamada) piretroidler (örneğin permetrin) gibi maddelerin kullanımına yol açmıştır. Bunlar yüksek su toksisitesine sahip olabilir.

Ahşap koruma prosesinde kullanılan tüm kimyasallar (solventler, kreozot, aktif maddeler/biyositler, katkı maddeleri, hidrofobik maddeler, yangın geciktiriciler vb.), proseslerden kazara salınması nedeniyle toprağa ve nihayetinde yeraltı suyuna yayılma riskini taşır. Sahada önceki WPC tesisi operasyonlarından kirlenmiş toprak varsa artık kullanılmayan kimyasallar yine de yeraltı suyuna yayılabilir.

WPC 2017 veri toplama çalışması sırasında sağlanan toprak ve/veya yeraltı suyunda izlenen potansiyel kirleticiler ve parametreler hakkındaki bilgiler Tablo 15.24 ve Tablo 15.25'te özetlenmiştir.

15.3.3.3 Suya emisyonlar

Genel olarak atık su, yüzey akış suları, ahşap korumada kullanılan kimyasalların kazara salınması (damlamalar veya dökülmeler) ve yangın söndürme suyu olarak ortaya çıkabilmektedir. Ahşap koruma prosesinde kullanılan he türlü kimyasal (veya bileşenleri), atık suda bulunan bir kirletici olabilir.

WPC 2017 veri toplama çalışması sırasında sağlanan WPC tesislerinden suya emisyonlara ilişkin bilgilerin bir özeti Tablo 15.16'da verilmiştir. Uygulanan atık su arıtma teknikleri hakkında bilgi için Bölüm 15.4.10'a bakınız.

Tablo 15.16: WPC tesislerinden suya emisyonlar

Tesis	Parametre (birim)	İzleme sıklığı	Yıl	Ort.	Maks.
UK-1	Cu (mg/l)	NI	2016	0,017	NI
UK-1	Cr (mg/l)	NI	2016	< 0,002	NI
UK-1	PAH'lar (mg/l)	NI	2016	0,059	NI
UK-1	Benzo[a]piren (mg/l)	NI	2016	< 0,01	NI
SE-1	Cu (mg/l)	2/yıl	2016	0,47	NI
SE-1	Cr (mg/l)	2/yıl	2016	0,0129	NI
SE-1	PAH'lar (mg/l)	2/yıl	2016	0,009	NI
SE-1	Benzo[a]piren (µg/l)	2/yıl	2016	0,0135	NI
SE-1	HOI [yağ] (mg/l)	2/yıl	2016	0,1495	NI
SE-1	As (mg/l)	2/yıl	2016	0,0148	NI
SE-1	PAH kanserojen (µg/l)	2/yıl	2016	0,165	NI
SE-1	Cu (mg/l)	2/yıl	2015	0,12	NI
SE-1	Cr (mg/l)	2/yıl	2015	0,0022	NI
SE-1	PAH'lar (mg/l)	2/yıl	2015	0,013	NI
SE-1	Benzo[a]piren (µg/l)	2/yıl	2015	0,01	NI
SE-1	HOI [yağ] (mg/l)	2/yıl	2015	0,201	NI
SE-1	As (mg/l)	2/yıl	2015	0,0058	NI
SE-1	PAH kanserojen (µg/l)	2/yıl	2015	0,064	NI
SE-1	Cu (mg/l)	2/yıl	2014	0,101	NI
SE-1	Cr (mg/l)	2/yıl	2014	0,0016	NI
SE-1	PAH'lar (mg/l)	2/yıl	2014	0,022	NI
SE-1	Benzo[a]piren (µg/l)	2/yıl	2014	0,034	NI
SE-1	HOI [yağ] (mg/l)	2/yıl	2014	0,11	NI
SE-1	As (mg/l)	2/yıl	2014	0,0053	NI
SE-1	PAH kanserojen (µg/l)	2/yıl	2014	0,5	NI
DE-5	Cu (mg/l)	NI	2016	1. 0,29 2. 0,23	1. 0,38 2. 0,24
DE-5	Cr (mg/l)	NI	2016	1. < 0,01 2. < 0,01	NI
DE-5	PAH'lar (mg/l)	1/yıl	2016	81,8	NI
DE-5	Benzo[a]piren (µg/l)	1/yıl	2016	< 0,01	NI
DE-5	HOI [yağ] (mg/l)	NI	2016	1. < 5 2. < 5	NI
DE-5	En az uçucu lipofilik maddeler (mg/l)	NI	2016	1. 18,8 2. 14,4	1. 31 2. 39
DE-5	Fenol indeksi (mg/l)	NI	2016	1. 1,28 2. 0,77	1. 1,7
DE-5	KOİ (mg/l)	NI	2016	1. 600 2. 281	1. 630
Kaynak: [236, TWG 2017]					

15.3.3.4 Havaya salınan emisyonlar

Havaya emisyonlar, koruyuculardaki uçucu bileşikler (ör. VOC'ler, PAH'lar, koku, CMR maddeleri, SVHC) nedeniyle veya termal oksidasyon ile çıkış gazı işleme prosesi uygulandığında (x ve CO) solvent bazlı proseslerden ve kreozot kullanılarak yapılan ahşap korumasından kaynaklanabilir.

Koruyucular püskürtüldüğünde veya koruyucu çözeltinin bir kısmı çıkartılırsa vakum pompalarının çıkışında, tüm ahşap koruyucu türlerine (WB, SB ve C) yönelik olarak aerosoller (koruyucuların) salınabilir.

Yağ veya vaks gibi emprenye edici kimyasalların ısıtılması, havaya organik bileşik emisyonları ile sonuçlanabilir.

Araçlardan havaya emisyonların (sahada ahşabın taşınması) WPC'ye özgü olmadığı ve önemsiz olduğu kabul edilmektedir.

15.3.3.4.1 Solvent bazlı ve kreozotlu ahşap korumadan havaya emisyonlar

VOC emisyonları

Ana emisyon kaynağı, uygulanan maddelerin solvent içeriğinden kaynaklanmaktadır. Tamamen kuruduktan sonra ahşapta kalan solventler daha uzun sürede buharlaşır. Taşıma, uygulama ve kurutma aşamalarında kaçak emisyonlar meydana gelir. Bununla birlikte, emisyonların çoğu kurutma işlemi sırasında ortaya çıkar.

2000 yılında AB-25 düzeyinde, (RAINS modeline göre) NMVOC emisyonları, 54,9 kt olup bu değer, toplam NMVOC emisyonlarının %0,5'ini temsil etmektedir (toplam tahmini EU-15 emisyonu
1990'da 47.5 kt/yıl olmuştur). Endüstride işlenen toplam ahşap hacmi 11,5 milyon m^3 ve ortalama emisyon faktörü yaklaşık 4,8 kg NMVOC/m^3 olmuştur, yani bu sektörden kaynaklanan emisyonlar AB-25'te zaten kısmen azaltılmıştır (azalmayan emisyon faktörü 19,8 kg/m^3'dür, bk. Tablo 15.17). Toplam AB-15 VOC emisyonlarına katkı, ülkeden ülkeye önemli ölçüde farklılık göstermiştir [91, EGTEI 2005].

Birincil (proses içi) önlemler ve ikincil (boru çıkışı) önlemlerle VOC emisyonlarını azaltma seçenekleri Avrupa düzeyinde tahmin edilmiştir. EGTEI'nin geniş referans tesislerinden alınan 2005 yılına ait mevcut veriler aşağıdaki gibidir [91, EGTEI 2005]:

- işlenecek ahşap hacmi: 5 000 m^3/yıl;
- solvent girdisi: 99 t/yıl;
- tam yük saatleri: 6000 sa/yıl;
- akış hızı: 22 200 m^3/saat.

Tablo 15.17: Ahşap koruma için varsayılan emisyon faktörleri (EF), azaltma verimlilikleri ve her bir kombinasyon için maliyetler

PMC (Birincil önlem kodu) (bk. Tablo 15.18)	**SMC (İkincil önlem kodu)** (bk. Tablo 15.19)	**NMVOC EF (kg/m^3)**
00	00	19,80
00	01	7,30
00	02	7,30
01	00	16,60
01	01	6,10
01	02	6,10
02	00	11,00
03	00	0,25
04	00	0,15
Not: EF: Emisyon faktörleri. *Kaynak:* [91, EGTEI 2005]		

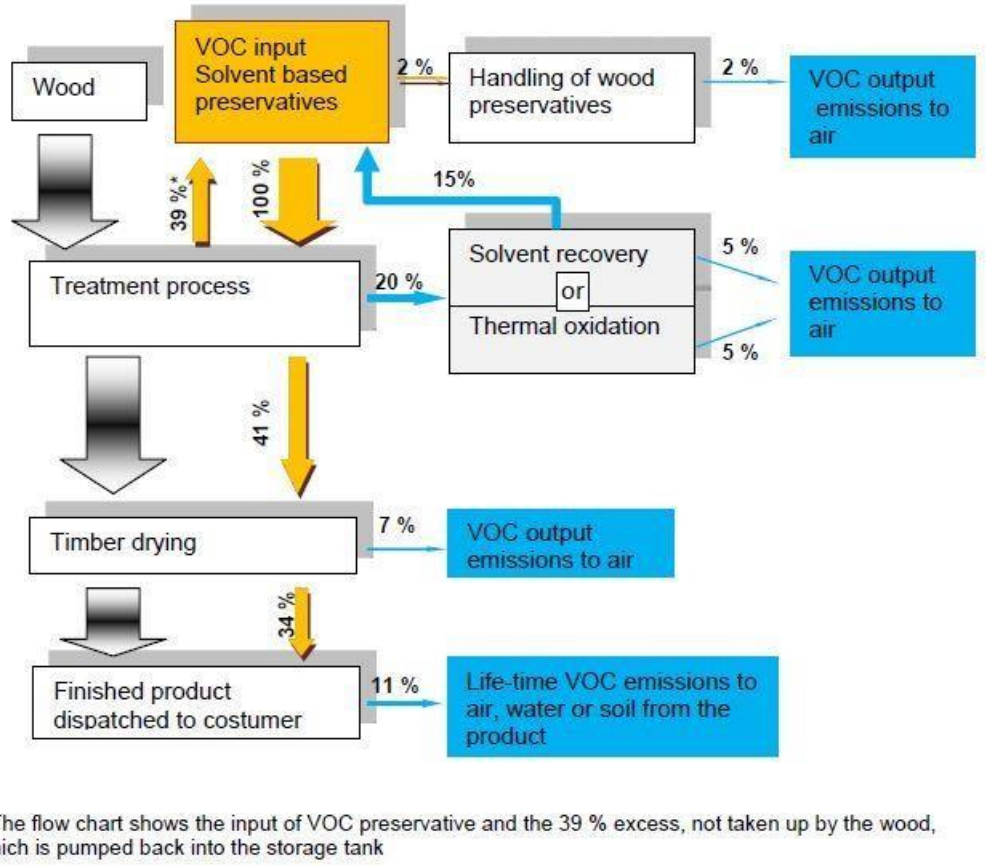
Tablo 15.18: Ahşabın korunması: Birincil azaltma önlemleri

PMC (Birincil önlem kodu)	Açıklama
00	%100 solvent bazlı koruyucular geleneksel uygulama teknikleri (daldırma, fırça ile uygulama, püskürtme)
01	%100 solvent bazlı koruyucular geliştirilmiş uygulama tekniği (vakumlu koruma sistemi)
02	Proses optimizasyonu %100 daha konsantre solvent bazlı koruyucular, geliştirilmiş uygulama tekniği (vakumlu koruma sistemi)
03	%100 su bazlı koruyucular geleneksel uygulama teknikleri (daldırma, fırça ile uygulama, püskürtme)
04	%100 su bazlı koruyucular geliştirilmiş uygulama tekniği (vakumlu koruma sistemi)
Kaynak: [91, EGTEI 2005]	

Tablo 15.19: Ahşabın korunması: İkincil azaltma önlemleri

SMC (İkincil önlem kodu)	Açıklama
00	İkincil önlem yok
01	Termal oksidasyon
02	Adsorpsiyon ve solvent geri kazanımı
Kaynak: [91, EGTEI 2005]	

Şekil 15.13'teki akış şeması, solvent bazlı ürünler kullanılarak ahşap emprenye işlemi için proses adımlarını ve VOC emisyonlarının nerede oluşabileceğini göstermektedir. Şekil ayrıca her prosesten yayılan veya ürünlerde kalan solvent yüzdesinin bir göstergesini sağlamaktadır. Kreozot durumunda akış şeması benzer görünür, ancak solvent geri kazanımı mümkün değildir.



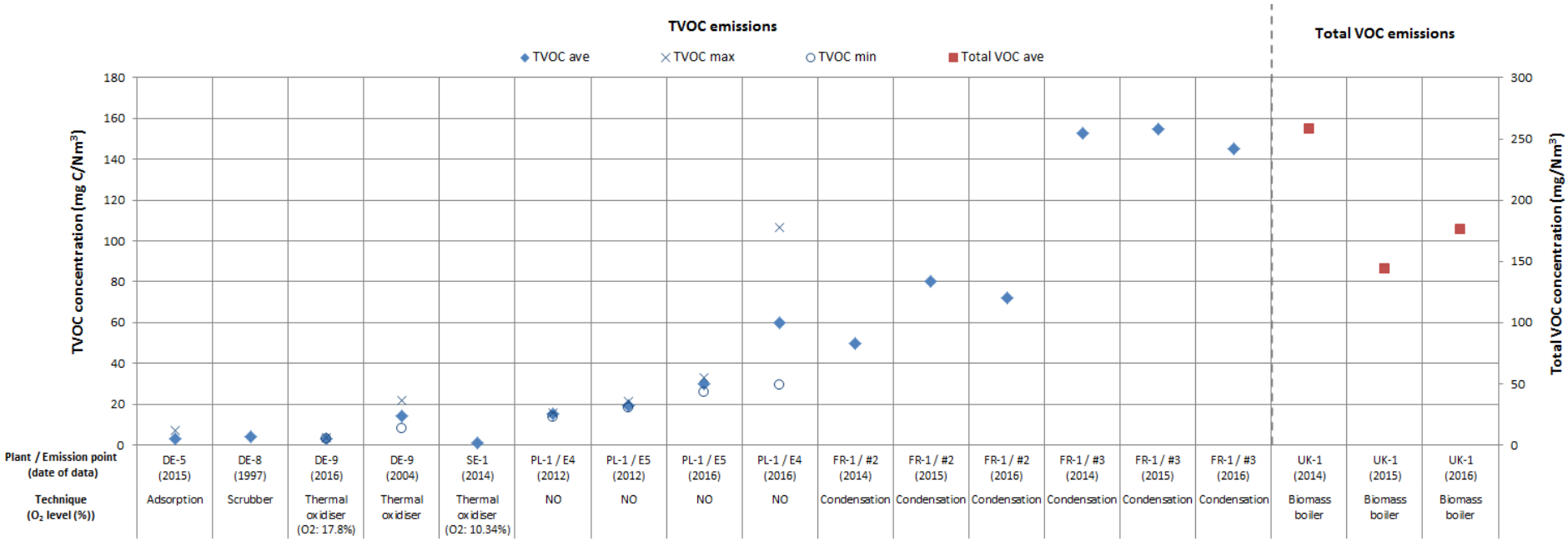
Kaynak: [148, COM 2009]

Şekil 15.13: Solvent bazlı koruyucuların kullanıldığı ahşap emprenye işlemlerinde tipik VOC girdileri ve çıktıları

Ahşap koruma tesisinde kurutulduktan sonra ahşabın içinde kalan solventin yaklaşık üçte biri zamanla buharlaşacak, diğer üçte ikisi ise çalışma ömrü boyunca ahşabın içinde kalacaktır.

WPC 2017 veri toplama çalışması sırasında [236, TWG 2017], kreozot işleme prosesini uygulayan yedi tesisten kaynaklanan VOC emisyonları hakkında bilgi verilmiştir. Veriler, TVOC emisyonları (mg C/Nm^3 olarak) veya toplam VOC emisyonları (mg/Nm^3 olarak) olarak sağlanmıştır. TVOC için rapor edilen emisyon aralığı 1,00 mg C/Nm^3 ila 154,9 mg C/Nm^3 arasında olmuştur. Herhangi bir VOC işleme tekniğini uygulamayan bir tesis, 13,64 mg C/Nm^3 ila 106,52 mg C/Nm^3 aralığında otoklav yükleme ve boşaltma adımları için ölçüm sonuçlarını bildirmiştir. Termal oksitleyici, adsorpsiyon ve yıkayıcı gibi işleme tekniklerini uygulayan tesisler, 1-22 mg C/Nm^3 (üst seviye 2004'te yapılan bir ölçümün maksimum değerini ifade eder) aralığında ölçüm sonuçları sunmuştur. Bu tesislerden biri (DE-5) için, ölçümler konusunda sağlanan ayrıntılı bilgiler, kreozot işleme prosesinin farklı adımlarına (yani ahşabın boşaltılması ve yüklenmesi, basınç süresi, tankın kreozotla yüklenmesi –akış kaplama–, kreozotun yeniden koşullandırılması, kreozotun ısıtılması, tankta vakum oluşturulması, vakum süresi) yönelik sekiz tekli ölçüme dayalı olarak ölçüm sonuçlarının 0,8 mg/Nm^3 ila 6,9 mg/Nm^3 aralığında rapor edildiğini göstermektedir. Azaltma tekniği olarak yoğuşma uygulayan başka bir tesis için, iki otoklava yönelik olarak 49,7 mg C/Nm^3 ila 154,9 mg C/Nm^3 aralığında ortalama emisyon değerleri rapor edilmiştir. Bir biyokütle kazanında kreozot tesisinden çıkan atık gazları kirlenmemiş ahşap atıkları ile birlikte yakan bir tesis, 144,2 mg/Nm^3
ila 258,1 mg/Nm^3 arasında değişen toplam VOC değerleri bildirmiştir (biyokütle kazanının atık gazındaki oksijen seviyesi hakkında bilgi olmadan). WPC 2017 veri toplama çalışması sırasında rapor edilen kreozot tesislerinden havaya VOC emisyonları hakkındaki bilgiler Şekil 15.14'te gösterilmektedir. Solvent bazlı tesislerden kaynaklanan VOC emisyonları hakkında bilgi sunulmamıştır.

Bölüm 15

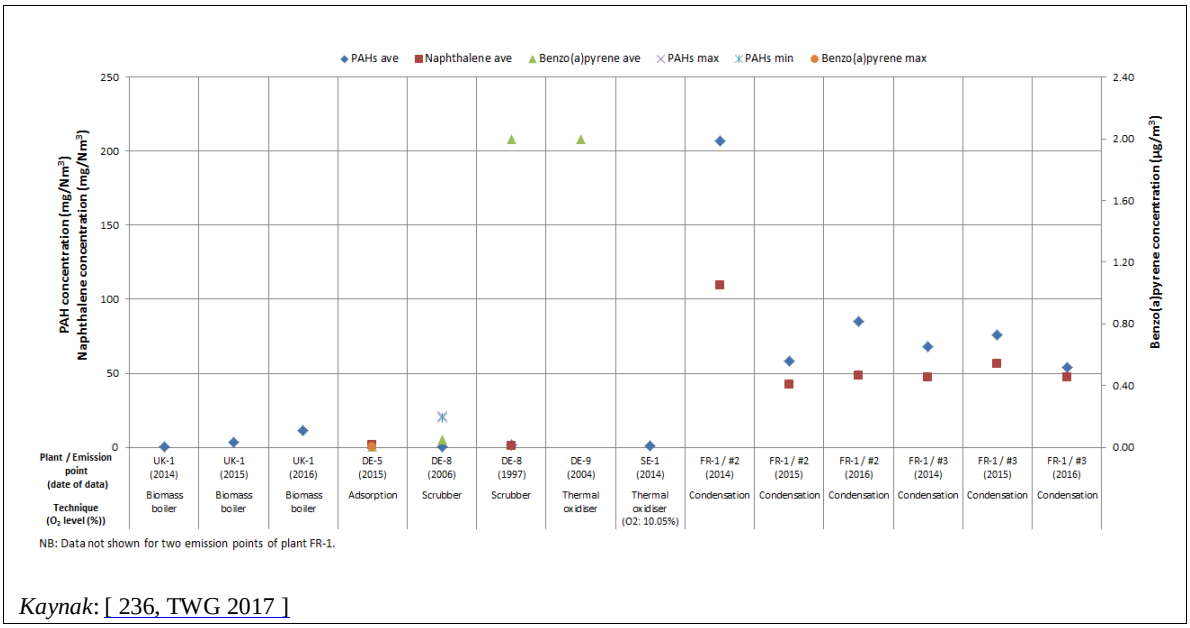


Kaynak: [236, TWG 2017]

Şekil 15.14: Kreozot tesislerinden kaynaklanan atık gazlarda bildirilen VOC emisyonları

PAH'lar

WPC 2017 veri toplama çalışması [236, TWG 2017] sırasında kreozot işleme prosesini uygulayan beş tesis için PAH'lar, naftalin ve benzo[a]piren emisyonları hakkında bilgi verilmiştir. PAH'lar için rapor edilen emisyon değerleri < 1 mg/Nm^3 ila 85,1 mg/Nm^3 aralığındadır
(206,6 mg/Nm^3'lik bir uç değer bildirilmiştir). Şekil 15.15'teki veri derlemesi, azaltma teknikleri uygulayan tesislerin aralığın alt ucunu oluşturduğunu ve dört tesisin şu değerleri bildirdiğini göstermektedir:
0,2 mg/Nm^3 ve 1,38 mg/Nm^3 (bir yıkayıcı için) ve 1 mg/Nm^3 (bir termal oksitleyici için %10,5 O_2 seviyesinde) ve 11,1 mg/Nm^3'e kadar (bir biyokütle kazanında yakmak için, O_2 seviyeleri hakkında bilgi olmadan). PAH değerlerini bildiren (iki emisyon noktası için) ve bir azaltma tekniği olarak yoğuşmayı uygulayan bir tesis, 53,8 mg/Nm^3'ten başlayan açıkça daha yüksek bir emisyon aralığı göstermektedir. Naftalin için, azaltma tekniği uygulayan ve veri sunan iki tesis (biri adsorpsiyonlu, diğeri yıkayıcılı) 1,2 mg/Nm^3 ve < 1,9 mg/Nm^3 değerlerini bildirirken, azaltma sistemi olarak yoğuşma uygulayan tesis 42,3- 56,6 mg/Nm^3'lik bir aralık (yukarıdaki PAH'lar için tepe değeriyle aynı ölçüme karşılık gelen 109,4 mg/Nm^3'lük bir uç değer ile) bildirmiştir.



Kaynak: [236, TWG 2017]

Şekil 15.15: Kreozot tesislerinden kaynaklanan atık gazlarda bildirilen PAH, naftalin ve benzo[a]piren emisyonları

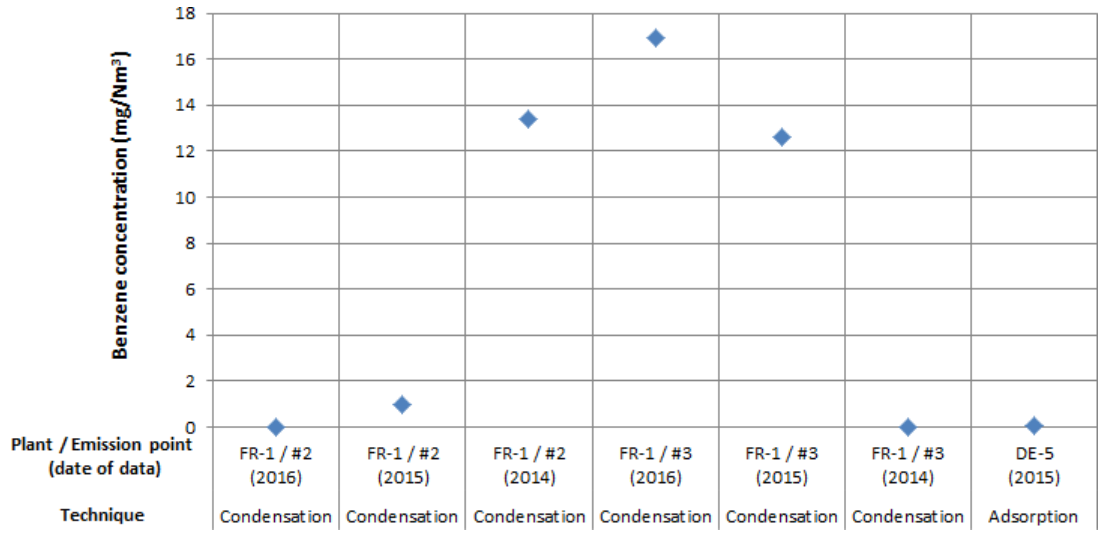
Başlangıç toplantısında, TWG, PAH'ların kaçak emisyonlarını bilgi ve veri toplama çalışmasına dahil etme kararı almıştır. Ancak, PAH'ların kaçak emisyonları hakkında hiçbir bilgi sunulmamıştır.

(Diğer) CMR maddeleri

Başlangıç toplantısında, TWG solvent bazlı (SB) ve kreozot tesisleri için bir KEI olarak havaya CMR maddelerinin emisyonlarını belirlemiştir. SB tesisleri hakkında hiçbir bilgi sağlanmamıştır.

İki kreozot tesisi benzen emisyonları hakkında bilgi vermiştir (bk. Şekil 15.16). Değerler, adsorpsiyonun kurulu olduğu tesis için 0,06 mg/Nm^3 olmuş ve bir azaltma tekniği olarak yoğuşma uygulayan tesis için (iki emisyon noktası için) sıfır ila 16,9 mg/Nm^3 arasında değişiklik göstermiştir.

Bir tesis ayrıca fenol emisyonları hakkında veri sağlamıştır; 2015 yılında ölçülen değer < 0,032 mg/Nm^3 olmuştur.



Kaynak: [236, TWG 2017]

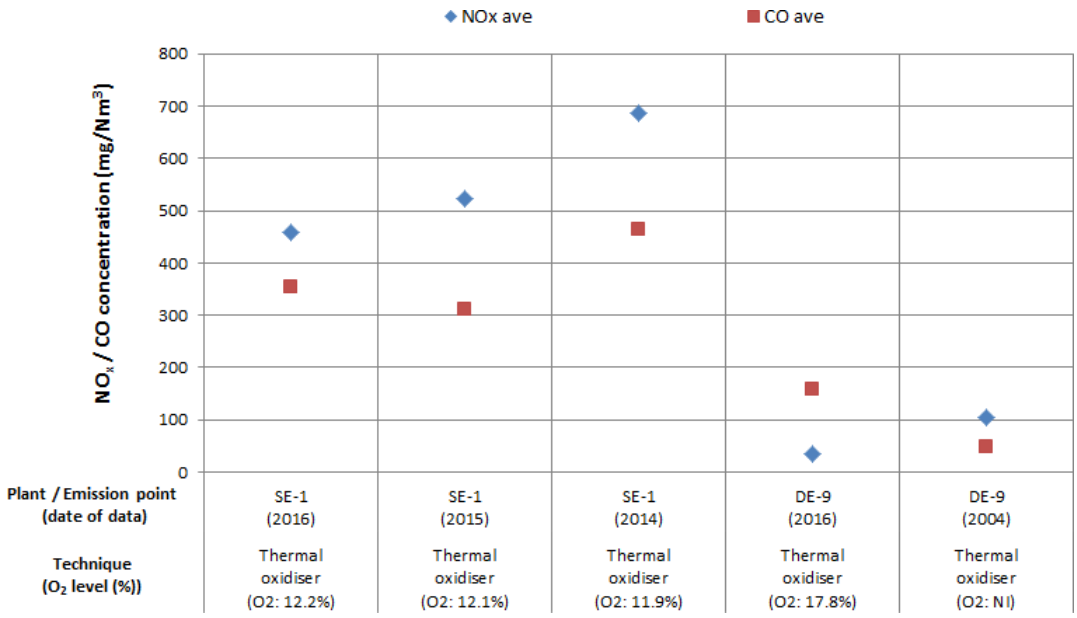
Şekil 15.16: Kreozot tesislerinden kaynaklanan atık gazlarda rapor edilen benzen emisyonları

Başlangıç toplantısında, TWG, bilgi ve veri toplama çalışmasına kaçak benzen emisyonlarını dahil etme kararı almıştır. Ancak, kaçak benzen emisyonları hakkında hiçbir bilgi sunulmamıştır.

NO_X ve CO emisyonları

NO_X ve CO emisyonları, ahşap koruma prosesinin kendisinden salınmaz, ancak atık gazlardaki VOC emisyonlarını azaltmak için termal oksidasyon veya diğer yakma proseslerini uygulayan tesislerle ilgili olabilir.

Termal oksitleyicilerle veri toplamaya katılan iki kreozot tesisi, NO_X ve CO emisyon değerleri hakkında veri sağlamıştır (bk. Şekil 15.17). NO_X emisyonları, 35 mg/Nm^3 ila 686 mg/Nm^3 aralığında (aralığın üst sınırı için %11,9'luk bir O_2 seviyesi rapor edilmiştir) olup bu değerler sırasıyla 158 mg/Nm^3 ve 464 mg/Nm^3 CO seviyelerine tekabül etmektedir. Ayrıca daha düşük CO değerleri (49 mg/Nm^3 ve 312 mg/Nm^3) bildirilmiştir.



Kaynak: [236, TWG 2017]

Şekil 15.17: Kreozot tesislerinden kaynaklanan atık gazlarda rapor edilen NOx ve CO emisyonları

Koku

Başlangıç toplantısında TWG, kokunun havaya emisyonlarla birlikte solvent bazlı koruyucular ve kreozot işleme prosesini uygulayan tesisler için bir KEI olduğu sonucuna varmıştır. Ancak koku konusunda bilgi verilmemiştir.

WPC 2017 veri toplama çalışması sırasında solvent bazlı tesisler için hiçbir bilgi sunulmamıştır [236, TWG 2017].

15.3.3.4.2 Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunmasından kaynaklanan havaya diğer emisyonlar

Aerosoller

Basınçsız ve basınçlı proseslerden (işleme tankı, silindir kapısı, proses tankı, çalışma tankı havalandırmaları vb. dahil) havaya aerosol ve buhar emisyonları, başlangıç toplantısında bir bütün olarak WPC sektörü için bir KEI olarak tanımlanmış, ancak hiçbir veri sunulmamıştır.

Bazı aerosoller, özellikle son vakum periyodunun sonunda ve işleme tankındaki iç basıncın atmosfer basıncına geri dönüşünde olmak üzere, basınçla işleme prosesinin son aşamalarında üretilmektedir [243, EOS 2016].

15.3.3.5 Atık üretimi

Kereste işleme tesislerinden kaynaklanan atıklar şunları içerebilir:

- gereğinden fazla koruyucu çözelti;
- tanklardan gelen çamur ve döküntüler;
- döküntüleri emmek için kullanılan talaş ve diğer malzemeler;
- hala ürün kalıntılarını içeren gereğinden fazla konteynerler;
- Gereğinden fazla ekipman (kir giderilmeden önce);
- kirlenmiş toprak/ toz/ kir.

WPC 2017 veri toplama çalışması sırasında sağlanan atık türleri ve üretilen miktarlara ilişkin bilgiler Tablo 15.20'de özetlenmiştir.

Tablo 15.20: Ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunmasına yönelik rapor edilen atık türleri ve miktarlarına dayalı özgül atık üretim değerleri

Tesis	Atık türü	Özgül atık üretimi (kg/m^3 işlenmiş ahşap)			
		2014	2015	2016	Üç yıllık ortalama
DK-2	Rejenerasyon sisteminden kaynaklanan çamurlar	0,248	0,143	0,115	0,152
DK-1	Temizleme işleminden kaynaklanan çamurlar	-	-	0,233	0,233
PL-1	Fırın külü, ahşap ambalaj, mineral motor, dişli ve gres yağı, sorbentler, filtre malzemeleri, yağ filtreleri, kullanılmış elektrik ve elektronik ekipmanı, kirlenmiş ahşap, plastik ambalaj, aşınmış lastikler	0,732	0,216	0,075	0,344
UK-1	İşlenmiş kereste, koruyucularla kirlenmiş ürünler, tehlikeli olmayan atıklar, emiciler, AAT çamuru	4,18	2,91	4,81	3,96
UK-3	Çalışma artıkları, plastik ambalajlar, zarar görmüş ahşap atıkları	0,544	0,529	0,635	0,559
IT-2	Çamurlar, ambalaj malzemeleri, adsorbanlar, filtre malzemeleri, kullanılmış lastikler, mineral yağlar, diğer emülsiyonlar, solvent ve solvent karışımları	81,16	25,31	29,33	44,45
SE-2	Temizleme işleminden kaynaklanan çamurlar, koruyucularla kirlenmiş ürünler	0,025	0,034	0,074	0,045
SE-3	Temizleme işleminden kaynaklanan toz ve çamurlar	0,059	-	-	0,059
SE-1	Temizleme işleminden kaynaklanan çamurlar	-	0,035	0,454	0,251
FR-3	Tanklardan ve işleme prosesinden kaynaklanan çamur ve döküntüler	0,024	-	-	0,024
FR-4	Temizleme işleminden kaynaklanan tehlikeli atıklar	0,021	0,018	0,015	0,018
FR-1	Atık su, temizleme işleminden kaynaklanan katı atık, yağ atığı	20,13	10,57	9,16	12,99
FI-1	İşlenmiş ahşap, plastik, talaş	8,58	8,48	9,66	8,90
DE-9	İşlenmiş ahşap artıkları	3,545	3,545	3,545	3,545
DE-5	Dökülmeler, çamur, temizleme işleminden kaynaklanan tehlikeli atıklar	3,821	5,832	4,459	4,731
DE-6	İşleme prosesinden kaynaklanan çamurlar	0,118	0,105	0,105	0,109
DE-8	İşlenmiş ahşap ve kirlenmiş kalıntılar (toz)	-	-	0,513	0,513
FR-5	Çamurlar	0,009	-	-	0,009
FR-2	İşlenmiş ahşap	0,025	-	0,023	0,024

Not:
PL-1 Fabrikası için ilave atık kategorileri şu şekilde raporlanmıştır: 2014 yılı için 12,7 kg/m^3 talaş ve 2016 için 4,25 kg/m^3 kirli su.
Tesis IT-2 için ilave atık kategorisi şu şekilde raporlanmıştır: 2014-2016 dönemi için ortalama 20,1 kg/m^3 ahşap ambalaj.
FR-1 Tesisi için, şlave atık kategorileri şu şekilde rapor edilmiştir: 2015 ve 2016 yılları için sırasıyla 4.02 kg/m^3 ve 49.29 kg/m^3 kreozotla kirlenmiş toprak.
Kaynak: [236, TWG 2017]

15.4 Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunması için BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

15.4.1 Çevre yönetim sistemleri (ÇYS)

Açıklama

Çevresel hedeflere uygunluğu göstermek için resmi bir sistem.

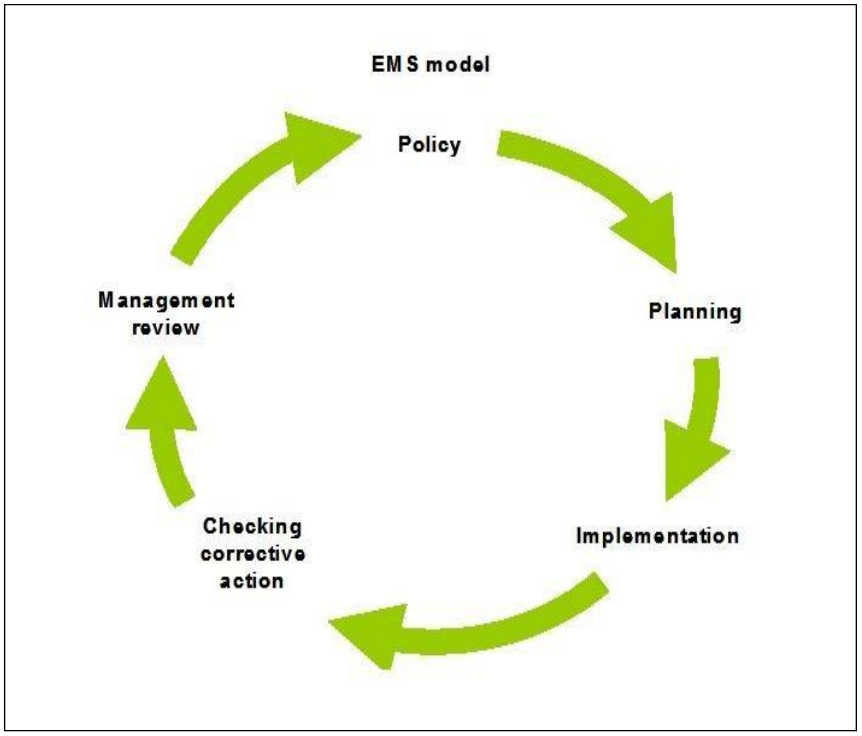
Teknik Açıklama

Direktifte, 'teknikler' ('mevcut en iyi teknikler' tanımı altında) 'hem kullanılan teknoloji hem de tesisin tasarlanması, inşa edilmesi, bakımının yapılması, işletilmesi ve hizmetten çıkarılması yöntemi' olarak tanımlanmaktadır.

Bu bağlamda, çevre yönetim sistemi (ÇYS), tesis operatörlerinin çevresel sorunları sistematik ve gösterilebilir bir şekilde ele almalarına olanak sağlayan bir tekniktir. EMS'ler, bir tesisin genel yönetiminin ve işletiminin doğal bir parçasını oluşturdukları yerde en etkili ve verimlidir.

EMS'de, özellikle hem normal hem de normal olmayan çalışma koşulları için net çalışma prosedürlerinin uygulanması ve ilgili sorumluluk alanlarının belirlenmesi yoluyla operatörün dikkati tesisin çevresel performansına yöneltilmiştir.

Tüm etkili EMS'ler, sürekli iyileştirme kavramını içerir; bu kavram, çevre yönetiminin, sonunda sona eren bir proje değil, devam eden bir süreç olduğu anlamına gelir. Çeşitli süreç tasarımları vardır, ancak çoğu ÇYS planla-uygula-kontrol et-önlem al döngüsüne dayalıdır (bu, diğer şirket yönetimi bağlamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır). Döngü, bir döngünün tamamlanmasının bir sonrakinin başlangıcına aktığı yinelemeli bir dinamik modeldir (bk. Şekil 15.18).



Şekil 15.18: ÇYSmodelinde sürekli iyileştirme

ÇYS, standartlaştırılmış veya standartlaştırılmamış ('özelleştirilmiş') bir sistem şeklinde olabilir. EN ISO 14001 gibi uluslararası kabul görmüş standartlaştırılmış bir sistemin uygulanması ve bu sisteme bağlı kalınması, özellikle uygun şekilde gerçekleştirilen bir dış doğrulamaya tabi tutulduğunda, EMS'ye daha yüksek güvenilirlik sağlayabilir. 1221/2009 Sayılı Yönetmeliğe (EC) göre Avrupa Birliği eko-yönetim ve denetim planı (EMAS), çevre bildirimi ve geçerli çevre mevzuatına uygunluğu sağlayan mekanizma aracılığıyla halkla etkileşim nedeniyle ek güvenilirlik sağlar. Bununla birlikte, standartlaştırılmamış sistemler, uygun şekilde tasarlanmaları ve uygulanmaları koşuluyla, ilke olarak eşit derecede etkili olabilir.

Hem standartlaştırılmış sistemler (EN ISO 14001veya EMAS) hem de standartlaştırılmamış sistemler ilke olarak kuruluşlar için geçerli olsa da, bu belge bir kuruluşun tüm faaliyetlerini içermeyen daha dar bir yaklaşım benimsemektedir (örneğin, Direktifin yalnızca tesisleri/fabrikaları düzenlemesi nedeniyle, ürün ve hizmetleriyle ilgili olarak).

ÇYS aşağıdaki özellikleri içerebilir:

i. etkili bir EMS'nin uygulanması için üst yönetim de dahil olmak üzere yönetimin taahhüdü, liderliği ve hesap verebilirliği;
ii. kuruluşun bağlamının tespit edilmesini, ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin belirlenmesini, çevre (veya insan sağlığı) için olası risklerle ilişkili tesis özelliklerinin tanımlanması ve çevre ile ilgili geçerli yasal gerekliliklerin belirlenmesini içeren bir analiz;
iii. tesisin çevresel performansının sürekli iyileştirilmesini içeren bir çevre politikasının geliştirilmesi;
iv. geçerli yasal gerekliliklere uyumun korunması da dahil olmak üzere önemli çevre boyutlarıyla ilgili hedefler ve performans göstergelerinin oluşturulması;
v. çevresel hedeflere ulaşmak ve çevresel risklerden kaçınmak için gerekli prosedürlerin ve eylemlerin (gerektiğinde düzeltici ve önleyici eylemler dahil) planlanması ve uygulanması;
vi. çevresel boyutlar ve hedeflerle ilgili yapıların, görevlerin ve sorumlulukların belirlenmesi ve ihtiyaç duyulan mali ve insan kaynaklarının sağlanması;
vii. çalışmaları tesisin çevresel performansını etkileyebilecek personelin gerekli yetkinliği ve farkındalığının sağlanması (ör. bilgi ve eğitim verilerek);
viii. iç ve dış iletişim;
ix. çalışanların iyi çevre yönetimi uygulamalarına katılımının teşvik edilmesi;
x. önemli çevresel etkiye sahip faaliyetleri ve ilgili kayıtları kontrol etmek için bir yönetim el kitabı ve yazılı prosedürlerin oluşturulması ve sürdürülmesi;
xi. etkin operasyonel planlama ve süreç kontrolü;
xii. uygun bakım programlarının uygulanması;
xiii. acil durumların olumsuz (çevresel) etkilerinin önlenmesi ve/veya hafifletilmesi dahil, acil duruma hazırlık ve müdahale protokolleri;
xiv. (yeni) bir tesisi veya bir parçasını (yeniden) tasarlarken, inşaat, bakım, işletme ve hizmetten çıkarmayı içeren kullanım ömrü boyunca çevresel etkilerinin dikkate alınması;
xv. bir izleme ve ölçüm programının uygulanması; gerekirse, IED Tesislerinden Havaya ve Suya Emisyonların İzlenmesine İlişkin Referans Raporunda bilgi bulunabilir;
xvi. düzenli olarak sektörel kıyaslama uygulaması;
xvii. çevresel performansı değerlendirmek ve EMS'nin planlanan düzenlemelere uygun olup olmadığını ve uygun şekilde uygulanıp sürdürülüp sürdürülmediğini belirlemek için periyodik bağımsız (mümkün olduğunca) iç denetim ve periyodik bağımsız dış denetim;

xviii. uygunsuzlukların nedenlerinin değerlendirilmesi, uygunsuzluklara yanıt olarak düzeltici faaliyetlerin uygulanması, düzeltici faaliyetlerin etkinliğinin gözden geçirilmesi ve benzer uygunsuzlukların var olup olmadığının veya potansiyel olarak meydana gelebileceğinin belirlenmesi;
xix. EMS'nin ve sürekli uygunluğunun, yeterliliğinin ve etkinliğinin üst yönetim tarafından periyodik olarak gözden geçirilmesi;
xx. Daha temiz tekniklerin gelişiminin takip edilmesi ve dikkate alınması.

Özellikle kimyasallarla ahşabın korunması için BAT, EMS'de aşağıdaki özellikleri de içerecektir:

i. En çevre dostu süreçleri kullanmak amacıyla biyosidal ürünlerdeki ve ilgili mevzuattaki (ör. BPR kapsamında ürünlere izin verilmesi) gelişmelerin takip edilmesi.
ii. Solvent bazlı ve kreozot işleme prosesi için bir solvent kütle dengesinin dahil edilmesi.
iii. Çevre açısından kritik tüm proses ve azaltma ekipmanlarının (arızaları çevreyi etkileyebilecek) tanımlanması ve listelenmesi. Kritik ekipman listesi güncel tutulur.
iv. Dökülme kontrolünden kaynaklanan atıklarla ilgilenmeye yönelik atık yönetimi yönergeleri de dahil olmak üzere, sızıntıların ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolüne ilişkin planların dahil edilmesi.
v. Kazara meydana gelen sızıntıların ve dökülmelerin kaydı ve iyileştirme planları (karşı önlemler).

Sağlanan çevresel faydalar

ÇYS, tesisin çevresel performansının sürekli olarak iyileştirilmesini teşvik eder ve destekler. Tesis halihazırda iyi bir genel çevresel performansa sahipse EMS, operatörün yüksek performans seviyesini korumasına yardımcı olur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Hiçbir bilgi gönderilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bildirilmemiştir. EMS bağlamında ilk çevresel etkilerin ve iyileştirme kapsamının sistematik analizi, tüm çevresel ortamlar için en iyi çözümlerin değerlendirilmesinde temel oluşturur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yukarıda açıklanan bileşenler genellikle bu belge kapsamındaki tüm tesislere uygulanabilir. EMS'nin ayrıntı düzeyi ve resmileştirme derecesi genellikle tesisin niteliği, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin kapsamı ile ilgili olacaktır.

Ekonomik Yönler

İyi bir EMS'yi oluşturmanın ve sürdürmenin maliyetlerini ve ekonomik faydalarını doğru bir şekilde belirlemek zordur. EMS kullanmanın sonucu olan ekonomik faydalar da vardır ve bunlar sektörden sektöre geniş ölçüde değişir.

Sistemin doğrulanmasıyla ilgili harici maliyetler, Uluslararası Akreditasyon Forumu [250, IAF 2010] tarafından yayınlanan kılavuzdan tahmin edilebilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Bir EMS'nin uygulanmasını teşvik eden faktörler şunları içerir:

- iyileştirilmiş çevresel performans;
- müşterilerin, düzenleyici makamların, bankaların, sigorta şirketlerinin veya diğer paydaşların (ör. tesisin yakınında yaşayan veya çalışan insanlar) çevresel gerekliliklerini karşılamak için kullanılabilecek, şirket çevresel hususlarına ilişkin gelişmiş içgörü;
- karar vermede geliştirilmiş temel;

- personelin artan motivasyonu (ör. yöneticiler çevresel etkilerin kontrol edildiğinden emin olabilir ve çalışanlar çevreye karşı sorumlu bir şirkette çalıştıklarını hissedebilirler);
- operasyonel maliyetin düşürülmesi ve ürün kalitesinin iyileştirilmesi için ek fırsatlar;
- geliştirilmiş şirket imajı;
- azalan sorumluluk, sigorta ve uygunsuzluk maliyetleri.

Örnek tesisler

ÇYS'ler, AB genelinde bir dizi tesiste uygulanmaktadır.

Referans literatür

[250, IAF 2010] [251, AB 2009] [252, COM 2010] [253, COM 2015] [254, CEN 2015]

15.4.2 Zararlı/tehlikeli maddelerin ikamesi

15.4.2.1 Su bazlı koruyucuların kullanımı

Açıklama

Solvent bazlı koruyucuların veya kreozotun yerini, su bazlı koruyucular almaktadır. Su, biyositler için taşıyıcı görevi görmektedir.

Teknik Açıklama

Su bazlı düşük basınçlı prosesler esas olarak solvent bazlı koruyucu sistemlerin yerini alırken, su bazlı yüksek basınçlı prosesler, kreozot kullananların yerini almak için uygundur. 30 yıllık bir kullanım ömrüne kadar (ve koruyucu madde üreticisinin duruma göre onayı ile daha uzun) bazı son kullanımlar için kreozot yerine su bazlı işleme prosesleri kullanılabilir. Örnekler, orta ömürlü çitler, tarımsal binaların giydirilmesi, bazı bahçecilik kullanımlarıdır [148, COM 2009].

Su bazlı koruyucular ayrıca açık emprenye sistemlerinde de örneğin daldırma tesislerinde kullanılabilir [148, COM 2009].

Sağlanan çevresel faydalar

- Kreozot veya solvent kullanımı yoktur.
- Solvent emisyonları (yani VOC'ler) önlenir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Solvent bazlı koruyuculardan su bazlı sistemlere geçiş, %100'e yaklaşan bir VOC azalması veya su bazlı mikroemülsiyon sistemleri için %99'luk bir azalma sağlayabilir [148, COM 2009].

Su bazlı işleme kimyasalları kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunması için tüketim ve emisyon seviyeleri Bölüm 15.3'te detaylandırılmıştır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

- Solvent bazlı koruyucular veya kreozot kullanan tesisler için uygulanır.
- Bazı durumlarda, ahşap/ahşap ürünün kalite gereklilikleri, örneğin belirli bitmiş ürünlerin işlenmesi sırasında kaçınılması gereken ahşabın şişmesi nedeniyle, su bazlı koruyucularla elde edilemeyebilir.
- Ek olarak, daha yüksek seviyelerde bakır (ACQ ve CuAz) içeren kereste işleme prosesleri daha aşındırıcıdır [148, COM 2009].

Ekonomik Yönler

Solvent bazlı ve su bazlı koruyucuların emprenye etme prosesi önemli ekonomik farklılıklar olmaksızın çok benzerdir.

Tipik bir yeni tesiste ahşap, 14 m^3 ahşap yük kapasitesine sahip 18 m^3'lük bir işleme tankında işlenir. Emprenye döngüsü 4 saat sürer ve bu nedenle 24 saatlik vardiyalı çalışma nedeniyle günde altı kez tekrarlanabilir. 250 iş günü ile yıllık yaklaşık 20 000 m^3 üretim yapılabilmektedir. Amaçlanan uygulamaya bağlı olarak, ham madde maliyetleri 10 EUR/m^3 ile 30 EUR/m^3 arasındadır, enerji maliyetleri ihmal edilebilir düzeydedir ve su maliyetleri 0,5-1,5 EUR/m^3 arasındadır. Bu tesisin yatırım maliyeti yaklaşık 250.000 Euro'dur. Koruyucu türüne bağlı olarak, emprenye maliyetleri 20 EUR/m^3 ile 40 EUR/m^3 arasında değişebilir [148, COM 2009].

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesis DE-6, FR-5, IT-2, UK-2 ve UK-4 [236, TWG 2017]

Referans literatür

[148, COM 2009] [236, TWG 2017]

15.4.2.2 İşleme kimyasallarının çevresel etkisi daha düşük olanlarla ikame edilmesi

Açıklama

Potansiyel olarak yeni mevcut ve daha güvenli alternatifleri belirlemeyi amaçlayan düzenli (örneğin yıllık) bir kontrole dayalı olarak halihazırda kullanımda olan işleme kimyasallarının daha az tehlikeli olanlarla değiştirilmesi.

Teknik Açıklama

İki örnek tesis için bilgiler sağlanmış ve aşağıda verilmiştir.

Örnek Tesis: IT-1 (WB Tesisi) [236, TWG 2017]

CCA, diğer su bazlı biyositlerle (yani, Tablo 15.10'daki g tipi) ikame edilir.

Örnek tesis: DE-3 [231, Almanya 2013]

Tesis, 2010 yılında emprenye işlemini krom içeren ahşap koruyuculardan kromsuz hale getirmiştir. Suda çözünür, sıvı, sabitleyici ahşap koruyucular, bakır kompleksi bileşikleri ve bir kuaterner amonyum bileşiği temelinde kullanılmaktadır.

Emprenye tesisi ve emprenye etme prosesinin, uygulanan koruyuculara uyarlanması gerekmiştir (ör. yapısal önlemler, köpük oluşumu nedeniyle tank dolum seviyesinin düşürülmesi, proses parametrelerine bağlı kalınması).

Sağlanan çevresel faydalar

Kullanılan kimyasalların emisyon durumunda daha az doğrudan etkisi vardır. Ürünlerin yaşam döngüsü açısından daha az tehlikeli atık üretilir.

Örnek tesis: DE-3 [231, Almanya 2013]

Kromsuz bakır içeren koruyucu hareketli değildir, yani ahşapta bile sürünme özelliği yoktur. Krom içermeyen koruyucular, krom içeren ürünlerin aksine toprakta hareketsizdir. Krom içeren ahşap koruyucular, krom (VI)'nın hareketli özelliklerinden dolayı yeraltı sularının ve ilgili kirlenmiş alanların çevre kirliliğine neden olabilir.

Krom içermeyen ahşap koruyucular kendiliğinden sabitlenir ve sabitleme işlemi (ahşap lifine bağlanma) nispeten hızlıdır: 12 saat sonra ~ %97; 48 saat sonra ~ %99.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

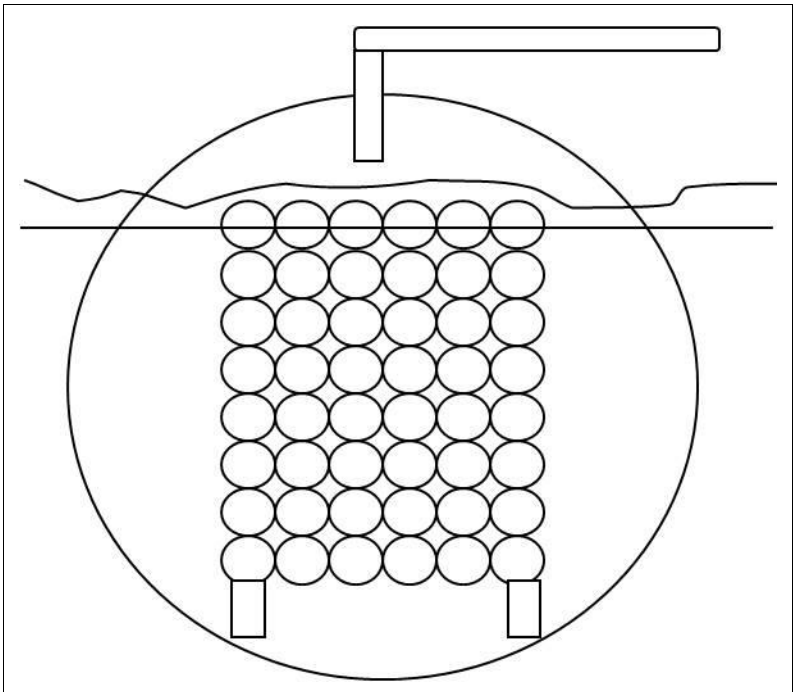
Örnek tesis: DE-3 [231, Almanya 2013]

Krom içermeyen koruyucuların özelliklerinden dolayı, sistem parametrelerinin ikame öncesinde olduğu gibi daha doğru bir şekilde takip edilmesi gerekir (bu, viskozimetre, elektrik ölçümü, asidikten (pH 3-4) alkali ortama (pH 10,2–10,4) geçiş gibi ek kontrol önlemleri gerektirir).

Ahşap koruyucu içeren konteynerde, tuz bileşenleri tankın dibine çökerek kısmi ayrışmaya neden olabilir. Daha uzun çalışmama sürelerinden sonra (örneğin hafta sonları), ahşap koruyucu bileşenlerin karıştırılması için konteyner içeriğinin kullanımdan önce karıştırılması gerekir [231, Almanya 2013].

Krom içermeyen ahşap koruyucuları kullanan Tesis DE-3'te, alkali ortamın köpürmesini azaltmak için kademeli olarak bir vakum uygulanmalıdır. Daha sonra, gerekli emprenye derinliğine ulaşmak için daha güçlü bir vakum gerekir (kromsuz koruyucuların sürünme özelliği olmadığından, örneğin kalan 5 mm gibi, öz odun alanına sürünerek ulaşmak için daha güçlü vakum gerekir).

DE-3 Tesisinden elde edilen deneyimler, krom içermeyen ahşap koruyucuların uygulanmasından kaynaklanan artan köpük oluşumu nedeniyle (yaklaşık 0,5 m daha az dolum) emprenye kazanının dolum seviyesinin düşürülmesi gerektiğini göstermiştir. Ayrıca emprenye kazanının üst kenarlarında kuru nokta olup olmadığı (düşük dolum seviyesinden dolayı ahşap koruyucunun ahşaba ulaşmadığı) ve ahşabın tamamen emprenye edilmiş olup olmadığı kontrol edilmelidir. Emprenye kazanının dolum seviyesi, emprenye prosesinden önce tam olarak ayarlanmalıdır ve emprenye kazan kapasitesinden biraz daha az yararlanılabilir (düşük üretim kapasitesi, aşağıdaki çizime bakınız).



Kaynak: [231, Almanya 2013]

Şekil 15.19: Dolum seviyesinin azaltılması (örnek tesis DE-3)

Çapraz ortam etkileri

Emprenye kazanının azaltılmış dolum seviyesi sayesinde tesiste daha düşük bir kapasite kullanımı vardır. Kuru alanların oluşması durumunda ahşabın tekrar tekrar işlenmesi gerekir.

Hizmet ömründen sonra, emprenye edilmiş ahşap ürünler, uygun bir yakma tesisinde enerji kullanımı için yakılabilir. Krom içermeyen ahşap koruyucu, krom içermeyen yakma külünü ortaya çıkarır [231, Almanya 2013].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Vakum basınçlı emprenye için genellikle krom içermeyen koruyucuların uygulanması konusunda herhangi bir kısıtlama yoktur. *Diğer hususların yanı sıra* aşağıdaki noktalar dikkate alınmalıdır:

- artan, nispeten güçlü köpürme;
- proses parametrelerinin doğru ayarlanması ve ek kontrol önlemleri/araçlarının gerekliliği;
- daha düşük dolum seviyesi ve dolayısıyla daha düşük üretim kapasitesi;
- gerekirse farklı bir yerde vakum uygulaması yapılmalıdır;
- korozyon veya kabuklanma meydana gelebilir.

Kısıtlamalar, diğer emprenye işlemlerinin uygulanmasıyla ortadan kaldırılamaz, örneğin, değişken basınçlı proses de önemli miktarda köpük oluşumuna neden olur. Bu durumda, yeterli emprenye maddesinin ve emprenye prosesinin kesin olarak seçilmesi gerekir (örneğin, ahşap koruyucu üreticisi ile işbirliği içinde) [231, Almanya 2013].

Örneğin direkler için sadece sektörün standart gerekliliklerine göre ve müşterinin talebi üzerine uygulanabilir. [Tesis IT-1 [236, TWG 2017]].

Genel olarak, ürün kalite gereklilikleri veya spesifikasyonları nedeniyle ikame prosesi kısıtlanabilir.

Ekonomik Yönler

Örnek tesis: DE-3 [231, Almanya 2013]

Krom içermeyen koruyucu yaklaşık %30 daha pahalıdır. Genellikle normal işletme giderlerinin (yani köpük oluşumu nedeniyle yağ soğutmalı pompaların su soğutmalı pompalarla değiştirilmesi; aşınmış/kabuklaşmış hatların/contaların değiştirilmesi) önemli ölçüde ötesine geçmeyen sistem adaptasyonu (vakumlu-basınçlı emprenye) için yalnızca küçük yatırımlar gereklidir [231, Almanya 2013].

Uygulanmasını teşvik eden faktör

BPR kapsamındaki gereklilikler [231, Almanya 2013].

Örnek tesisler

Tesisler DE-6, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, IT-2, IT-1, SE-2, SE-3, UK-2, UK -4, DK-2 [236, TWG 2017] ve Tesis DE-3 [231, Almanya 2013].

Referans literatür

[231, Almanya 2013] [236, TWG 2017]

15.4.2.3 Düşük uçuculuğa sahip emprenye yağlarının/ C sınıfı kreozotun kullanımı

Açıklama

B sınıfı kreozotun yerini C sınıfı kreozotun alması.

Teknik Açıklama

Emprenye işlemi, B sınıfı kreozot ile yapılan emprenye işleminden C sınıfı kreozotla yapılana dönüştürülür.

Sağlanan çevresel faydalar

Azaltılmış VOC'ler, PAH'lar ve koku emisyonu.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Soğuk iklim koşullarında C sınıfı kreozot uygulanamayabilir.

C sınıfı kreozot, B sınıfı kreozot ile karşılaştırıldığında daha yüksek kristalleşme sıcaklığı ile nitelenir. Bu nedenle, C sınıfı kreozot kullanıldığında, depolama tankları ve taşıma sistemi (ör. borular) belirlenen kristalleşme noktasının 20 °C üzerinde ısıtılır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler DE-5, DE-9, DE-8, FR-1, PL-1 ve UK-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[231, Almanya 2013] [DE yorumu #378 [212, TWG 2018]] [236, TWG 2017]

15.4.3 Toprak, su ve yeraltı suyu koruma ve malzeme yönetimi

15.4.3.1 Uygun tesis tasarımı ve yerleşimi

Açıklama

Toprak, su ve yeraltı suyuna olası emisyonların oluşumunu kontrol etmek için uygun bir tesis tasarımı ve yerleşiminin seçimi.

Teknik Açıklama

Uygun bir tesis tasarımı ve yerleşimi şunları içerir:

- bir kuyuya veya dökülme depolama tankına doğru eğimli tesiste zemin;
- çatılı işleme alanı;
- teslimat alanında düz, geçirimsiz, asfalt trafik yolları;
- teknik olarak sıkı pompalar, flanşlı bağlantılar, valfler ve besleyiciler.

Sağlanan çevresel faydalar

Toprak, su ve yeraltı suyuna emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bazı tasarım özellikleri, örneğin tesisin altındaki zemini/temeli etkilerken, en iyi şekilde bir tesisin tasarım aşamasında dikkate alınır; mevcut tesislerin tadilatı, üretimin kesintiye uğramasını ve alan kullanılabilirliğini gerektirir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Toprak ve yeraltı suyu koruması.

Örnek tesisler

Veri toplama çalışmasına katılan tesislerin çoğunluğu tarafından rapor edilmiştir.

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.3.2 Tesis ve ekipman muhafazası veya set

Açıklama

İşleme kimyasallarının depolandığı veya işlendiği tesisin bölümleri, yani işleme kimyasalları depolama alanı, işleme, işleme sonrası koşullandırma ve ara depolama alanları (işleme tankı, çalışma tankı, boşaltma/çekme tesisleri, damlatma/kurutma alanı, soğutma bölgesi), işleme kimyasalları için borular ve kanallar ve kreozot (yeniden) koşullandırma tesisleri muhazafa edilir veya bu yerlerin etrafı setlerle çevrilir. Muhafazalar ve setler geçirimsiz yüzeylere sahiptir, işleme kimyasallarına dayanıklıdır ve tesis ekipmanında işlenen veya depolanan hacimleri yakalamak ve tutmak için yeterli kapasiteye sahiptir. Muhafazalardaki/bölmelerdeki sıvılar, işleme kimyasallarının sisteminde yeniden kullanılmak üzere işleme kimyasallarını geri kazanmak amacıyla toplanır. Toplama sisteminde oluşan çamurlar tehlikeli atık olarak bertaraf edilir.

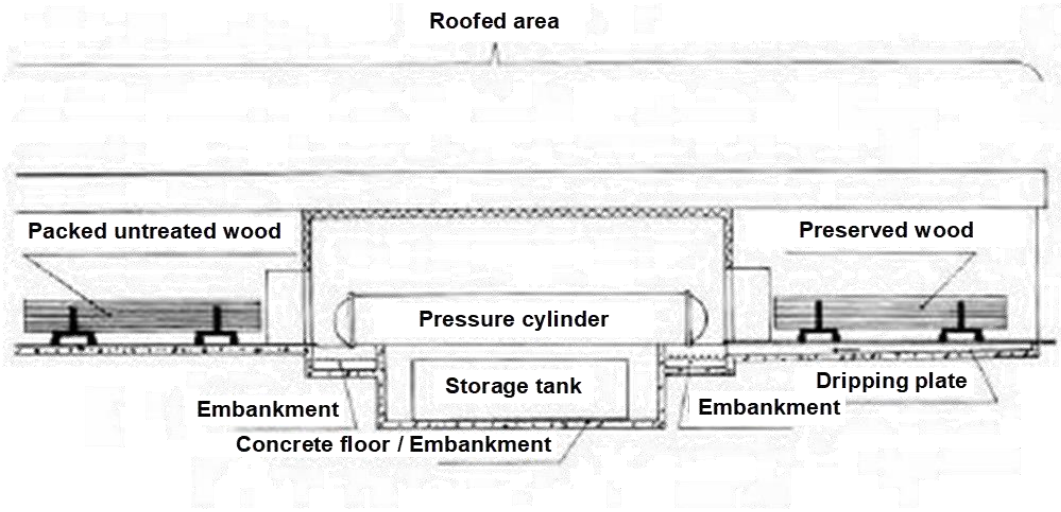
Teknik Açıklama

Muhafazalar veya setler, öngörülemeyen sızıntı, tankların kırılması veya arızalanması, kazara dökülmeler vb. durumlarda (daha fazla miktarda) ahşap koruyucu (kimyasallar) içerecek şekilde tasarlanmıştır. Muhafaza/set aşağıdaki tasarım özelliklerini karşılamalıdır:

- sızıntı veya kaza durumunda tüm koruyucu çözeltiyi (kimyasalları) tutma kapasitesi;
- kimyasallara (kullanılan koruyucu) karşı geçirimsiz ve dirençli olma; geçirimsiz yüzeyler veya geçirimsiz kaplama sistemleri ile sızdırmaz olma;
- yakalanacak sıvıların (hacim) statik basıncına dayanabilme.

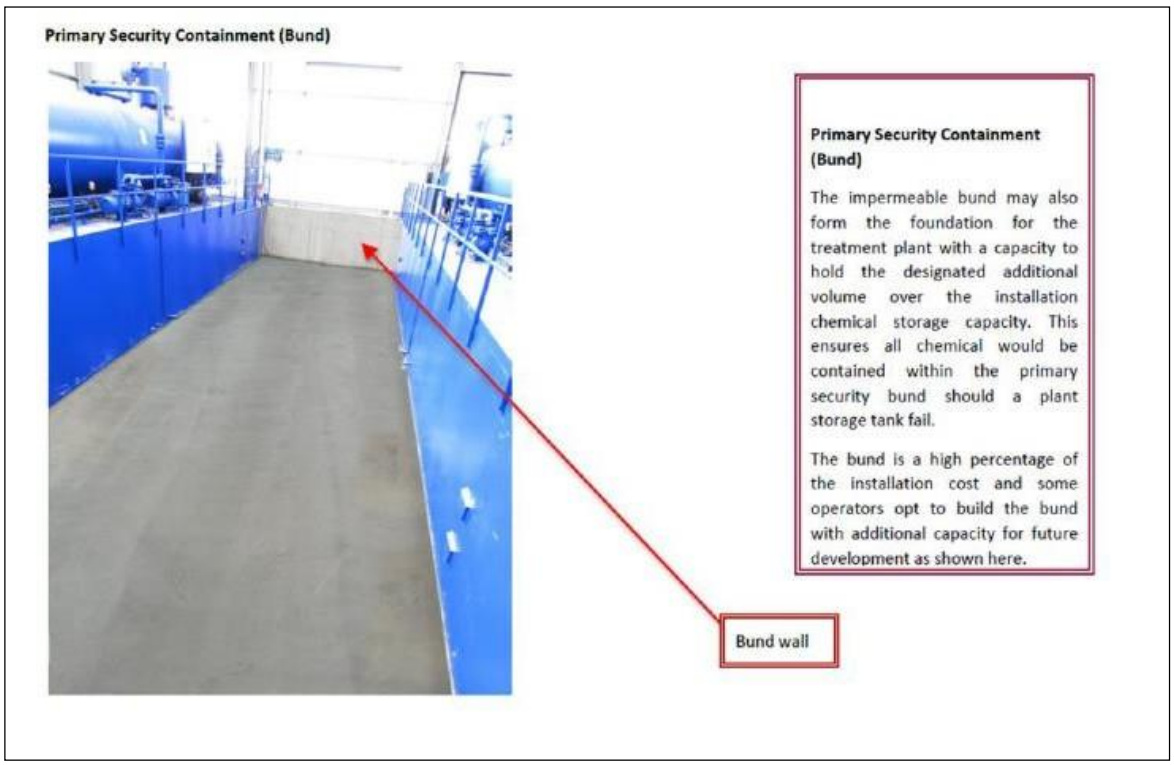
Bir kaynak, tek bir depolama tankına sahip tesisler için setin, koruyucu (kimyasal) depolama kapasitesinin en az %110'u kapasiteyle inşa edilmesi gerektiğini öne sürmüştür. Aynı muhafaza veya setteki birden fazla tank için, söz konusu kapasite, en büyük tankın kapasitesinin %110'undan veya muhafazadaki/setteki tüm tanklarda depolanabilecek toplam hacmin %25'inden hangisi daha büyükse o olmalıdır. Diğer senaryolarda (örneğin koruyucunun varillerde depolanması), bahsi geçen kapasite, herhangi bir zamanda depolanabilecek toplam hacmin en az %25'i olmalıdır [241, EWPM/WEI 2016].

Muhafaza alanı veya set - saha yerleşimine bağlı olarak - tüm tesisi kapsayabilir veya WPC tesisinin bölümleri, örneğin ahşap koruyucu teslimat alanı, depolama ve karıştırma alanı, işleme tankı/tankları ve ilgili yükleme/boşaltma alanları, için ayrı ayrı muhafazalardan oluşabilir. Potansiyel tasarım örnekleri aşağıda Şekil 15.20, Şekil 15.21 ve Şekil 15.22'de verilmiştir.



Kaynak: [244, Norden 2014]

Şekil 15.20: İhtiyati tedbirlerin çeşitli seçeneklerini (çevreleme, damlama pedleri, çatı örtüleri) gösteren şema



Şekil 15.21: Proses muhafazası için tasarım örnekleri



Şekil 15.22: Proses muhafazası için tasarım örnekleri

Sağlanan çevresel faydalar

Toprağa ve yeraltı suyuna emisyonların önlenmesi veya azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yeni tesislere veya mevcut tesislerin büyük yükseltme çalışmalarına uygulanabilir.

Mevcut tesislerin tadilatı, faaliyet kesintisi ve işleme hatlarının yakınında ve altında yer bulunmasını gerektirir. Ahşap işleme sistemleriyle uyumsuzluk,

taşıma makineleri söz konusu olduğunda (otomatik sistemler yerine) yükleme/boşaltma alanlarına uygulamayı sınırlayabilir, çünkü muhafaza, taşıma makinelerinin yükleme/boşaltma alanlarına erişimini kısıtlayabilir Tesis IT-1 [236, TWG 2017]].

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Toprak ve yeraltı suyu koruması.

Örnek tesisler

- İşleme tesisi ve ilgili yükleme/boşaltma alanlarının muhafazası: PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE-3, FI-1, DE-5, DE-6, DE-7 ve IT-2 [236, TWG 2017].
- Ahşap koruyucu teslimat, depolama ve karıştırma alanının muhafazası: PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-3, FR-3, FR-4, FR-1 , FI-1, DE-9, DE-5, DE-8, DE-6, IT-2 ve FR-5 [236, TWG 2017].
- İşlenmiş kereste vb. tutma alanının muhafazası: PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE- 2, SE-3, FR-3, FR-4, FR-1, DE-5, DE-6, IT-2 ve FR-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017] [241, EWPM/WEI 2016]

15.4.3.3 Mobil emici sistemlerin kullanımı

Açıklama

İşleme kimyasalları yüklenip boşaltılırken (örneğin işleme kimyasallarının tanklardan boşaltılması, işleme kimyasallarının tanklarda taşınması), emici malzemeler kullanılarak olası dökülmeler önlenir.

Teknik Açıklama

Emici malzemeler (ör. dökülme kitleri, pedler, silindirler vb.) işleme kimyasallarının yüklenip boşaltılması sırasında (ör. işleme kimyasallarının tanklardan boşaltılması, işleme kimyasallarının tanklarda taşınması) önleyici tedbir olarak damlamayı muhafaza edecek şekilde kullanılır. Bir örnek, boşaltma borusunun kenarlarına emici silindirlerin yerleştirilmesidir.

Sağlanan çevresel faydalar

Toprağa ve yeraltı suyuna emisyonların önlenmesi veya azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Toprak ve yeraltı suyu koruması.
- İlişkili kaza riskinin azaltılması da dahil olmak üzere işyeri sağlık ve güvenlik hedefleri, örneğin kaygan zeminlerin önlenmesi.

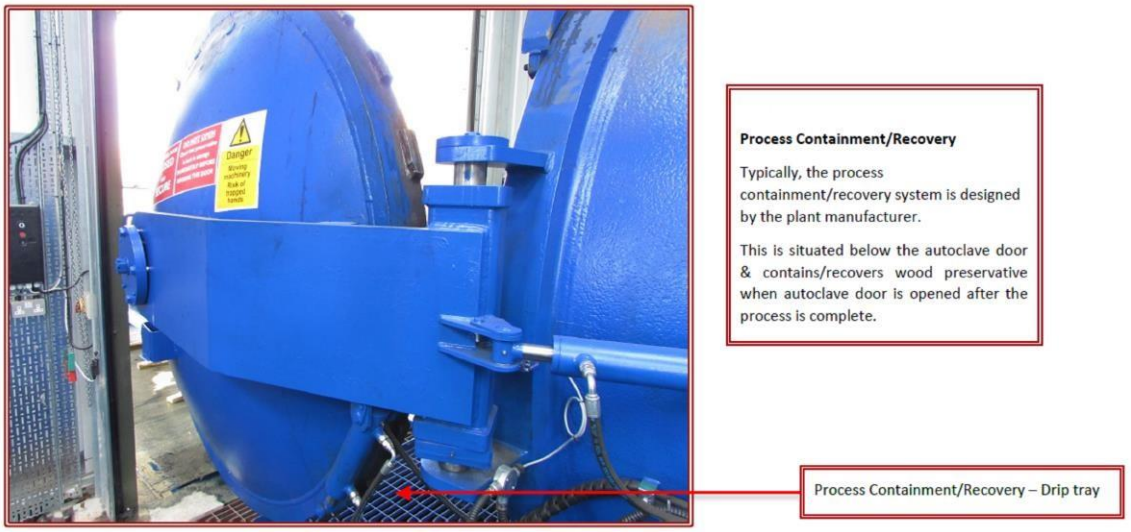
15.4.3.4 Damlama tepsileri

Açıklama

Bir damlama tepsisi (işleme kimyasallarına dayanıklı malzemeden yapılmış), işleme kimyasallarının damlamalarını ve dökülmelerini lokal bir muhafaza olarak toplamak ve geri kazanmak için kullanılır. Damlamaların meydana gelebileceği kritik ekipman veya proseslerin (ör. vanalar, depolama tanklarının giriş/çıkışları, işleme tankları, çalışma tankları, boşaltma/çekme bölgeleri, yeni işlenmiş ahşabın yükleme-boşaltma alanları, soğutma/kurutma bölgesi) altına yerleştirilir. Damlama tepsilerindeki sıvılar, işleme kimyasallarının sisteminde yeniden kullanılmak üzere işleme kimyasallarını geri kazanmak amacıyla toplanır. Toplama sisteminde oluşan çamurlar tehlikeli atık olarak bertaraf edilir.

Teknik Açıklama

Damlamanın meydana gelebileceği proses adımlarından (ör. otoklavları açarken, işleme tankını boşaltırken (basınçlı ve basınçsız) veya işleme tankı yükleme sisteminden transferden sonra yeni işlenmiş ahşaptan) ahşap koruyucuları (kimyasalları) toplamak ve geri kazanmak için damlama tepsileri (damlama tavaları, damlama pedleri veya toplama tepsileri olarak da anılır) yerleştirilir. Muhafaza ve setlerden farklı olarak, damlama tepsileri daha küçüktür ve normal çalışma sırasında toplam tank hacminden ziyade damlama ve dökülmeleri toplamak için tasarlanmıştır. Damlama tepsileri, işleme kimyasalları ile çapraz kontaminasyonu önlemek için taşıma araçları(örneğin forkliftler) damlama tepsilerinin potansiyel olarak kirlenmiş yüzeyleriyle temas etmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Olası damlama tepsisi yapılandırma örnekleri Şekil 15.23 ve Şekil 15.24'te gösterilmektedir.



Kaynak: [241, EWPM/WEI 2016]

Şekil 15.23: Otoklav kapağının altındaki damlama tepsisi örneği



Kaynak: [241, EWPM/WEI 2016]

Şekil 15.24: Boşaltma sistemine dahil edilmiş bir damlama tepsisi örneği (çekmecenin altında)

Sağlanan çevresel faydalar
Toprağa ve yeraltı suyuna emisyonların önlenmesi veya azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Toprak ve yeraltı suyu koruması.

Örnek tesisler
İşleme tankının tahliyesi sırasında damlama tepsilerinin kullanımı (basınçlı ve basınçsız) tesislerin çoğunluğu tarafından rapor edilmiştir. Soğutma ve sabitleme (çalışma alanı) gibi diğer proses adımlarında damlama tepsilerinin kullanımı da veri toplama çalışmasındaki birkaç tesis tarafından rapor edilmiştir: UK-1, UK-4, SE-2, SE- 3, FR-1, FI-1, DE-5, DE-8, IT-1, IT-2 ve DE-7 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[231, Almanya 2013] [236, TWG 2017]

15.4.3.5 Geçirimsiz zeminler ile dökülme ve yüzey akış suyunun toplanması ve yeniden kullanımı

Açıklama

Muhafaza altına alınmayan veya etrafı setlerle çevrilmeyen ve işleme kimyasallarının damlama, dökülme, kazara salınım veya sızma yapabileceği (örneğin, işleme amaçlı kullanılan ahşap koruyucu için BPR izninde gerekli olması durumunda işlenmiş ahşabın depolanması için) alanların zeminleri ilgili maddelere karşı geçirimsizdir. Zeminlerdeki sıvılar, işleme kimyasallarının sisteminde yeniden kullanılmak üzere işleme kimyasallarını geri kazanmak amacıyla toplanır. Toplama sisteminde oluşan çamurlar tehlikeli atık olarak bertaraf edilir.

Teknik Açıklama
Koruyucuların/işleme kimyasallarının veya solventlerin damlama, dökülme veya kazara salınımlarının meydana gelebileceği alanlarda zemin, sızdırmaz hale getirilir ve döküntüler ve/veya yüzey akış suyu toplanır ve koruyucu sistemde kullanılır/yeniden kullanılır. Yağmur ve yüzey akış sularının kirlenmesini önleme teknikleri, Bölüm 15.4.10.1'de detaylandırılmıştır.

Birkaç örnekle ilgili bilgiler verilmiş ve aşağıda sunulmuştur.

Örnek tesis: DE-1 (WB ve C işleme prosesli karma tesis) [231, Almanya 2013]

Tesisin tahliye raylarının bulunduğu zemin, kapsamlı bir şekilde sızdırmaz hale getirilmiştir (1 500 m^2). Sızdırmaz tahliye raylarının bulunduğu alandan gelen yağmur suyu, yağ-çamur toplayıcı üzerinde 50 m^3'lük bir rezervuarda toplanarak proses suyu olarak kullanılmaktadır. Yağ-çamur toplayıcı düzenli olarak temizlenir ve biriken atıklar uygun şekilde bertaraf edilir (Avrupa Atık Katalog Kodu 13 08 99*; atık oluşumuna bağlı olarak değişken miktarlar). Rezervuarın kapasitesi yeterli değilse yağmur suyunu bir vagonda depolama imkanı vardır. Şiddetli yağış durumunda rezervuar dolarsa rezervuardaki yüzey suları drenaj kanalına yönlendirilir.
Zemin sızdırmazlığı, su geçirmez betondan yapılmış çift tabanlı bir plakadan oluşur. Tutma rezervuarı su geçirmez betondan yapılmıştır.

Örnek tesis: DE-2 (WB tesisi) [231, Almanya 2013]

Yeni işlenmiş ahşap için tahliye rayı alanı ve depolama alanı sızdırmaz (yaklaşık 2 500 m^2) olup bir giriş kanalı ile birlikte sağlanır. Damlayan su ya bir damlama tepsisine ya da giriş kanalına akar. Giriş kanalından damlayan su, drenaj kanalı, yağ-çamur toplayıcı ve boru ve hatlar üzerinden bir toplama tepsisine (50 m^3) iletilir ve prosese geri döndürülür.

Zemin sızdırmazlığı, üst ve alt çelik ağ (kalınlık yaklaşık 20 cm) olan su geçirmez betondan oluşur.

Sızdırmaz yüzey kaplıdır ve yanlardan yağmurdan korunur. Tahliye rayı alanı ve depolama yüzeyi, akan sıvıların damlama tepsisi veya giriş kanalına akmasını ve buradan yağ-çamur toplayıcı, borular ve hatlar üzerinden toplama tepsisine (50 m^3) geçmesine izin verecek şekilde eğimlidir. Yağ-çamur toplayıcı düzenli olarak temizlenir ve biriken atıklar buna göre bertaraf edilir (yaklaşık 750 kg/yıl).

Toplama konteyneri, emprenye çözeltisine dayanıklı bir epoksi reçine kaplama ile kaplanmış çift duvarlı bir yeraltı tankıdır. Konteyner içerisine yerleştirilen pompa, bir adet şamandıra göstergesi üzerinden kontrol edilir ve belli bir seviyeye ulaştığında toplanan sıvı tekrar emprenye tesisine pompalanır. Sesli bir uyarı, pompa arızasını bildirir.

Örnek tesis: DE-3 (WB tesisi) [231, Almanya 2013]

Saha içi yollar düz ve sabittir. Tahliye raylarının bulunduğu zemin kapsamlı bir şekilde sızdırmaz hale getirilmiştir. Sızdırmazlık elemanı aşağıdaki katmanlardan oluşur:

- ≥ 3 cm asfalt betonu;
- ≥ 15 cm bitümlü taban;
- 20-30 cm çakıl taban (kısmen mevcut).

Damlayan su ve yağmur suyu, drenaj kanalı vasıtasıyla toplama konteynerine yönlendirilir ve proses suyu olarak kullanılır (yaklaşık %2,5 eğim). Gerekirse su (çatıdan akan su ile birlikte) belirlenmiş tanklarda orta düzeyde depolanabilir. Çatıdan akan sular ve sızdırmaz alandan toplanan suların yanı sıra tesiste ilave proses suyu kullanılmamaktadır.

Suya dayanıklı betondan yapılmış toplama konteyneri tampon görevi görür. Suyun emprenye prosesine dönüşü otomatik olarak yapılır (toplama konteynerinde şamandıra göstergesi ve dalgıç pompa (1.85 kW) vasıtasıyla belirli bir su seviyesinde otomatik dönüş).

Örnek tesis: DE-4 (WB tesisi) [231, Almanya 2013]

Tesis çalışma alanının tüm zemin alanı kaplamalıdır (yaklaşık 40 m^2). Boşaltılan su tekrar tanka akar.

Zemin sızdırmazlığı betondan yapılmıştır. Beton yüzey de kaplanmış ve yanlardan yağmura karşı korunmaktadır. Tahliye rayı alanı ve boşaltma alanı, tahliye edilen sıvıların damlama tepsisine geri akışını kolaylaştırmak için eğimlidir.

Sağlanan çevresel faydalar

- Koruyucu maddelerle (damlama yoluyla) toprak kirlenmesinin önlenmesi.
- Toplanan su yeniden kullanılırken tatlı su tüketiminin azaltılması.
- Atık su hacminin azaltılması [231, Almanya 2013].

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Düzenli olarak tekniğin bakımı yapılmalı (yağ ve çamur kapanının temizlenmesi ve atıkların bertaraf edilmesi) ve düzenli olarak (örneğin her 5 yılda bir) onaylı bir belgelendirme kuruluşu tarafından kontrol edilmelidir. Her teknik incelemeden önce toplama konteynerinin boşaltılması ve temizlenmesi gerekir.

Tesis DE-3, toplanan suyun emprenye işlemi için kuyu suyundan (esas olarak minerali alınmış su olan yağış suyunun yüksek oranı nedeniyle) daha uygun olduğunu belirtmiştir. Kuyu suyu 6.14'lük daha düşük bir pH değerine sahiptir ve orta derecede nitrat kirliliği 19,9 mg/ l'dir. 'Metalik' olarak tanımlanabilir. Ahşap koruyucu tuz çözeltisinin pH değeri 10.2 ila 10.4'tür.

Sızdırmaz yüzeylere ve çatıya düşen yağmur suları proses suyu olarak kullanılabilir. DE-1 ve DE-3 tesislerinde, sızdırmaz yüzeylerin geniş alanları bir çatı ile kaplanmamıştır. Bu, önemli miktarda tatlı su tasarrufu sağlayabilir (DE-1: 570 m^3; DE-3: 2 550 m^3) [231, Almanya 2013].

Çapraz ortam etkileri

Prensip olarak, herhangi bir zemin sızdırmazlığı/ yüzey sızdırmazlığı, yağış artık toprağa nüfuz edemediğinden, doğal hidrolojik yapı üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte, yukarıda açıklanan örneklerde, toprak kirlenmesini önlemenin çevresel faydaları hakimdir [231, Almanya 2013].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yeni ve mevcut tesislere uygulanabilir.
Proses kontrolünün, kimyasal çözeltinin iletkenliğinin izlenmesine dayalı olduğu bazı WB tesislerinde, suyun (özellikle yağmur suyunun) yeniden kullanımı zordur, çünkü çözeltinin iletkenlik aralığını çok fazla değiştirir ve bu nedenle proses kontrolü verimli değildir [Tesis IT-1[236, TWG 2017]].

Su bazlı koruyucuların kullanılmadığı tesislerde proses suyuna ihtiyaç yoktur (yeniden kullanım potansiyeli yoktur). Atık suların örneğin bir atık su arıtma tesisinde arıtılması veya sıvı atık olarak uygun şekilde bertaraf edilmesi gerekir [231, Almanya 2013].

Ekonomik Yönler

- Çevresel zararın ortadan kaldırılmasına yönelik maliyetlerin önlenmesi [231, Almanya 2013].
- Su ve atık su arıtımı için azaltılmış maliyetler.

Örnek tesis: DE-1[231, Almanya 2013]

Yılda yaklaşık 570 m^3 su tasarrufu sayesinde emprenye için maliyet tasarrufu.

Örnek tesis: DE-2 [231, Almanya 2013]

- Zemin sızdırmazlığı/ toplama rezervuarı için maliyetler: yaklaşık 800 EUR/m2 olarak tahmin edilmektedir.
- Yaklaşık işletme ve bakım maliyetleri (personel, yedek parça, belgelendirme vb.): Her 5 yılda bir yaklaşık 6.000 Euro (onaylı belgelendirme kuruluşları tarafından teknik belgelendirme için 3.000 Euro; teste hazırlanmak için aynı miktar).

Örnek tesis: DE-3 [231, Almanya 2013]

- Zemin sızdırmazlığı ve toplama rezervuarı için yatırım maliyetleri: 1998 yılında 85 EUR/m2 (kum püskürtme dahil); toplam 125 basınçlı boru bağlantısına sahip toplama rezervuarı için yaklaşık 24 000 Euro (1998'deki üretim maliyetleri).
- Yaklaşık yıllık işletme ve bakım maliyetleri (personel, yedek parça, sertifika vb.): 8 000 EUR/yıl.
- Su tüketimini azaltarak yıllık maliyet tasarrufu (2 550 m3/yıl): Tesisin kendi kuyusundan su temini, yıllık su tüketiminin belirli bir düzeyine kadar ücretsizdir. Bu ödenek, emprenye için ilave su kullanımı ve ilave su çıkarma ücreti ile geçilmektedir (2011 yılında: proses suyu için 0,045 EUR/m3 ödenmesi gerekmiştir).

Örnek tesis: DE-4 [231, Almanya 2013] Bilgi verilmemiştir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Düzenleyici gereklilikler (işletme izni).

- Toprak ve su kirliliğinin önlenmesi.
- Emprenye işlemi için su tasarrufu ve daha iyi su kalitesi.
- İşletme maliyetlerinin azaltılması.
- Tatlı su kaynaklarından bağımsızlık [231, Almanya 2013].

Örnek tesisler

Tesisler DK-1, PL-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-3, FR-4, FI-1, DE-9, DE-8, DE- 6, IT-2, DE-7 ve FR-5 [236, TWG 2017] ve DE-1, DE-2, DE-3 ve DE-4 [231, Almanya 2013].

Referans literatür

[231, Almanya 2013] [236, TWG 2017]

15.4.3.6 Zararlı/tehlikeli maddelere yönelik yeraltı depolama ve kanal sisteminden sızıntıların önlenmesi, tespiti ve kaydedilmesi

Açıklama

Yeraltı bileşenlerinin kullanımı en aza indirilmektedir. Zararlı/tehlikeli maddelerin depolanması için yeraltı bileşenleri kullanıldığında, ikincil muhafaza (örn. çift duvarlı muhafaza) devreye alınır. Yeraltı bileşenleri sızıntı tespit cihazları ile donatılmıştır.

Potansiyel sızıntıları belirlemek için yeraltı depolama ve kanal çalışmalarının risk bazlı ve düzenli olarak izlenmesi gerçekleştirilmektedir; gerektiğinde sızıntı yapan ekipmanlar onarılmaktadır. Toprak ve/veya yeraltı suyu kirliliğine neden olabilecek olayların kaydı tutulmaktadır.

Teknik Açıklama

Yeraltı depolama tankları ya çift duvarlıdır ya da tek duvarlı olup, yeterince geniş muhafaza ile birleştirilmiştir. Yeraltı bileşenleri (örn. depolama tankları, boru hatları ve kanallar) sızıntı tespit cihazlarıyla donatılmıştır.

Yeraltı bileşenleri, risk temelli bir yaklaşım kullanılarak düzenli olarak izlenir; eksiklikler tespit edilir ve buna göre düzeltilir. Toprak ve/veya yeraltı suyu kirliliğine neden olabilecek olayların sürekli kayıtları ve belgeleri tutulur.

Daha fazla detay Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar (EFS) BREF'te verilmektedir [44, COM 2006].

Sağlanan çevresel faydalar

Toprak ve yeraltı suyuna emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler SE-3, FR-1, FI-1 ve DE-8 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[44, COM 2006] [236, TWG 2017]

15.4.3.7 'Kritik' olarak tanımlanan ekipman için uyarı sistemleri

Açıklama

'Kritik' ekipman, arızaları belirtmek için uyarı sistemleriyle donatılmıştır.

Teknik Açıklama
Arızası çevreyi etkileyebilecek tüm çevre açısından kritik proses ekipmanları belirlenir ve arızaları belirtmek için uyarı sistemleri ile donatılır.

Sağlanan çevresel faydalar
Toprağa ve yeraltı suyuna emisyonları önler veya azaltır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevresel risklerin azaltılması.

15.4.3.8 Etkili bir koruyucu uygulama sisteminin kullanılması

Açıklama

Ahşabın koruyucu çözeltiye batırıldığı uygulama sistemleri, örneğin püskürtmeden daha verimlidir. Vakum proseslerinin (kapalı sistem) uygulama verimi %100'e yakındır. Uygulama sisteminin seçimi, kullanım sınıfını ve ihtiyaç duyulan penetrasyon seviyesini dikkate alır.

Teknik Açıklama
Farklı koruyucu uygulama sistemleri, uygulama verimliliklerine (yani, ahşapta belirli bir tutma elde etmek için kullanılan koruyucu miktarı; işleme prosedürü sırasında koruyucu çözeltinin ne kadarının ahşabı gerçekten etkilediği) göre farklılık gösterir. Ahşabın koruyucu çözeltiye batırıldığı uygulama sistemleri, örneğin püskürtmeden daha verimlidir. Daldırma ve fırçalama için uygulama verimliliği %90'a yakındır ve vakum işlemini tam muhafaza ile birlikte kullanmak %100'e yakındır. Püskürtme çok daha düşük bir verimliliğe sahiptir:
yani %10'dan %50'ye kadar.

Sağlanan çevresel faydalar
İyileştirilmiş kaynak verimliliği ve işleme kimyasallarının kullanımıyla ilişkili çevresel risklerin azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis iyileştirmeleri için uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler
Tesis DK-2 ve UK-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.3.9 Ahşap/ahşap ürününün belirli son kullanımına yönelik işleme kimyasallarının tüketiminin kontrolü ve optimizasyonu

Açıklama

İşleme kimyasallarının tüketiminin şu yollarla kontrol edilmesi ve optimize edilmesi: a) ahşap/ahşap ürünlerin emprenye öncesi ve sonrası tartılması veya b) emprenye sırasında ve sonrasında koruyucu solüsyon miktarının belirlenmesi. İşleme kimyasallarının tüketimi, tedarikçilerin tavsiyelerine uygundur ve tutma gerekliliklerinin (ör. ürün kalite standartlarında belirlenen) aşılmasına yol açmaz.

Teknik Açıklama

İşleme kimyasallarının tüketimi, a) emprenye işleminden önce ve sonra ahşap/ahşap ürününün (ör. direkler) tartılması veya b) emprenye sırasında ve sonrasında koruyucu solüsyon miktarının belirlenmesi yoluyla kontrol edilir [Tesis IT-1 [236, TWG 2017]].

Ahşabın içine konulan işleme kimyasalının miktarı, ürün kalite standartlarının gerektirdiği aralıkta (ör. kullanım sınıfı, penetrasyon sınıfı) ve tedarikçi tarafından önerilen işleme kimyasallarına ilişkin tutma miktarında olmalıdır.

Sağlanan çevresel faydalar

İyileştirilmiş kaynak verimliliği ve işleme kimyasallarının kullanımıyla ilişkili çevresel risklerin azaltılması.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Artan verim ve iyileştirilmiş ürün kalitesi.

Örnek tesisler

Tesisler DE-6, DE-5, DE-9, DE-8, FI-1, FR-5, FR-4, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-3 ve UK-4 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.3.10 Solvent kütle dengesi

Açıklama

2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 7(2)'de tanımlandığı şekilde bir tesisin organik solvent girdilerinin ve çıktılarının yılda en az bir kez derlenmesi.

Teknik Açıklama

WPC'ye özgü bilgi sağlanmamıştır. Solvent kütle denklikleri hakkında genel bilgi için bk. Madde 17.3.1.

Sağlanan çevresel faydalar

Kaçak emisyonların tahmin edilmesi ve kontrolü ve çevresel risklerin azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yalnızca solvent bazlı işleme kimyasalları veya kreozot kullanan tesisler için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Emisyonlar hakkında daha iyi bilgi ve gerekli eylemlerin değerlendirilmesi.

15.4.3.11 Tesis ve ekipmanın düzenli olarak denetlenmesi ve bakımı

Açıklama

Tesis ve ekipman, düzgün çalışmasını sağlamak için düzenli olarak denetlenir ve bakımı yapılır; buna özellikle valflerin, pompaların, boruların, tankların, basınçlı kapların, damlama tepsilerinin ve muhafazaların/setlerin bütünlüğünün ve/veya sızdırmaz durumunun ve uyarı sistemlerinin düzgün çalışıp çalışmadığının kontrolü dahildir.

Teknik Açıklama

Tesis ve ekipmanın düzenli olarak denetlenmesi ve bakımı, tesisin kalite yönetim sistemine tam olarak entegre edilmiştir. Tesis tasarımı, tesis ve işletimine ilişkin hususlar, düzenli denetim ve bakım ihtiyacına tabidir [243, EOS 2016].

Anahtar hususlar şunları içerir:

- (daldırma) tankının veya basınçlı kabın bütünlüğü;
- tesis ekipmanının elektriksel emniyeti;
- vanaların ve boruların sızdırmaz durumu;
- işleme tankı veya depolama tanklarından set alanına, felaketle sonuçlanacak bir koruyucu kaybı olması durumunda, setin ve temellerin kapasitesinin tehlikeye atılmaması ve yeterli olmasının sağlanması,
- kapı sızdırmazlık elemanının bütünlüğü (otoklavlar için);
- tutma tankının sızdırmazlığının görsel olarak incelenmesi;
- basınçlı tankların sızdırmazlığının düzenli olarak kontrol edilmesi;
- planlı bir yazılı bakım planı;
- tüm rutin bakım, periyodik bakım, muayene ve iyileştirme çalışmalarının bakım ve denetimlerinin kayıtları [243, EOS 2016].

Sağlanan çevresel faydalar

Toprak ve yeraltı sularına emisyonların önlenmesi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması, çalışma koşullarının iyileştirilmesi.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanır, tesislerin çoğunluğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[243, EOS 2016] [236, TWG 2017]

15.4.3.12 Potansiyel olarak kontamine alanlar için özel taşıma araçları

Açıklama

Odun/ahşap ürünlerini potansiyel olarak kontamine olmuş alanlarda (ör. işleme alanları) taşımak için kullanılan araçlar bu alanlarla sınırlıdır ve bunlar, işleme kimyasalları ile çapraz kontaminasyonu önlemek için tesisin kontamine olmayan diğer alanlarında kullanılmaz.

Teknik Açıklama

Ağaç/ağaç ürünlerinin araçlarla (forklift vb.) taşınması durumunda, bu araçlar sonunda işleme solüsyonu ile kirlenecektir. Tahta/ağaç ürünlerini potansiyel olarak kontamine olmuş alanlarda (ör. işleme alanları) taşımak için özel araçlar kullanılır.

Bunlar, kirlenmemiş alanlara herhangi bir koruyucu solüsyon taşımamak için ahşap işleme alanında tutulur. Araçlar örneğin bakım için sökülmeden önce temiz su ile yıkanmalıdır. Temizleme suyu işleme sistemine eklenir [235, UK DEFRA 2013].

Sağlanan çevresel faydalar

Toprak kirliliği kapalı alanlarla sınırlıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler IT-1, PL-1, SE-3, DE-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[235, UK DEFRA 2013] [236, TWG 2017]

15.4.3.13 Ahşap elleçlemeye yönelik vinç sistemi

Açıklama

Özel bir taşıma aracı yerine, işleme kimyasallarıyla çapraz kontaminasyonu önlemek için ahşap gruplarını işleme, kurutma ve sevkiyata götürmek için bir köprülü vinç sistemi kullanılır [Tesis UK-4 [236, TWG 2017]].

Teknik Açıklama

Bu teknik, işleme hangarının tam çatı alanı boyunca çalışan bir köprülü vinç sistemidir. Vinç, personelin çalışma alanlarında bulunmamasını sağlayan bir çatı gondolcu operasyon odasından çalıştırılmaktadır [Tesis UK-4 [236, TWG 2017]].

Kaldırma sistemi, ahşap gruplarının daha yoğun olmasına olanak tanır ve sürüş yolları gerekmediğinden ve yaya erişimi 'emniyetli alanlarla' sınırlı olduğundan, işleme hangarının tam olarak kullanılmasına izin verir. Daha fazla sayıda ahşap grubu, işlem sonrası kurutma için gerekli olan bölme alanını azaltır ve buna bağlı olarak kaynak kullanımı azalır [Tesis UK-4 [236, TWG 2017]].

Çatıya monte vinç sistemleri, birçok endüstride ağır yüklerin taşınmasında evrensel olarak kullanılmaktadır. Birleşik Krallık'ta WPC sektöründe bu teknolojinin kullanımı, araçlara olan geleneksel güven nedeniyle alışılmadık bir durumdur; ancak, araçlarla kimyasal sürüklenmenin önlenmesine odaklanılmasıyla birlikte, bu sistemler her yerde bulunabilir hale gelebilir [Tesis UK-4, [236, TWG 2017]].

Sağlanan çevresel faydalar

Toprak kirliliği kapalı alanlarla sınırlıdır.

Elektrik enerjisinin kullanımı, bir araca güç sağlamak için kullanılan fosil yakıtların kullanımının yerini alır. Araçlardan kaynaklanan emisyonların salınmasında ve ayrıca yakıtların yerinde depolanmasında ve potansiyel ilişkili etkide azalma vardır [Tesis UK-4, [236, TWG 2017]].

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Sahada kullanımın sınırlı alt ölçülmesi nedeniyle bu sistemin enerji gerekliliklerini belirlemek için veriler mevcut değildir [Tesis UK-4 [236, TWG 2017]].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler
Vinç sistemi maliyetlerine karşı araç alımı ve işletimi arasındaki maliyet farkları bilinmemektedir [Tesis UK-4 [236, TWG 2017]].

Uygulanmasını teşvik eden faktör
- İşleme hangarında işlenen ahşabın artan yoğunluğu.
- Araç hareketlerinin ortadan kaldırılması ve işleme kimyasallarına yakın çalışma ihtiyacı nedeniyle personelin emniyeti [Tesis UK-4 [236, TWG 2017]].

Örnek tesisler
UK-4 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.3.14 Kontamine / potansiyel olarak kontamine alanlara kısıtlı erişim ve/veya kum yürüyüş yollarının sağlanması

Açıklama

Personelin damlamaların meydana gelebileceği alanlardan geçmesini durdurmak ve/veya kum yürüme yolları sağlamak (ayakkabıların dökülenlerle temas etmemesi), işleme kimyasallarının/kontaminasyonun kontamine olmayan alanlara aktarılmasının önlenmesi.

Sağlanan çevresel faydalar
Toprak kirliliği kapalı alanlarla sınırlıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Referans literatür
[243, EOS 2016]

15.4.3.15 Ahşap grubu yönetim (izleme) sistemi

Açıklama

Ahşap grubu yönetimi (izleme) sistemi, ambalaj hareketlerinin denetlenmesine olanak tanır: ambalajlar işlendiğinde, tanktan çıkarıldığında ve damlamaya olanak vermek için işlem alanına yerleştirildiğinde kayıt. Koruyucuları serbest bırakabilirken ambalajların geçirimsiz ve boşaltılmış alandan taşınmasını önlemek için kullanılır [235, UK DEFRA 2013].

Teknik Açıklama
İzleme sistemlerini kullanmanın nedenleri iki yönlüdür [235, UK DEFRA 2013]:
- Üretim sürecini ve yığın yönetimini izlemek. Bu, kalite yönetim sisteminin bir parçası olabilir.
- Üretim sürecinin bir parçasını (örneğin işlem sonrası koşullandırma dönemi) oluşturan ahşabın belirli zaman kısıtlamalarını veya özelliklerini kontrol etmek.

Ahşap grupları genellikle etiketlerle izlenir. İşlemenin parametreleri ve özellikleri izlenir [243, EOS 2016].

Sağlanan çevresel faydalar

Toprak ve yeraltı sularına emisyonların önlenmesi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Ahşap grupları mevcut durumda işleme ve izleme amacıyla tanımlamaya yönelik olarak etiketlenmiştir - maliyetler yalnızca kabul edilen kuru durumun kaydedilmesiyle ilgilidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İşleme sonrası koşullandırma süresinin kaydedilmesi ve takibi, hem düzenleyicilerin hem de operatörlerin ahşap gruplarının izlemesine yardımcı olur.

Örnek tesisler

Tesisler UK-1, UK-3, UK-4, SE-2, DE-9, DE-5, DE-6, IT-2 ve FR-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[235, UK DEFRA 2013] [236, TWG 2017] [243, EOS 2016]

15.4.4 İşleme kimyasallarının teslimi, depolanması ve elleçlenmesi

15.4.4.1 Geri havalandırma

Açıklama

Buhar dengeleme olarak da adlandırılır. Doldurma sırasında alıcı tanktan çıkan solvent veya kreozot buharları toplanır ve sıvının gönderildiği tanka veya kamyona geri gönderilir.

Teknik Açıklama

Havaya yapılan emisyonlar, özellikle VOC'ler, tankların doldurulması sırasında yer değiştiren havanın dağıtım tankına geri verilmesiyle kontrol edilir (buhar dengeleme olarak da anılır). Doldurma sırasında "alıcı tanktan" çıkan solvent veya kreozot buharları toplanır ve sıvının gönderildiği tanka veya kamyona ("dağıtım tankı") geri gönderilir. Bu tür dengeleme sistemleri, buhar toplama ve transferine izin vermek için alıcı ve dağıtım tanklarının sabit tavanlı tipte olmasını gerektirir.
Daha fazla bilgi EFS BREF'te verilmiştir [44, COM 2006].

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya emisyonların, özellikle VOC'lerin azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Solvent bazlı koruyucular veya kreozot kullanan tesisler için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı ve işyeri sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Tesis DE-5 ve DE-8 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[44, COM 2006] [236, TWG 2017]

15.4.4.2 Yer değiştiren havanın yakalanması

Açıklama

Doldurma sırasında alıcı tanktan çıkan solvent veya kreozot buharları toplanır ve örneğin bir aktif karbon filtresi veya bir termal oksidasyon ünitesi gibi bir işleme ünitesine yönlendirilir.

Teknik Açıklama

Havaya emisyonlar, özellikle VOC'ler, doldurma sırasında bir tanktan çıkan havanın yakalanması ve işlenmesiyle kontrol edilir. Doldurma sırasında "alıcı tanktan" çıkan solvent ve kreozot buharları toplanır ve bir işleme ünitesine, örneğin aktif karbon filtresine veya termal oksidasyon ünitesine (emprenye işleminden kaynaklanan emisyonları işleme) yönlendirilir.

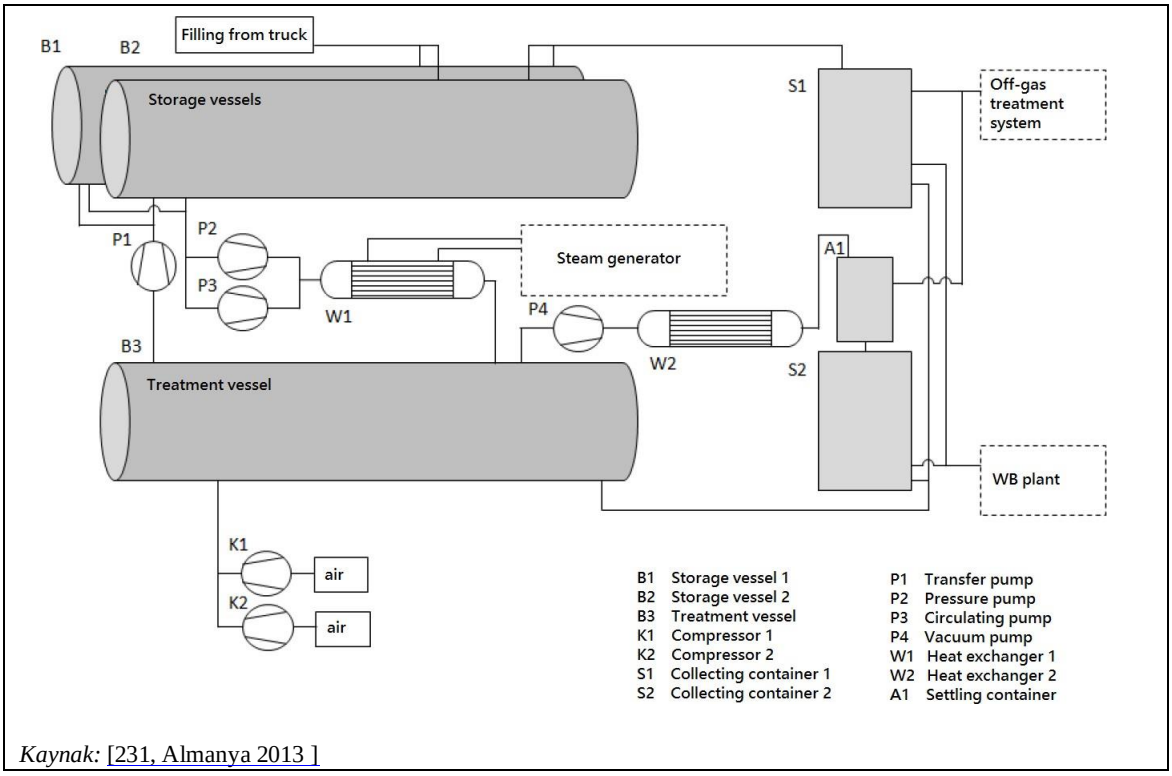
Örnek tesis: DE-1 (karışık: WB ve C tesisi) ***[231, Almanya 2013]***

Kreozot işleme hattında depolama tanklarına kamyonlar vasıtası ile dolum yapılmaktadır. Depolama konteynerlerinin doldurulması sırasında (ve çalışma konteynerinden katran yağının geri pompalanması sırasında) yer değiştiren hava, içinde gaz, su ve katran yağının ayrıldığı bir toplama konteynerine (S1) iletilir. Üç aşama farklı şekilde ele alınır:

Gaz fazı, bir termal çıkış gazı işleme sisteminde temizlenir.

Su (ahşabın nemine bağlı olarak yük başına yaklaşık 0,5-1 m^3), Korasit CK üretim hattına pompalanır ve orada kullanılır veya nadiren tankerle atık olarak bertaraf edilir (atık kod numarası 130899*, 40 m^3/yıl, beyan analizi mevcut/gerekli).

Katran yağı, çalışma tankındaki vakum vasıtasıyla sisteme geri döndürülür.



Kaynak: [231, Almanya 2013]

Şekil 15.25: Kreozot basınçlı işleme tesisi DE 1'in şeması

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya emisyonların, özellikle VOC'lerin azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Solvent bazlı koruyucular veya kreozot kullanan tesisler için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı ve işyeri sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Tesisler DE 1 [231, Germany 2013] ve DE-5, UK-1 in [236, TWG 2017].

Referans literatür

[231, Germany 2013] [236, TWG 2017]

15.4.4.3 Daldırmalı yükleme veya alttan yükleme

Açıklama

Daldırmalı ve alttan yükleme, tankları yüklerken havaya verilen VOC emisyonlarını azaltabilir. Daldırmalı yükleme durumunda, doldurma borusu, doldurma borusu ağzının çoğu zaman sıvı yüzeyinin altında olacağı şekilde neredeyse tankın dibine kadar uzatılır. Alttan yükleme durumunda, doldurma borusu tankın dibine bağlanır.

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya emisyonların, özellikle VOC'lerin azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Solvent bazlı koruyucular veya kreozot kullanan tesisler için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler PL-1, UK-2, UK-3, DE-8 ve DE-9 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.4.4 Akışkan yüzeyinin yeterince yukarısına monte edilmiş doldurma borusu

Açıklama

Doldurma borusu (koruyucu çözelti için), koruyucu çözeltinin geriye doğru akmasını sağlayan bir sifon etkisini önlemek için depolama tanklarında, daldırma ve karıştırma tanklarında sıvı yüzeyinin yeterince yukarısına monte edilir [244, Norden 2014].

Teknik Açıklama

Su, kamusal su sisteminden veya yeraltı suyundan elde edildiğinde, ahşap koruyucu solüsyonun su şebekesine geri emilmesini önlemek için tesisler bir çek valf ile donatılır [243, EOS 2016].

Geri dönüşsüz valflere izin verilmeyen durumlarda (ör. yerel su kuruluşları tarafından), doldurma borusunun boşaltma noktası alıcı tankın alabileceği azami sıvı seviyesinin yüksekliğinin yeterince üzerine yerleştirilerek doldurma borusunun geri sifonlanması riski ortadan kaldırılabilir.

Böyle bir cihazın, su besleme basıncındaki bir düşüşün sonucu olarak ahşap koruyucu solüsyonun su şebekesi sistemine geri emilmesini önlemek için karıştırma tanklarına giden su beslemesinde bir sifon kırılması olması gerekir.

Sağlanan çevresel faydalar
Suya emisyonların önlenmesi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Her üç koruyucu türü için de geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler
Tesisler UK-1, UK-4, SE-2, SE-3, FR-1 ve FI-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017] [243, EOS 2016] [244, Norden 2014]

15.4.4.5 Pompalama sırasında taşmaların önlenmesi

Açıklama

Pompalama sırasında taşmaları önleme teknikleri şunları sağlamayı içerir:

- pompalama işleminin denetlenmesi;
- daha büyük miktarlar için, toplu depolama tanklarının, gerekirse kapatma sistemleri ile akustik ve/veya optik yüksek seviyeli alarmlarla donatılması.

Teknik Açıklama
Karıştırma tanklarının veya depolama tanklarının ve setin aşırı dolmasını önlemek için bir cihaz veya sistem tesis edilebilir. Böyle bir sistem, taze işleme solüsyonunu hazırlarken veya işleme solüsyonu güçlerini ayarlarken su hacmini önceden ayarlamak için bir cihaz da içerebilir. Bu, tankta bir doldurma yüksekliği kapatma sistemi kurulu olsa bile taşma riskini en aza indirir.

Aşırı dolumu önlemek için güvenlik cihazları mevcuttur. Çoğu zaman, karıştırma tankının gerekli miktarlarda su ve ahşap koruyucu ile doldurulması için otomatik cihazlar bulunur. Tanklar sabittir ve bir gösterge ile donatılmıştır. Tanklar duvar (veya benzeri) bir çukura yerleştirilmiştir ve dolum sınırlayıcıya sahiptir. Sınırlı olası sızıntıları emmek için emici madde rezervleri yakınlarda bulunmaktadır [243, EOS 2016].

Sağlanan çevresel faydalar
- Toprak, su ve yeraltı sularına emisyonların önlenmesi.
- Solvent dökülmelerinden kaynaklanan kaçak emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Tüm koruyucu çeşitleri için geçerlidir.

Ekonomik yönler
Pompalama işleminin denetlenmesinde personel süresi ve akustik/optik üst düzey alarm sistemlerinin maliyeti.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır ve veri toplamada yer alan tesislerin çoğunluğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[236, TWG 2017] [243, EOS 2016]

15.4.4.6 Kreozot için yer üstü depolama tanklarının ısıtılması

Açıklama

Belirli bir sıcaklığın altında kreozot kristalleşir ve boruları tıkar; dış sıcaklık çok düşükse ısıtma sağlanır. Tanklar, en azından kuzey Avrupa'da her zaman ısıtılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Geliştirilmiş kaynak verimliliği ve kreozotun depolanmasıyla ilişkili çevresel risklerin azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Kreozot kullanan tesisler için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İyileştirilmiş çalışma koşulları.

Örnek tesisler

Tesisler PL-1, UK-1, FR-1 ve DE-9 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.4.7 Depolanan kimyasalların ısınmasından kaynaklanan buharlaşma kayıplarını azaltma teknikleri

Açıklama

Güneş ışığına maruziyetin, yer üstü depolama tanklarında depolanan solventlerin ve kreozotun buharlaşmasına yol açabileceği durumlarda, depolanan solventlerin ve kreozotun ısınmasını azaltmak için tanklar bir kapak ile kapatılır veya açık renkli boya ile kaplanır.

Teknik Açıklama

Tank rengi, yer üstü tankları tarafından emilen termal veya hafif radyasyon miktarını ve dolayısıyla içerideki sıvı ve buhar içeriğinin sıcaklığını etkiler. Bu önlem, güneş ışığına maruziyetin depolanan solventlerin ve kreozotun buharlaşmasına neden olabileceği tüm yer üstü tank türleri için geçerlidir. Tank halihazırda yüzer bir kapak ile donatılmışsa, tank renginin etkisi sınırlıdır [44, COM 2006].

Sağlanan çevresel faydalar

Dağınık emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Solvent bazlı koruyucular veya kreozot kullanan tesisler için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesis PL-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[44, COM 2006] [236, TWG 2017]

15.4.4.8 (Mevcut) yeraltı depolama tanklarının geçirimsiz folyo ile kaplanması ve sızıntı suyu uyarı sistemi ile donatılması

Açıklama

Bk. Madde 15.4.3.6.

Örnek tesisler
Tesisler SE-3, FR-1, FI-1 ve DE-8 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.4.9 Kapalı depolama konteynerleri

Açıklama

İşleme kimyasalları için kapalı depolama konteynerlerinin kullanılması.

Sağlanan çevresel faydalar
Dağınık emisyonların azaltılması/yakalanması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

15.4.4.10 Koruyucu solüsyonun kapalı sistemde karıştırılması

Açıklama

Koruyucu solüsyon, işleme kimyasallarının dağınık emisyonlarını önlemek için kapalı bir sistemde (boru tesisatı ve sirkülasyon sistemi) karıştırılır.

Teknik Açıklama
Ahşap koruyucular, işleme alanına konsantre veya kullanıma hazır bir biçimde verilebilir. Kullanıma hazır form doğrudan depolama tankına iletilir ve işleme tankına/tankından alınır. Konsantre ürünler IBC'lerde sağlanabilir ve içerikleri bir boşaltma sistemi kullanılarak konteynerlerden çekilebilir. Alternatif olarak konsantre ürün, dökme konteynerinden konsantre depolama tankına boşaltılabilir. Tüm bu ürün transferleri kapalı bir boru tesisatı ve sirkülasyon sisteminde gerçekleşir.

Sağlanan çevresel faydalar
Dağınık emisyonların azaltılması/yakalanması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Her üç koruyucu türü için de geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler
Tesisler DK-2, PL-1, UK-1, UK-4, SE-2, SE-3, FR-3, FR-4, FI-1, DE-9, DE-8, IT-1, IT-2, DE-7 ve FR-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.4.11 Depolama tanklarının muayenesi veya temizliği sırasında oluşan salınımlar için egzoz gazı yakalama ve hava azaltma sistemi

Açıklama

Depolama tanklarının muayenesi veya temizliği sırasında açığa çıkan egzoz gazları için termal oksitleyici veya eşdeğer emisyon kontrol önlemleri ile işleme.

Depolama tanklarını muayene ederken/temizlerken egzoz gazlarını yakalamaya yönelik sistemler çok yaygın olmayabilir. Tankların içinde güvenli çalışmaya yönelik önlemler, kreozot kullanan tesisler ve su bazlı koruyucular kullanan tesisler için farklılık gösterir.

Sağlanan çevresel faydalar

Dağınık emisyonların azaltılması/yakalanması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Solvent bazlı koruyucular veya kreozot kullanan tesisler için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler UK-1, SE-3 ve DE-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.5 Ahşabın hazırlanması/ koşullandırılması

15.4.5.1 İşlemden önce ahşap neminin ölçülmesi ve ayarlanması

Açıklama

Ahşap nemi işlemden önce ölçülür (ör. elektrik direncini ölçerek veya tartarak) ve emprenye işlemini optimize etmek ve gerekli ürün kalitesini sağlamak için gerekirse ayarlanır (ör. ahşabın daha fazla kurutulmasıyla) [243, EOS 2016].

Teknik Açıklama

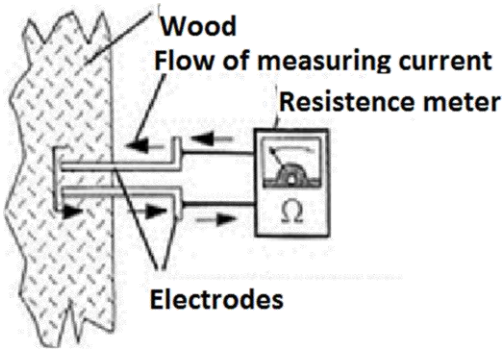
Birçok emprenye işlemi, emprenye işleminde optimum sonuç elde etmek için belirli bir seviyede ahşap nemi gerektirir. Emprenye öncesi ahşabın neminin ölçülmesi ve gerekirse - ahşap neminin ayarlanması, emprenye edilmiş ahşabın gerekli kalitede olmasını sağlar. Optimum altı nem içeriğine sahip ahşap, işlemeden önce [ör. kurutma süresinin uzatılması (havayla kurutma) veya aktif kurutma (fırında kurutma) yoluyla] optimum ahşap nem seviyesine getirilir. Böylece tekrarlanan emprenye ihtiyacı ortadan kalkar.

Nem içeriğinin belirlenmesi ("emprenye olgunluğu") şu şekilde yapılabilir:

a) elektrik direnci ölçümü (manuel veya otomatik);
b) tartım prosedürleri.

a) Elektrik direnci ölçümü

Nem azaldıkça ahşabın elektrik direnci artar. Elektrik direnci ölçülür ve nem değerine dönüştürülür. Ahşap neminin elektriksel ölçümünün temel prensibi Şekil 15.26'da gösterilmektedir.



Kaynak: [231, Almanya 2013]

Şekil 15.26: Elektrik direnci ölçümü ile ahşap neminin belirlenmesi temel prensibi

Ölçüm, elektrik direnci ölçümü için bir el takımı kullanılarak manuel olarak yapılır (aşağıdaki Şekil 15.27'ye bakınız) veya otomatik olarak gerçekleştirilir [231, Almanya 2013].



Kaynak: [231, Almanya 2013]

Şekil 15.27: Manuel ahşap nemi ölçümü

Otomatik elektrik direnci ölçümü bir bilgisayar tarafından desteklenir ve ölçülen değerler dijital olarak kaydedilebilir ve belgelenebilir.

Otomatik ölçüm prosedürüne (direk üretiminde uygulanan) bir örnek aşağıda verilmiştir [231, Almanya 2013]:

- Ölçüm sisteminde yükün otomatik olarak ayrılması ve bireysel kayıtlara ekleme yapılmasına ilişkin düzenleme tablosu.
- Elektrotlar ham ahşaba yaklaşık 5-6 cm (diri odun öz odun sınırı) kadar nüfuz eder (direğin yaklaşık altıda biri toprağa gömüldüğünden, direklerde, ölçüm alanı genellikle toprak-hava sınırındadır).
- Nem yuvalarını (özellikle ahşabın depolanmasından kaynaklanan) tespit etmek için dört transdüser/sensör kullanılır.
- Nem ölçümü optimal değilse, ilk ölçüm noktasının 30 cm yukarısındaki ve altındaki noktalarda ölçüm tekrarlanır. İkinci ölçümden sonra nem içeriği doğru değilse, ham ahşabın daha fazla kurutulması gerekir.

- Optimum nem içeriğine ulaşıldığında her bir direğe bir numara atanır ve emprenye işleminin yapılacağı işleme tankına iletilir.

b) Tartım prosedürleri
Bilgi verilmemiştir.

Sağlanan çevresel faydalar

Ahşap nemi ölçümünde, emprenye edilmiş ahşabın gerekli kalitesi sağlanacak ve ahşap koruyucular, ahşap ve enerji gibi gerekli kaynakların kullanımının azaltılmasına katkıda bulunacaktır. (tekrarlanan emprenye işleminden kaçınarak, ürünlerin dayanıklılığını artırarak ve erken arızayı azaltarak/önleyerek) [231, Almanya 2013].

Çevresel performans ve operasyonel veriler

- Operatörlere göre - basit, sağlam ve güvenilir teknoloji.
- Geri dönüş oranındaki önemli düşüş (Tesis DE-2 ([231, Almanya 2013]), geri dönüş oranının %30'dan %15'e düşürüldüğünü göstermiştir ve böylece depolama kullanımı optimize edilmiştir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

İşlemden önce ahşabın neminin ölçülmesi ve ayarlanması, yalnızca belirli bir nem içeriğine sahip ahşaba ihtiyaç duyulduğunda uygulanabilir.

Elektrik direnci ölçümü ile nem içeriğinin belirlenmesi, nemi% 7 ile% 30 arasında olan ahşaba uygulanabilir [231, Almanya 2013].

Ekonomik yönler

Manuel direnç ölçümü
Bilgi verilmemiştir, ancak maliyetlerin genellikle düşük olduğu kabul edilmektedir.

Otomatik direnç ölçümü

- DE-3 Tesisinin yatırım maliyetleri: yaklaşık 300 000-400 000 Euro (geri ödeme süresi yaklaşık 10 yıl).
- DE-3 Tesisinin işletme maliyetleri: elektrotlar: 1 pin = 4 EUR (pim tüketimi yaklaşık 350-400 adet/yıl).
- DE-3 Tesisinin tahmini personel maliyeti: bin Euro 70-80/yıl (1,5 çalışan).
- Arızaların önlenmesi ve ilgili garanti çok pahalı olabilir (yeni bir direk için 250-500 Euro ve direğin değiştirilmesi için yaklaşık 1.000 Euro; eğitim ve tesis maliyetleri) [231, Almanya 2013].

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Daha yüksek ürün kalitesi.
- Akma yapmayan ahşap koruyucuların uygulanmasında kesin ahşap nemi tayini çok önemlidir [231, Almanya 2013].

Örnek tesisler

Ham odun nemi tayini için kullanılan el takımları Avrupa çapında kullanılmaktadır ve veri toplamadaki tesislerin çoğunluğu tarafından bildirilmektedir [236, TWG 2017].

Daha spesifik olarak, Tesis DE-3'te otomatik direnç ölçümü ve Tesis DE-1 ve DE-2'de manuel direnç ölçümü (el takımı) kullanılmaktadır [231, Almanya 2013].

Referans literatür

[231, Almanya 2013] [236, TWG 2017] [243, EOS 2016]

15.4.5.2 İşlemeden önce kalıntıların çıkarılması

Açıklama

Tahta/ahşap ürünlerinin yüzeyindeki kalıntılar (ör. talaş, yonga) işlemeden önce (ör. işlenecek olan ahşap yığına hava üflenerek) giderilir.

Teknik Açıklama

Ahşabın yüzeyindeki kalıntıları çıkarmak için farklı yöntemler mevcuttur; yollardan biri 'arındırmak'tır. İşlenecek odun yığınının içinden hava üflenmesi, talaş ve diğer 'safsızlıkları' giderir.

Sağlanan çevresel faydalar

Daha az yeniden işleme ihtiyacı, daha az kimyasal tüketimi ve daha az atık oluşumu (ör. işleme tankındaki çamur miktarı).

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Artan verim, iyileştirilmiş çalışma koşulları.

Örnek tesisler

Tesisler PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE-3, FR-4, FI-1, DE-8, DE-9, IT-2 ve FR-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.5.3 İşlemeden önce ahşap gruplarından plastik ambalajın çıkarılması

Açıklama

Ahşap koruyucuların plastiğe hapsolmasını ve işlemeden sonra yayılmasını (ör. damlama şeklinde) veya tehlikeli atık (yani kontamine plastik atık) oluşturmasını önlemek için plastik ambalajlar ahşap gruplarından (paketlerinden) çıkarılır.

Teknik Açıklama

Kereste grupları, keresteyi korumak ve hazırlanmasından son kullanım uygulamasına kadar geçen süre boyunca nemi almasını önlemek için her zaman plastik bazlı örtülerle korunarak taşınır. Bu tür plastik levhalar, hareket ettirildiğinde işlenmiş paketten salınabilen plastikteki katlarda ahşap koruyucu solüsyonu tutabilir. Plastik ayrıca ahşap koruyucu ile kirlenmiştir ve tehlikeli atık olarak işlenmesi gerekmektedir [243, EOS 2016].

Sağlanan çevresel faydalar

İşleme solüsyonu hapsolmaz, böylece dökülmeler/toprak kontaminasyonu önlenir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yalnızca WPC tesisine ambalajlı olarak teslim edilen ahşap/ahşap ürünler için geçerlidir. Örneğin direkler herhangi bir ambalaj olmadan teslim edilebilir [Tesis IT-1 [236, TWG 2017]].

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler DK-2, PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, SE-3 ve FI-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017] [243, EOS 2016]

15.4.5.4 Ahşap yükünün optimizasyonu

Açıklama

Tahta veya ahşap parçaların demetlenme/istiflenme veya işleme tankına yüklenme şekli, işlenmiş ahşabın kalitesi ve aynı zamanda süreçten kaynaklanan emisyonlar üzerinde de etkiye sahiptir. Optimize edilmiş ahşap yüklerin temel ilkeleri, serbest erişim, serbest drenaj ve koruyucu solüsyonun yakalanmamasıdır. Bu durum aşağıda belirtildiği gibi sağlanır:

a) ahşabın gruplar halinde ayırıcılarla ayrılması;
b) geleneksel yatay işleme tanklarında ahşap gruplarının eğimi;
c) eğimli basınçlı işleme tanklarının kullanılması;
d) şekillendirilmiş ahşap parçaların optimize edilmiş şekilde konumlandırılması;
e) ahşap gruplarının sabitlenmesi;
f) odun yükünün maksimize edilmesi.

Yükleme ekipmanı (işlenmiş ahşabı işleme tankından çıkarmak için kullanılır), işleme kimyasallarının taşınmasını (sürüklenmesi) önleyecek şekilde tasarlanmıştır.

Teknik Açıklama

Odun yükünün hazırlanmasını optimize etmek için çeşitli teknikler uygulanabilir (yani, ahşabın işleme tankına nasıl yüklendiği). Temel amaç, emprenye kalitesini sağlamak için koruyucu çözeltinin ahşap parçalar boyunca serbest dolaşımına izin vermektir, ancak aynı zamanda bu önlemler, işlemeden sonra koruyucu çözeltinin optimum şekilde boşaltılmasına olanak sağlar, böylece koruyucuların tüketimi ve sürüklenmesi ve çevreye emisyon riski azaltılmış olur. Aşağıdaki önlemler uygulanır:

a) Gruplardaki ahşabın ayırıcılarla ayrılması

Gruplar halinde işlenmek üzere sunulan kerestelerde genellikle ara parçalar (çıkartmalar) bulunur. Bunlar, grubun içinden işleme kimyasallarının akışını kolaylaştırmak ve ayrıca işleme sonrasında fazla işleme kimyasallarının boşaltılmasına ve geri kazanılmasına yardımcı olmak için gruba düzenli aralıklarla yerleştirilir. Bununla birlikte, bazı durumlarda (ör. kaplama için), kerestenin yüzeyinde izlere neden olacağından ara parçalar kullanılamaz [243, EOS 2016].

b) Geleneksel yatay işleme tanklarında ahşap gruplarının eğimi

İşleme kimyasallarının akışını ve işlemeden sonra boşaltmayı kolaylaştırmak için işleme tankında ahşap grupları eğimlidir.

Daldırma işleminde damlatma aşamasında hidrolik silindir sistemi kullanılmaktadır.

c) Devirmeli basınçlı işleme tanklarının kullanımı

Büyük bir ahşap hacmine sahip bazı daha büyük otoklav tesisleri alternatif olarak eğimli tanklar kullanmaktadır. Bunlar, işlemeden sonra tüm damarın eğilmesine olanak sağlar; fazla işleme kimyasalları kolaylıkla tahliye edilir ve tankın tabanından geri kazanılabilir.

d) Şekillendirilmiş ahşap parçaların optimize konumlandırılması

Şekillendirilmiş ahşap parçalar, işleme kimyasallarının hapsolmasını önleyecek şekilde konumlandırılır.

e) Ahşap gruplarının sabitlenmesi

Ahşap grupları, grubun yapısını değiştirebilecek ve emprenye etkinliğini azaltabilecek ahşap parçaların hareketini sınırlamak için işlem kabının içine sabitlenir. İşlenmekte olan gruplara/mallara bağlı olarak kullanılan bir dizi seçenek vardır:

1. Keresteleri bojiye tutturmak için kayışlar veya zincirler gruplar. Bu, en yüksek esnekliği sağlar ve düz olmayan grupların ve küçük grupların diğer grupların vb. üzerine konmasına olanak tanır. Tesislerin çoğu bu şekilde çalışır.

2. Boji üzerindeki yan kollar, kerestelerin işleme sırasında hareket etmesine olanak sağlar, ancak tank boşaldığında bojiye geri döner. Bunlar, nadiren kullanılır ancak grup boyutunun tankınkine yakın olduğu yerlerde iyi çalışır. Grupların geminin tepesine çarpmasını önlemek için grupların üzerine ahşap taşıyıcılar yerleştirilir.

3. Gemi içindeki kerestelerin hidrolik olarak sıkıştırılması. Bu, kereste elleçleme sistemi tasarımına bağlı olarak bojili veya bojisiz olarak uygulanabilir. Grupların hepsinin benzer boyutlarda olduğu durumlarda en iyi sonuç alınır. Grup yüksekliklerinde büyük farklılıklar olduğunda, yükü dengelemek ve kelepçelerin grupları tutmasını sağlamak için küçük grupların üzerine ek ara parçalar yerleştirilir [242, EWPM / WEI 2016].

e) Ahşap yükünün en üst seviyeye çıkarılması
İşleme tankındaki ahşap yükü, işlenecek ahşap ile işleme kimyasalları arasındaki en iyi oranı sağlamak için en üst seviyeye çıkarılır.

Sağlanan çevresel faydalar
Daha az yeniden işleme sayesinde daha az koruyucu madde, enerji vb. tüketimi ve daha az atık oluşumu ve daha az koruyucu solüsyon emisyonları.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Devirmeli basınçlı işleme tanklarının kullanımı, yeni tesisler veya büyük tesis yükseltmeleri/geliştirmeleri için geçerli bir teknik olarak kabul edilebilir.

Ekonomik yönler
Devirmeli gemilerin daha yüksek yatırım maliyetleri nedeniyle, amortisman için büyük miktarda ahşap/ahşap üretimi gerekir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Artan verim, iyileştirilmiş çalışma koşulları.

Örnek tesisler
Yaygın olarak uygulanmaktadır ve veri toplayan tesislerin çoğunluğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür
[236, TWG 2017] [242, EWPM/WEI 2016] [243, EOS 2016]

15.4.6 Koruyucu uygulama işlemi / Basınçsız işlemler

15.4.6.1 Püskürtme ve püskürtme tünelleri için muhafaza (gaz çıkarma ve emisyon azaltma sistemi ile)

Açıklama

Püskürtme işlemleri muhafazalıdır ve fazla püskürtme toplanır ve su bazlı işleme kimyasalları kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerinin korunmasından kaynaklanan aerosol emisyonlarını önlemek için ahşap koruma solüsyonunun hazırlanmasında yeniden kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar
Havaya emisyonların azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Tahliye ve işleme için enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Referans literatür

[212, TWG 2018]

15.4.6.2 Banyo işlemleri için muhafaza: daldırma ve batırma (gaz çıkarma ve emisyon azaltma sistemi ile)

Açıklama

Havanın bir azaltma ekipmanı, termal oksidasyon veya solvent geri kazanımı ile adsorpsiyon yoluyla çıkarılıp işlenebilmesi için mümkün olan her yerde işlemin yapıldığı yerin etrafının çevrelenmesi.

Teknik Açıklama

Banyo işlemlerinden (daldırma, batırma) havaya salınan emisyonlar, işlemin yapıldığı yerin etrafı çevrilerek ve gaz halindeki emisyonları çıkarılarak ve işlenerek azaltılabilir. Farklı teknik çözümler mümkündür:

- Ahşap / ahşap ürünü solvent bazlı koruyucuya batırırken tankın üzerinde bir kapağa sahip olunması ve buhar işlemli bir ekstraksiyon sistemine sahip olunması [247, Belçika 2014].
- Sıcak-soğuk banyo (kreozot) işlemi için egzoz gazı yakalama (bk. Madde 15.4.13.2).

Sağlanan çevresel faydalar

- Dağınık emisyonların azaltılması/yakalanması.
- Özellikle VOC'ler ve PAH'lar olmak üzere havaya emisyonların azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Tahliye ve işleme için enerji tüketimi.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Referans literatür

[247, Belçika 2014]

15.4.6.3 Yeterince büyük ve ahşap koruyucuya dayanıklı muhafaza, tampon ve otomatik kaçak tespit cihazı olan tek cidarlı işleme tankları

Açıklama

Tek cidarlı işleme tankları kullanıldığında, yeterince büyük ve işleme kimyasallarına dayanıklı muhafaza, tampon ve otomatik kaçak tespit cihazı kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar

İşleme kimyasallarının dökülmesi, damlaması ve kazara salınması ile ilgili olarak toprağa ve yeraltı sularına emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler
Tesisler UK-4, FI-1, DE-8 ve FR-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.6.4 Otomatik kaçak tespit cihazına sahip çift cidarlı işleme tankları

Açıklama

Otomatik sızıntı tespit cihazlarına sahip çift cidarlı işleme tanklarının kullanımı.

Teknik Açıklama
Çift cidarlı işleme tankları (ikinci katman muhafazaya alternatif olarak uygulanır) kullanılır. Otomatik kaçak tespit cihazları, gemilerde öngörülemeyen sızıntı, kırılma veya arıza durumlarında operatörü uyarmak için kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar
İşleme kimyasallarının dökülmesi, damlaması ve kazara salınması ile ilgili olarak toprağa ve yeraltı sularına emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler
Tesisler DK-2, FR-3, DE-7 ve DE-8 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.6.5 İşlemeden sonra yeterli damlama süresi (işleme tankına damlama)

Açıklama

İşlemeden sonra, işlem görmüş ahşap üzerindeki fazla işleme solüsyonunun işleme tankına damlamasına veya bir damlama yastığından işleme tankına geri akmasını temin etmek için yeterli damlama süresi sağlanır (ayrıca bk. Madde 15.4.8.5).

Teknik Açıklama
Koruyucu maddelerle işlemenin ardından, işlenen ahşap, işleme tankı üzerinde asgari bir süre tutularak fazla işlem solüsyonunun işleme tankına damlaması sağlanır veya ahşap, işleme tanklarına doğru eğimli olan ve damlaların daldırma tanklarına akmasını sağlayan, böylece tanklardan veya kaplardan koruyucuların salınmasını önleyen bir damlama yastığı üzerinde tutulur.



Şekil 15.28: Damlayan işleme solüsyonunun işleme tankına geri aktığı bir damlama yastığı örneği

Sağlanan çevresel faydalar

- Toprak ve yeraltı suyu kirlenmesinin önlenmesi.
- İşleme kimyasalları tüketiminin azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler UK-4, SE-3, FR-3, FR-5, FI-1, DE-7 ve DE-8 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.7 Koruyucu uygulama süreci / Basınç süreçleri

15.4.7.1 Basınçlı işleme tankları (otoklavlar) için ihtiyati tasarım özellikleri

Açıklama

Basınçlı işleme tanklarına (otoklavlar) ilişkin ihtiyati tasarım özellikleri aşağıdaki teknikleri içerir:

a) İşleme tankı kapısı kilitli ve kapalı/sızdırmaz olmadığı sürece çalışmayı önlemek için süreç kontrolleri.

b) İşleme tankı basınçlıyken ve/veya koruyucu solüsyonla doluyken açılmasını önlemek için süreç kontrolleri.
c) İşleme tankı kapısı için mandallı kilit.
d) Emniyet tahliye vanalarının kullanımı ve bakımı.

Teknik Açıklama
a) İşleme tankı yüklendikten sonra ve işleme gerçekleşmeden önce işleme tankı kapısı kilitlenir ve sızdırmaz hale getirilir. Kapı kilitli ve sızdırmaz olmadığı sürece işleme tankının çalışmasını engelleyen süreç kontrolleri mevcuttur.

b) Süreç kontrolleri, basıncı ve işleme tankını sıvı olup olmadığını gösterir. Bunlar, işleme tankı hala basınçlı ve/veya doluyken açılmasını önler.

c) Acil bir durumda (ör. kapı sızdırmazlık elemanının kırılması) işleme tankı kapağı açılması gerektiğinde, işleme tankının kapısı sıvıların dışarı çıkmasını önlemek için bir kilitle donatılmıştır. Mandallı kilit, sıvıları tutarken basıncı serbest bırakmak için kapının kısmen açılmasına olanak tanır.

ç) İşleme tankları, tankları aşırı basınçtan korumak için emniyet tahliye vanaları ile donatılmıştır. Vanaların tahliyesi, yeterli kapasiteye sahip bir tanka yönlendirilir. Emniyet tahliye vanaları düzenli olarak (ör. her 6 ayda bir) korozyon, kirlenme veya yanlış montaj belirtileri açısından incelenir ve gerektiğinde temizlenir ve/veya onarılır.

Sağlanan çevresel faydalar
İşleme kimyasallarının dökülmesi, damlaması ve kazara salınması ile ilgili olarak toprağa ve yeraltı sularına emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler
Yaygın olarak uygulanmaktadır ve veri toplayan tesislerin çoğunluğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.7.2 Vakum pompası egzozundan havaya emisyonların kontrolü

Açıklama

Basınçlı işleme tanklarından (yani vakum pompası çıkışı) çıkarılan hava işlenir (ör. bir buhar-sıvı ayırıcıda).

Teknik Açıklama
Örnek tesis: DE-1 (karma: WB ve C tesisi) [231, Almanya 2013]
Vakum pompaları, işleme tankında vakum oluşturmak için kullanılır. Aerosollerin ortama girmesini engellemek için su bazlı işleme tanklarından çıkan hava vakum pompasının soğutma suyunu içeren bir çökeltme tankına (5 m^3) yönlendirilir.

Koruyucuların aerosoller yoluyla salınmasını önlemek için vakum pompalarının boşaltma tarafında sıvı ayırıcıların kullanılması da bir teknik olarak rapor edilmiş, ancak hiçbir bilgi verilmemiştir [248, Avusturya 2014].

Sağlanan çevresel faydalar

Hava / aerosol emisyonlarının azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Tüm koruyucu çeşitleri için geçerlidir.

Örnek tesisler

Tesis DE-1 [231, Almanya 2013].

Referans literatür

[231, Almanya 2013] [248, Avusturya 2014]

15.4.7.3 İşleme tankı açılırken havaya emisyonların azaltılması

Açıklama

Basınçsızlaştırma süresi ile işleme tankının açılması arasında damlama ve yoğuşma için yeterli zaman bırakılır.

Teknik Açıklama

Aerosol oluşumunu ve havaya emisyonları önlemek veya azaltmak amacıyla, işlem görmüş ahşabı çıkarmak için işleme tankı açılmadan önce emprenye işleminin sonunda bir damlama ve / veya yoğuşma aşaması ile basınç işlemleri gerçekleştirilebilir [230, VDI 2014].

Sağlanan çevresel faydalar

Hava / aerosol emisyonlarının azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanmaktadır ve veri toplayan tesislerin çoğunluğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[230, VDI 2014] [236, TWG 2017]

15.4.7.4 İşlenmiş ahşabın yüzeyinden fazla işleme kimyasallarını uzaklaştırmak için son bir vakum uygulaması

Açıklama

Damlamayı önlemek için, işlenmiş ahşabın yüzeyinden fazla işleme kimyasallarını uzaklaştırmak için işleme tankı açılmadan önce son bir vakum uygulanır.

Teknik Açıklama

Basınç işleminin son aşaması, işleme kimyasallarının boşaltılmasından sonra ve işleme tankının açılmasından önceki son vakum aşamasıdır. Bu aşamada fazla işleme kimyasalları uzaklaştırılır ve damlama en aza indirilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

İşlenmiş ahşabın yüzeyinden fazla işleme kimyasallarının uzaklaştırılması uygun bir başlangıç vakumu (ör. 50 mbar'dan daha az) uygulanarak sağlanıyorsa, son bir vakum uygulaması gerekli olmayabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanmaktadır ve veri toplayan tesislerin çoğunluğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[IT yorumu #104 [212, TWG 2018]] [236, TWG 2017]

15.4.8 İşleme sonrası koşullandırma ve ara depolama

15.4.8.1 Çatı oluklu çatı kaplama

Açıklama

Yeni işlenmiş ahşabı hava koşullarına/yağışa karşı koruyan, işleme kimyasallarının depolandığı veya elleçlendiği alanları (yani işleme kimyasalları depolama alanı, işleme, işleme sonrası ve ara depolama alanları, işleme kimyasalları için borular ve kanallar, kreozot (yeniden) koşullandırma tesisleri) kapsayan bir çatı. Emprenye tesisine yağmur sularının girişi durdurulur ve işleme kimyasallarının sızması engellenir.

Teknik Açıklama

Örnek tesis: DE-2 [231, Almanya 2013]

Ekstraksiyon rayı alanı ve yeni emprenye edilmiş ahşabın depolama alanlarına ulaşım alanı (en az 2 gün, genellikle daha uzun süre çatı altında depolama) kapatılır ve rüzgar ve yağmura karşı yanlardan korunur (yeni bir çatı yapım aşamasındadır: çatı, kısmi yalıtımlı profil kaplamalı çatı kirişleri/aşıklı çatı konstrüksiyonu ve PVC çatı kaplaması). Çatının ilgili alanı yaklaşık 2 500 m^2dir.

Örnek tesis: DE-4 [231, Almanya 2013]

Oluklar ve damlama alanında çatı kaplama, yağmura ve rüzgarın neden olduğu yağmura karşı koruma amaçlıdır ve yüzey suyunun girişini önlemek için ek donanım mevcuttur.
Bitişik ulaşım alanlarının eğimi, yüzey suyunun emprenye alanına erişmemesi için binadan uzağa yönlendirilir.

Sabitleme alanındaki çatı kaplaması, yağmura ve rüzgarın neden olduğu yağmura ve sabitlenmemiş ahşap koruyucuların yıkanmasına karşı koruma görevi görür.

Çatı altında depolama, emprenye edilmiş ahşabın geometrisinin yanı sıra ürün özelliklerine de bağlıdır. Ayrıca fiksasyon süresi uygulanan ahşap koruyuculara ve hava şartlarına bağlıdır. İlkbahardan sonbahara kadar, sabitleme süresi yaklaşık 24 saattir. Kış ayları için temsili veri mevcut değildir. Oluklar alanındaki çatı ve damlama alanı yaklaşık 150-200 m^2dir (sabitleme alanı ve emprenye maddeleri deposu olmayan damlama alanı da dahil olmak üzere oluklar alanındaki çatıya eşdeğerdir). Sabitleme alanının çatısı yaklaşık 200 m^2dir.



Kaynak: [231, Almanya 2013]

Şekil 15.29: Oluklar alanındaki bir çatı örtüsü örneği (Tesis DE-4)

Sağlanan çevresel faydalar

Örnek tesis: DE-2 [231, Almanya 2013]

Emprenye işleminden sonra, işlenmiş ahşap özel olarak taşınır ve kendiliğinden sabitlenen ahşap koruyucu tamamen sabitlenene kadar (48 saat sonra) en az 2 gün boyunca çatı altında depolanır. Bu, ahşap koruyucuların tam sabitlemeden önce yağmur ile yıkanmamasını sağlar.

Örnek tesis: DE-4 [231, Almanya 2013]

Ahşap, emprenye işleminden sonra sabitleme alanında tamamen sabitlenene kadar kuru olarak depolanır. Bu, ahşap koruyucuların tam sabitlemeden önce yağmur ile yıkanmamasını sağlar.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Örnek tesis: DE-2 [231, Almanya 2013]

Sabitlenmemiş ahşap koruyucuların yıkanması önlenir.

Örnek tesis: DE-4 [231, Almanya 2013]

Mevcut drenaj ve ardından sabitleme alanındaki (kapalı) depolama sayesinde, sabitlemenin tamamlanması ve sabitlenmemiş ahşap koruyucunun sızmasının en aza indirilmesi sağlanır.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak hem mevcut hem de yeni tesisler için geçerlidir [231, Almanya 2013].

Ekonomik yönler

Örnek tesis: DE-2 [231, Almanya 2013]

- Yatırım maliyetleri: yaklaşık 40 EUR/m^2 çatı yüzeyi.
- İşletme ve bakım maliyetleri önemsizdir.

Örnek tesis: DE-4 [231, Almanya 2013]

- Yatırım maliyetleri: emprenye alanı salonda yer aldığından spesifikasyon yoktur.
- İşletme ve bakım maliyetleri önemsizdir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Örnek tesis: DE-2 [231, Almanya 2013]

- Kalite güvencesi (ahşap koruyucuların çökelme yoluyla sızmasını önler).
- Süreç döngüsünü yağmur suyundan korur (aksi takdirde deponun giriş oluğundan damlama tepsisine çok fazla yağış suyu girer).

Örnek tesisler
DE-2 ve DE-4 [231, Almanya 2013].

Referans literatür
[230, VDI 2014] [231, Almanya 2013]

15.4.8.2 İşlenmiş ahşabın depolanması için hava koşullarına karşı koruma

Açıklama

İşlemede kullanılan ahşap koruyucu için BPR yetkilendirmesinde gerekli olması durumunda, işlenmiş ahşabın depolanması için kalıcı hava koruması (ör. çatı kaplama, brandalar) kullanılır.

Teknik Açıklama
Yeni işlenmiş ahşabın damlama testi ile kuru olduğu kabul edildikten sonra, ahşap grupları kapalı/setli ve çatılı alandan çıkarılır. İşlemeden sonra belirli bir süre içinde, ahşap koruyucuların aktif bileşenlerinin, ahşaba sabitlenecek ahşap bileşenleri ile reaksiyona girmesi gerekir. Bu süre zarfında, korumanın etkinliğini sağlamak ve ayrıca toprağa ve yeraltı sularına emisyonları önlemek için işleme kimyasallarının çökeltme yoluyla sızma riski en aza indirilmelidir. Bu amaçla işlenmiş ahşap, sürekli hava koşullarına karşı koruma altında (ör. çatı kaplama, brandalar) depolanır.

Örnek tesis: IT-1 [236, TWG 2017]

Yeni işlenmiş ahşap, işlemeden sonra en az 2 saat damlama toplama sistemi ile kapalı bir alanda depolanır. Ahşabın kuru (damlatmaz) olduğuna karar verildiğinde, ahşap koruyucular tamamen sabitlenene kadar en az 24 saat boyunca örtülü istiflerde, brandaların altında elleçlenir ve depolanır.

Sağlanan çevresel faydalar
Toprak ve yeraltı sularının kirlenmesini önleme ve koruma etkinliğinin arttırılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Ahşap üzerine branda yerleştirmek için vinç ve çerçevelere ihtiyaç vardır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler
Tesis IT-1 [236, TWG 2017]

Referans literatür
[DE yorumu #410 / IT yorumları #109, 108 ve 110 [212, TWG 2018]] [236, TWG 2017]

15.4.8.3 Koruyucu işlemeden sonra buhar (otoklav) veya sıcak hava (iklimlendirme odası) ile sabitleme

Açıklama

Sabitleyici olmayan koruyucularla işlenmiş ahşap için buharla sabitleme uygulanabilir. Ahşap kapalı bir işleme tankına (basınç uygulanmadan) konur ve buharla 'durulanır'.

Fanlar, istenen sabitleme elde edilene kadar buharı işleme tankında dolaştırmak için kullanılır [231, Almanya 2013].

Sağlanan çevresel faydalar

Sabitleyici olmayan koruyucuların sızmasının en aza indirilmesi.

Örnek tesisler

Tesisler FI-1 ve SE-2 [236, TWG 2017]

Referans literatür

[231, Germany 2013] [236, TWG 2017]

15.4.8.4 Yeni işlenmiş ahşabın zeminle temasından kaçınılması

Açıklama

Yeni işlenmiş ahşabın zeminle temasından kaçınılması ve kurumayı hızlandıracak şekilde zemin seviyesinde yeterli havalandırma.

Teknik Açıklama

Örnek tesis: IT-1 [236, TWG 2017]

İşlenmiş ahşap, ahşabı zeminden ayırmak için büyük direkler ve beton bloklarla desteklenen yığınlar halinde depolanır.

Sağlanan çevresel faydalar

Toprak ve yeraltı suyu kirlenmesinin önlenmesi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanmaktadır ve veri toplayan tesislerin çoğunluğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[IT yorumu #112 [212, TWG 2018]] [236, TWG 2017]

15.4.8.5 İşlenmiş ahşabın, ancak damlama testiyle kuru olduğu kabul edildikten sonra kapalı/setlenmiş alandan çıkarılması

Açıklama

Fazla miktarda işleme kimyasallarının işleme tankına geri damlamasını sağlamak için, işlenmiş ahşap/ahşap grupları işlemeden sonra ve işleme sonrası kurutma alanına transfer edilmeden önce yeterli bir süre boyunca işleme tankının üzerinde veya bir damlama yastığı üzerinde tutulur.

Daha sonra, işleme sonrası kurutma alanından ayrılmadan önce, işlenmiş ahşap/ahşap grupları örneğin mekanik araçlarla kaldırılır ve en az 5 dakika süreyle askıda tutulur. İşleme solüsyonu damlamıyorsa, odun kuru kabul edilir.

Teknik Açıklama

İşlemeden sonra, ahşap/ahşap grupları, kuru oldukları kabul edilene kadar koruyucu solüsyon damlatmaya devam edecektir. Bu damlama, işlenmiş ahşabın içindeki kimyasal sabitleme ilgili değildir, ancak

vakum aşaması sırasında sürece geri çekilmemiş olan fazla koruyucu ile ilgilidir.

Kuru olarak tanımlanabilmesi için, grup, örneğin, mekanik yollarla kaldırılmalı ve örneğin en az 5 dakika süreyle askıda tutulmalıdır. Grup bu süre zarfında damlama veya işleme solüsyonu damlaması oluşturmamalıdır. Ahşap grupları, grupların kuru olduğu kabul edilene kadar işleme sonrası kurutma alanında kalır [235, UK DEFRA 2013].

Sağlanan çevresel faydalar

Toprak ve yeraltı suyu kirlenmesinin önlenmesi.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Kuruma süreleri, günlük olarak değişebilen konum, mevsimsellik ve meteoroloji gibi bitki özelliklerinden etkilenir. Damlama testi, ahşap gruplarının yalnızca kuru oldukları kabul edildikten sonra kapalı/setli alandan çıkarılmasını sağlar. Ayrıca grupların durumunun kaydedilebilir bir teyidini verir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Taşıma sürecinin bir parçası olarak bir damlama testi yapılır. İşlenmiş ahşap/ahşap grupları mekanik yollarla kaldırılır ve damlama testini tamamlamak için tutulur. Arızalı ahşap/ahşap grupları, kapalı/setlenmiş alanda daha fazla kurumaya izin verecek şekilde yeniden konumlandırılır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İşleme kimyasallarının kapalı/setlenmiş alandan açık olan zemine aktarımının önlenmesi.

Örnek tesisler

Tesisler UK-4, FI-1, DE-7, DE-8 ve FR-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[235, UK DEFRA 2013][UK yorumu #168 in [212, TWG 2018]] [236, TWG 2017]

15.4.9 Atık minimizasyonu, yönetimi ve yerinde işleme

15.4.9.1 İşleme kimyasallarından toplanan damlamalarının ve dökülmelerinin devridaimi

Açıklama

Muhafazalardan/setlerden, damlama tepsilerinden veya geçirimsiz zeminlerden toplanan koruyuculardaki/işleme kimyasallarındaki damlamalar ve dökülmeler, işleme kimyasallarının sistemine yeniden sirküle edilir.

Teknik Açıklama

İşleme tankından çıkarıldıktan sonra, yeterli damlama süresi sağlamak için ahşap grupları kapalı/setlenmiş alanda depolanır. Damlamalar muhafazalarda/setlerde veya damlama tepsilerinde toplanır. Sıvılar, işleme kimyasallarının sistemine vakum pompası ile yönlendirilir (bk. Madde 15.4.3.5). İdeal olarak, sıvılar, istenmeyen malzemeleri (ör. ahşap bazlı parçacıklar) çıkarmak için filtrelenir.

Sağlanan çevresel faydalar

Atık ve atık su oluşumunun azaltılması, toprak ve yeraltı sularına emisyonların önlenmesi veya azaltılması, işleme kimyasallarının tüketiminin azaltılması

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Toplanan sıvı hacminin düşük olduğu ve akışı sınırladığı durumlarda uygulanabilirlik sınırlı olabilir.

Kreozot veya hafif organik solvent bazlı ahşap koruyucular söz konusu olduğunda, koruyucuyla kirlenmiş suyun ürüne geri döndürülmesi mümkün değildir ve bu tür sıvıların tehlikeli atık mevzuatına göre toplanması ve bertaraf edilmesi gerekir.

Ekonomik yönler

Azaltılmış işleme kimyasalları maliyetleri.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İşleme sonrası koşullandırma ve ara depolama sırasında ahşap gruplarından damlamaların tutulması.

Örnek tesisler

Tesisler DE-6, DE-7, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-3, FR-4, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-2, UK-3 ve UK-4 [236, TWG 2017]

Referans literatür

[236, TWG 2017] [UK yorumu #166 [212, TWG 2018]]

15.4.9.2 İşleme kimyasallarının toplu teslimi

Açıklama

Ambalaj miktarını azaltmak için işleme kimyasallarının tanklarda teslimi.

Teknik Açıklama

Sık kullanılan işleme kimyasallarının toplu olarak teslimi, teslimat işlemleri için gereken ambalajlama miktarını azaltır.

Sağlanan çevresel faydalar

Bertaraf için gönderilen atık miktarında azalma.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Örnek tesisler
Tesisler PL-1, UK-1, UK-2, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-1, FI-1, DE-5 ve IT-2 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.9.3 Yeniden kullanılabilir konteynerlerin kullanımı

Açıklama

İşleme kimyasalları (ör. IBC'ler) için kullanılan yeniden kullanılabilir konteynerler, yeniden kullanım için tedarikçiye iade edilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Bertaraf için gönderilen atık miktarında azalma.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

15.4.9.4 Tehlikeli ve tehlikesiz atıkların kaynağında ayrıştırılması ve ayrı depolanması

Açıklama

Atıklar uygun konteynerlerde veya kapalı yüzeylerde depolanır ve tehlikeli atıklar, belirlenmiş hava koşullarına karşı korumalı ve kapalı/setlerle çevrili bir alanda ayrı olarak tutulur.

Teknik Açıklama
Tesis içinde üretilen tüm atık akımları uygun konteynerlerde veya sızdırmaz yüzeylerde depolanır. Tehlikeli atıklar (ör. ahşap koruyucularla kirlenmiş atıklar) hava şartlarına karşı korumalı ve çevrelenmiş/setlerle çevrili bir alanda ayrı depolanır.

Sağlanan çevresel faydalar
Toprak ve yeraltı suyu kirlenmesinin önlenmesi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Atık yönetimi ile ilgili çevresel risklerin azaltılması

Örnek tesisler
Tesisler DE-5, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 ve UK-4 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.9.5 Atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve geri kazanımı

Açıklama

Emprenye öncesi ve sonrası oluşan atıklar (kereste atıkları) yetkili bir tesise gönderilerek enerji veya malzeme geri kazanımı için kullanılabilir.

Teknik Açıklama

Kereste atıkları (emprenye edilmiş olsa bile) enerji veya malzeme geri kazanımı için yetkili bir tesise gönderilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Atık yönetiminin optimizasyonu ve nihai bertarafa gönderilen atıkların azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler DK-1, DK-2, FI-1, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-3, UK-1, UK-3 ve UK-4 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[IT yorumu #91 [212, TWG 2018]] [236, TWG 2017]

15.4.9.6 Cila ve yağların geri kazanımı ve yeniden kullanımı

Açıklama

Emprenye için cilalar veya yağlar kullanıldığında, emprenye işleminden elde edilen fazla cilalar veya yağlar geri kazanılır ve yeniden kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Atık oluşumunun azaltılması ve cila veya yağ tüketiminin azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Artan kaynak verimliliği.

Örnek tesisler

Tesis IT-2 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.9.7 Tehlikeli atık olarak uygun geri kazanım veya bertaraf için koruyucu madde ile işlenmiş ahşap atıkların toplanması

Açıklama

İşlenmiş kereste atıkları toplanır ve enerji geri kazanımı için gönderilir (bk. Madde 15.4.9.5) veya tehlikeli atık olarak bertaraf edilir.

Örnek tesisler

Tesisler DE-5, DE-9, DE-8, DK-1, FI-1, FR-5, FR-1, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 ve UK-4 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.9.8 Tehlikeli atık olarak uygun şekilde bertaraf edilmek üzere koruyucu kalıntıların ve çamurların toplanması

Açıklama

İşleme kimyasallarının depolandığı veya işlendiği alanlardan toplanan, işleme kimyasallarından damlamalar ve dökülmeler, muhafazalı/setlerle çevrili ve kapalı alandaki sızdırmaz yüzey boyunca akar.

işleme sistemine geri dönüştürülmeden önce bir haznede toplanacak çalışma alanı. İşleme kimyasallarının topladığı iri tanecikler ve odun lifleri nedeniyle hazne tabanında oluşan çamur periyodik olarak uzaklaştırılmakta ve tehlikeli atık olarak bertaraf edilmektedir.

Teknik Açıklama

İşleme kimyasallarının bulunduğu haznede biriken atık çamur, fiziksel yollarla çıkarılır ve daha sonra tehlikeli atık olarak uygun şekilde bertaraf edilmeden önce sızdırmaz hale getirilip depolanan varil gibi muhafazalara yerleştirilir.

Sağlanan çevresel faydalar

İşleme kimyasallarının muhafazalı/setlerle çevrili çalışma alanının dışına salınmasını önler.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çamur, koruyucu toplama haznesinde biriktirilir ve bu haznenin kapasitesini sınırlar. Yüksek çamur hacimleri, işleme sistemine transfer riskini ve ortaya çıkabilecek ilgili operasyonel sorunları artırır.

Örnek tesisler

Tesisler DE-6, DE-5, DE-8, FI-1, FR-5, FR-1, IT-2, IT-1, PL-1, SE-2, SE-3, UK-1, UK-2, UK-3 ve UK-4 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[UK yorumu #167 [212, TWG 2018]] [236, TWG 2017]

15.4.10 Su / Atık su yönetimi

15.4.10.1 Temiz, kirlenmemiş yağmur suyu veya yüzeyden akan suyun ayrılması

Açıklama

Temiz, kirlenmemiş yağmur ve yüzeyden akan su, işleme kimyasallarının depolandığı veya işlendiği alanlardan ve taze işlenmiş ahşabın depolandığı alanlardan ve drenaj kanalları, dış bordür bentleri, oluklu çatı kaplama ve kalıcı hava koruması kullanılarak kirli sudan ayrı tutulur.

Teknik Açıklama

Temiz, kirlenmemiş yağmur suyunun veya yüzeyden akan suyun, tesisin koruyucu maddelerle ve/veya koruyucu madde ile kontamine olmuş bölgeleriyle temasının dışında tutulması, bu suyun tesisten veya herhangi bir ekipmandan uzağa yönlendirilmesi veya uzaklaştırılması sağlanır. Bu, asgari olarak aşağıdaki teknikler kullanılarak elde edilir:

a) Drenaj kanalı:
Tüm tesisin etrafındaki bir drenaj kanalı, yağmur ve yüzeyden akan suların tesis alanlarına girmesini ve dolayısıyla kirlenmesini engeller.

b) Dış bordür bendi:
Tüm tesisin veya tesis kısımlarının etrafındaki yükseltilmiş kenar, yağmurun ve yüzeyden akan suların tesis alanlarına girmesini ve dolayısıyla kirlenmesini engeller.

c) Çatı oluklu çatı kaplama:
Çatı, işleme kimyasallarının depolandığı veya işlendiği alanları (yani işleme kimyasalları depolama alanı, işleme, işleme sonrası koşullandırma ve ara depolama alanları, işleme kimyasalları için borular ve kanallar, kreozot (yeniden) koşullandırma tesisleri) yağmur suyundan korur.

Çatılardan akan su, çatı oluklarıyla toplanır ve potansiyel kirlilik kaynaklarından uzaklaştırılır.

d) İşlemede kullanılan ahşap koruyucu için BPR yetkilendirmesinde gerekli olması durumunda, işlenmiş ahşabın depolanması için hava koruması (ör. çatı kaplama, brandalar) kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Suya emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Mevcut tesisler için, drenaj kanallarının ve dış bordür bendinin uygulanabilirliği, tesis alanının büyüklüğü ile sınırlandırılabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Şiddetli yağış durumunda, toplanan potansiyel olarak kirlenmiş yağmur ve/veya yüzeyden akan suyunun fazla miktarı, işleme veya bertaraf ile ilgili olarak zorluklara yol açacaktır.

Örnek tesisler

BAT adaylarını uygulayan tesisler [236, TWG 2017]:

- Dış bordür bendi: UK-1, UK-2, UK-3, SE-2, SE-3, DE-9 ve IT-2.
- Çatılı işleme alanı: tesislerin çoğunluğu tarafından veri toplama aşamasında bildirilmiştir.

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.10.2 Yağ ayırıcıların, kanalların ve haznelerin düzenli olarak muayene edilmesi, boşaltılması ve temizlenmesi

Açıklama

Tesiste yer alan yer altı boru tesisatı, hazneler, kanallar ve yağ ayırıcılardan kaynaklanan sızıntıları en aza indirerek kirliliği önlemek için bir muayene ve bakım programı uygulanabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Yüzey sularına, yeraltı sularına ve toprağa emisyonların önlenmesi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler DE-6, DE-5, DE-9, DE-8, FR-5, FR-1, IT-2, PL-1, SE-2 ve UK-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.10.3 Potansiyel olarak kirlenen yağmur ve/veya yüzeyden akan suların toplanması

Açıklama

İşleme kimyasalları ile potansiyel olarak kirlenmiş alanlardan yüzeyden akan su ayrı olarak toplanır. Toplanan atık su ancak uygun önlemler alındıktan sonra boşaltılır [ör. izleme (bk. Madde 15.4.12), işleme (bk. Madde 15.4.10.6), kullanım (bk. Madde 15.4.10.4)].

Sağlanan çevresel faydalar
Suya emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler
Tesisler DE-6, DE-5, DE-9, PL-1, UK-1, IT-2, FR-1, FR-2, FR-5 ve SE-2 [236, TWG 2017]

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.10.4 Potansiyel olarak kirlenmiş, yüzeyden akan suyun kullanımı

Açıklama

Toplandıktan sonra potansiyel olarak kirlenen, yüzeyden akan su, su bazlı ahşap koruyucu solüsyonların hazırlanması için kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar
Suya emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Sadece su bazlı işleme kimyasalları kullanan tesisler için geçerlidir. Uygulanabilirlik, kullanım amacına yönelik kalite gereklilikleri ile sınırlandırılabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Azaltılmış su tüketimi.

Örnek tesisler
Tesisler DE-6, DE-5, DE-9, PL-1, UK-1, IT-2, FR-1, FR-2, FR-5 ve SE-2 [236, TWG 2017]

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.10.5 Temizleme suyunun yeniden kullanımı

Açıklama

Ekipman ve konteynerleri yıkamak için kullanılan su geri kazanılır ve su bazlı ahşap koruyucu solüsyonların hazırlanmasında yeniden kullanılır.

Teknik Açıklama
İşleme kimyasallarının kalıntılarını içeren ekipman ve konteynerler durulanır ve temizlenir.

İşleme ekipmanının temizliğine ilişkin olarak, temizleme suyunun hacmini azaltmak için etkili temizleme yöntemleri (ör. döner püskürtme başlığı başlıkları veya benzer araçlar) kullanılır [235, UK DEFRA 2013]. Temizleme suyu geri kazanılır ve su bazlı ahşap koruyucu solüsyonların hazırlanmasında tekrar kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar

- Azaltılmış temizleme suyu hacmi.
- Suya emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Sadece su bazlı işleme kimyasalları kullanan tesisler için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Azaltılmış su tüketimi.

Referans literatür

[235, UK DEFRA 2013]

15.4.10.6 Atık suyun/toplanan potansiyel olarak kirlenmiş yağmur suyunun ve yüzeyden akan suyun işlenmesi

Açıklama

Toplanan, yüzeyden akan suda ve/veya temizleme suyunda kirlenme tespit edildiğinde veya beklendiğinde ve suyun kullanımının mümkün olmadığı durumlarda, atık su uygun bir atık su işleme tesisinde (saha içinde veya dışında) işlenir.

Teknik Açıklama

Atık suyun işlenmesi hakkında daha fazla bilgi için CWW BREF'e [31, COM 2016] bakınız.

Örnek tesis: UK-1 (karma: WB ve C tesisi) [236, TWG 2017]

Sahanın tamamından gelen su boşaltılmadan önce toplanmakta ve işlenmektedir. Atık su işleme tesisinde, atık bir tutma tankına alınır ve ardından, sahadan Güney Kırk Ayaklık Drenajı besleyen şehir kanalizasyonuna boşaltılmaya uygun olmasını sağlamak için bir dizi işlem aşamasından geçirilir. Genel kanalizasyonuna deşarj yoktur [Tesis BK-1 [236, TWG 2017]].

Sağlanan çevresel faydalar

Suya emisyonların azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Örnek tesis, Tablo 15.21'de sunulduğu gibi kendi bünyesindeki atık su işleme tesisinden suya emisyonlarla ilgili verileri sağlamıştır. Uygunluğun izlenmesi için ölçümler yapılır. Ölçümlerle ilgili bağlamsal bilgi sunulmamıştır (ör. sıklık, izleme standartları/yöntemleri ve ölçümlerin belirsizliği).

Tablo 15.21: Karma bir WPC tesisi tarafından 2016 için bildirilen su emisyonları (sahada su bazlı ve kreozotla işleme)

Ölçülen parametre	Atık su akışı (m^3 / h)	Biyositler (mg/l)	Cu (mg/l)	Cr (mg/l)	TOC [solventler] (mg/l)	PAH'lar (mg/l)	Benzo[a]piren (mg/l)
Ortalama değer (izleme işlemi sırasında alınan numunelerin)	Nİ	Nİ	0,017	< 0,002	Nİ	0,059	< 0,01
İzleme işleminin süresi (saat)	Nİ	Nİ	4	4	Nİ	4	4
İzleme işlemi başına numune/ölçüm sayısı	Nİ	Nİ	20	20	Nİ	20	20
Not: NI: Bilgi verilmemiştir. *Kaynak:* [Tesis UK-1 [236, TWG 2017]]							

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler
Tesisler DE-8, FR-1, IT-2 ve UK-1 [236, TWG 2017]

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.10.7 Atık suyun bertarafı, toplanan potansiyel olarak kirlenmiş yağmur suyu ve tehlikeli atık olarak yüzeyden akan su

Açıklama

Toplanan yüzey akış suyunda ve/veya temizleme suyunda kirlenme tespit edildiğinde veya beklendiğinde ve suyun işlenmesinin veya kullanılmasının mümkün olmadığı durumlarda, toplanan yüzey akış suyu ve/veya temizleme suyu bertaraf edilir. tehlikeli atık olarak

Sağlanan çevresel faydalar
Suya emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler
Tesis PL-1 [236, TWG 2017]

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.10.8 İşleme tankının basıncının düşürülmesi ve vakum periyotlarından ve kreozot yenilemesinden kaynaklanan kondensatların toplanması ve işlenmesi

Açıklama

Kondensatlar toplanır, çökelmeleri sağlanır ve aktif karbon veya kum filtresinde işlenir. İşlenen su ya yeniden kullanılır (kapalı devre) ya da genel kanalizasyon sistemine boşaltılır. Alternatif olarak, toplanan yoğuşmalar tehlikeli atık olarak bertaraf edilebilir [230, VDI 2014] [231, Almanya 2013] [DE yorumu #381 [212, TWG 2018]].

Teknik Açıklama

Emprenye yağları (kreozot) kullanan basınçlı işleme tesislerinde, işleme tankının basıncının düşürülmesi ve vakum periyotları sırasında kondensat formunda (ör. damlacık ayırıcılardan) atık su akışları üretilir. Bu kondensatlar toplanır, çökelmeleri sağlanır ve aktif karbon veya kum filtresinde işlenir. İşlenen su ya yeniden kullanılır (kapalı devre) ya da genel kanalizasyon sistemine boşaltılır [230, VDI 2014] [231, Almanya 2013].

Sahada suda çözünür tuz konsantreleri veya emülsiyonları kullanılıyorsa, işlenmiş atık su yeniden sirküle edilebilir. Atık su işleme sahada yapılıyorsa, bir depolama tankı, yüzdürme ve kimyasal işlemeden/çökeltmeden oluşur.

İşleme işleminden önce 'kreozot koşullandırma aşaması' sırasında meydana gelen işlem kondensatları, otoklavların vakum/basınç giderme aşamasından gelen kondensatlarla aynı şekilde toplanabilir ve işlenebilir.

Tasarımlar değişebilir, ancak kontrol teknikleri genellikle tesis sınırları içinde bir kondensat geri dönüş sistemine sahip kapalı devre ve güvenli sistemleri içerir. Kondensat/su kaynatılabilir ve buharı geri kazanılabilir ve yüksek sıcaklık (> 850 °C) veya buhar temizleme sistemleri [243, EOS 2016] yoluyla bertaraf edilebilir.

Atık su işlemeden kaynaklanan atık gaz, örneğin aktif karbon ile temizlenir. Bu amaçla, atık su işleme sonucunda çıkan atık gaz, kreozot işleme sonucunda çıkan atık gazla birleştirilebilir ve her iki akış birlikte işlenebilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Suya emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler

Tesisler DE-5, DE-8, FR-1, PL-1, UK-1 (işleme tankının basınçsızlaştırılması ve vakum periyotları ile toplama) [236, TWG 2017].

Referans literatür

[230, VDI 2014] [231, Almanya 2013] [243, EOS 2016] [236, TWG 2017] [DE yorumu #381 [212, TWG 2018]]

15.4.11 Enerji yönetimi ve verimlilik

15.4.11.1 Termal oksidasyon yoluyla atık gazlardan ısı geri kazanımı

Açıklama

Termal oksitleyicilerden çıkan atık ısı, buhar üretimi için suyu önceden ısıtmak üzere ısı eşanjörleri aracılığıyla kullanılır.

Teknik Açıklama

Isı geri kazanımı hakkında daha fazla bilgi için bk. ENE BREF [109, COM 2009].

Örnek tesis: DE-1 (karışık: WB ve C tesisi) [231, Almanya 2013]

Tesis DE-1'in düzeni ve daha fazla teknik bilgi için, Şekil 15.30 kreozot işleminin şemasını göstermektedir.

Sağlanan çevresel faydalar

Enerji tüketiminin azaltılması.

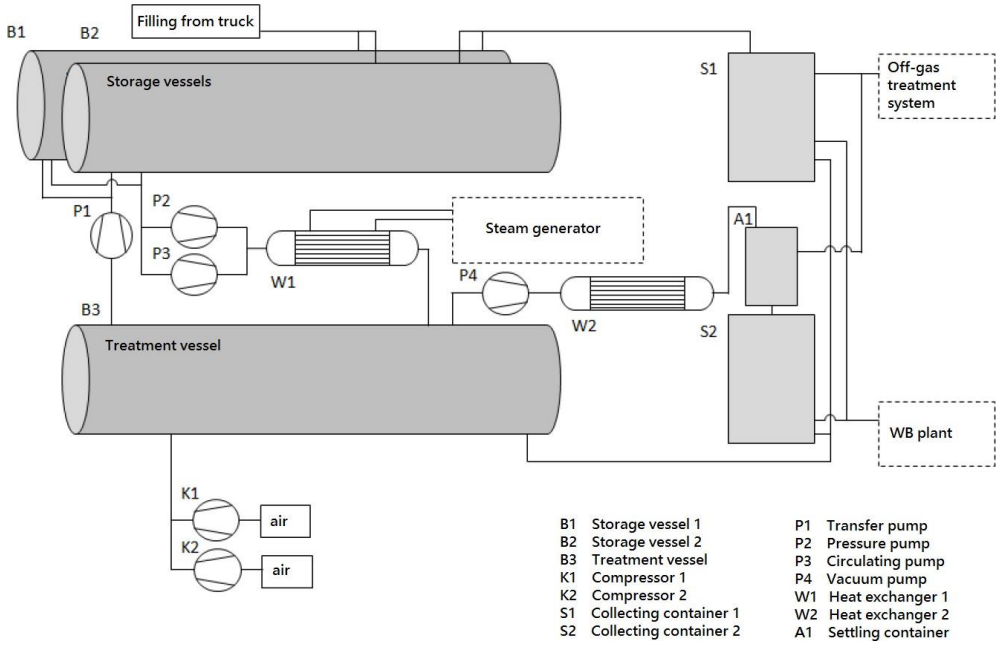
Çevresel performans ve operasyonel veriler

Örnek tesis: DE-1 (karışık: WB ve C tesisi) [231, Almanya 2013]

Şirket doğal gazının yaklaşık %98'i (1 440 000 kWh/yıl) buhar üretimi için kullanılmaktadır. Buhar jeneratörü 9,2 t/h kapasiteye sahiptir. Gerçek buhar üretimi yaklaşık 3,25 t/h'dir. Termal çıkış gazı işleme sisteminin ısı eşanjörü vasıtasıyla besleme suyunun sıcaklığı 80 °C'ye yükseltilir ve 3,0 kW'lık bir besleme pompası ile buhar jeneratöründe 9 bar'lık bir basınca ulaşılır. Brülör üzerindeki fan 7,0 kw, buharı dağıtan sirkülasyon pompası 1,09 kw güce sahiptir.

Kondensatlar toplanır, işlenir ve bir kondensat pompası (0,55 kW) vasıtasıyla sisteme geri verilir.

Buhar, kreozotun ısıtılması ve sabitleme sisteminde buharla sabitleme için kullanılır. Buhar üreticisinin hava emisyon değerleri bir kez ölçülmüştür (ancak bu artık yetkili makam tarafından istenmemektedir).



Kaynak: [231, Almanya 2013]

Şekil 15.30: DE-1 Tesisi Şeması

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Enerji maliyetlerinin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesis DE-1 [231, Almanya 2013].

Referans literatür

[109, COM 2009], [231, Almanya 2013]

15.4.11.2 Değişken pompa kontrolü

Açıklama

Gerekli çalışma basıncına ulaşıldıktan sonra işleme sistemi, basınçlı işlemlerde (otoklavlar) gücü ve enerji tüketimi azaltılmış bir pompaya geçer.

Teknik Açıklama

Nispeten yüksek güce sahip bir basınç pompası, işleme tankında istenen çalışma basıncını elde etmek için kullanılır. Çalışma basıncına ulaşıldıktan sonra, sistem daha düşük güçte daha enerji verimli bir basınç pompasına geçer.

Sağlanan çevresel faydalar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Operatör, enerji tüketiminde %25'lik bir azalma tahmin etmektedir (6 000 kWh/yıl/pompa).

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Salınımlı basınç süreçlerinde uygulanabilirlik sınırlı olabilir.

Ekonomik yönler

Yatırım maliyetleri: yaklaşık 5 000 Avro (2011'de Almanya'daki endüstriyel müşteriler için ortalama elektrik fiyatı üzerinden geri ödeme süresi (0,113 Avro/kWh): yaklaşık 7 yıl).

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Enerji tüketiminin azaltılması (maliyet tasarrufu).

Örnek tesisler

Tesisler DE-1 [231, Almanya 2013] ve PL-1, UK-3, UK-4, IT-1, SE-2, SE-3, FR-4, FI-1, DE-5, DE-6, DE-8 ve DE-9 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[231, Almanya 2013] [Yorum #409 [212, TWG 2018]] [236, TWG 2017]

15.4.12 İzleme

15.4.12.1 Atık su ve yüzeyden akan suyun izlenmesi

Açıklama

İşleme sürecinde tekrar kullanılmayan atık su ve yüzeyden akan sular, ilgili kirleticilerin, yani koruyucu madde tipine bağlı maddeler ve işlemede kullanılan biyositler, örneğin solventler, spesifik aktif maddeler, metaller açısından analiz edilir.

Teknik Açıklama

Bir Üye Devlet, belirli akış eşiklerinin aşılması durumunda (15 m^3/saat, 300 m^3/gün veya 7 500 m^3/yıl) atık suyu en az yılda bir kez izlemenin yasal bir zorunluluk olduğu bilgisini vermiştir. Bununla birlikte, bu Üye Devletteki tesislerin hiçbiri veri toplama sürecinde yer almamıştır; bu nedenle izlemeyle ilgili daha fazla bilgi mevcut değildir [247, Belçika 2014].

Emisyonların izlenmesi, EN standartlarına göre veya EN standartları mevcut değilse, eşdeğer bilimsel kalitede verilerin sağlanmasını temin eden ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Suya emisyonların kontrolü, atık su işleme tesisinin düzgün çalışmasının sürdürülmesi ve kazara salınımların tespiti.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Atık su ve yüzeyden akan suyun izlenmesine ilişkin mevcut bilgiler (veri toplama sürecine katılan tesislere dayalı olarak) aşağıdaki Tablo 15.22'de özetlenmiştir.

Tablo 15.22: Atık su ve yüzeyden akan suların izlenmesine ilişkin bilgiler

Tesis	Tesis tipi	İzleme sıklığı	İzlenen parametreler
UK-1	Karma: WB+C	Uyumluluk izleme Periyodik	Cu, Cr, PAH'lar, benzo(a)piren
SE-1	Su bazlı (WB)	Yılda iki kez	Cu, Cr, As, PAH'lar, benzo(a)piren, HOI (yağ)
DE-5	Kreozot (C)	Uyumluluk izleme Periyodik	Cu, Cr, PAH'lar, benzo(a)piren, HOI (yağ), en az uçucu lipofilik maddeler, fenol indeksi, KOİ
DE-6	Su bazlı (WB)	Yılda dört kez	Cu
Kaynak: [236, TWG 2017]			

Çapraz ortam etkileri

İzlemenin gerçekleştirilmesi için bazı ekipman, yardımcı malzemeler ve enerji gereklidir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Atık su ve yüzeyden akan suların izlenmesi ile ilgili maliyetler; numune alma ve ölçüm sürecinde yer alan/kullanılan personel ve ekipmanlara yöneliktir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler

Tesisler DE-6, DE-5, IT-2, IT-1, SE-2, SE-1, SE-3, UK-1 ve FR-2 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017] [247, Belçika 2014]

15.4.12.2 Toprağın izlenmesi

Açıklama

Toprağa emisyonların düzenli olarak izlenmesi.

Teknik Açıklama

2017 yılında veri toplama sürecine katılan tesislerden beşi (PL-1, UK-1, UK-2, UK-3 ve UK-4), toprak kirliliğinin "gerektiğinde", 5 yılda bir veya 10 yılda bir olmak üzere düzenli olarak izlendiğini doğrulamıştır.

Örnek tesis: PL-1 [236, TWG 2017]

5 yılda bir toprak izlemesi yapılır ve topraktaki metaller, Cu, Cr, benzo[a]piren, stiren, toluen, ksilen, aromatik hidrokarbonlar, madeni yağ, fenol, naftalin ve toplam PAH içerikleri belirlenir (mg/kg cinsinden). Tesis, sahadaki tarihi toprak ve yeraltı suyu kirliliğini tespit etmiştir (2015'teki temel çalışma).

Sağlanan çevresel faydalar

Toprağa emisyonların kontrolü ve kazara salınımların tespiti.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Toprağın izlenmesine ilişkin mevcut bilgiler (veri toplamada yer alan bitkilere dayalı olarak) aşağıdaki Tablo 15.23'te özetlenmiştir.

Tablo 15.23: Toprak kirliliğinin izlenmesine ilişkin bilgiler

Tesis	Tesis tipi	İzleme sıklığı	İzlenen parametreler (birim)
PL-1	Karma: WB+C	5 yılda bir	Metaller, Cu, Cr, benzo[a]piren, stiren, toluen, ksilen, aromatik hidrokarbonlar, mineral yağ, fenol, naftalin, toplam PAH'lar
UK-1	Karma: WB+C	Gerektiğinde	Nİ
UK-2	Su bazlı (WB)	10 yılda bir	Biyositler (mg/kg)
UK-3	Su bazlı (WB)	10 yılda bir	Biyositler (mg/kg)
UK-4	Su bazlı (WB)	10 yılda bir	Cu, nitrate, 2-aminoethanol (konsantrasyonlardaki değişimi göstermek için izlenir)
Kaynak: [236, TWG 2017]			

Çapraz ortam etkileri

İzlemenin gerçekleştirilmesi için bazı ekipman, yardımcı malzemeler ve enerji gereklidir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Toprağa emisyonların izlenmesi ile ilgili maliyetler, numune alma ve ölçüm için kullanılan personel ve ekipmanla ilgilidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler

Tesisler DE-5, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, PL-1, SE-2, UK-1, UK-2, UK-3 ve UK-4 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.12.3 Yeraltı suyu kalitesinin izlenmesi

Açıklama

Yeraltı suyu kalitesinin düzenli olarak izlenmesi.

Teknik Açıklama
2017 yılında veri toplama çalışmasına katılan tesislerden 14'ü, yeraltı suyu kalitesinin 2 ila 5 yılda bir olmak üzere düzenli olarak izlendiğini doğrulamıştır. Yeraltı suyunun izlenmesinde kullanılan numune alma veya ölçüm standartları hakkında herhangi bir bilgi sunulmamıştır. Üç tesis, toprağa ve yeraltı suyuna potansiyel emisyonları kontrol etmek için kurulu piyezometrelere sahip olduklarını bildirmiştir.

Piyezometreler numune alma noktasındaki yeraltı suyu seviyesini ölçmek için kullanılır. Kurulması gereken piyezometrelerin sayısı ve yeri, karmaşık akiferlerin hareket yönünü takip etmek amacıyla tesisin özelliklerine göre belirlenir (ör. bir yukarı akış ve iki aşağı akış piyezometresi) [EPF yorumu #42, [212, TWG 2018]].

Emisyonların izlenmesi, EN standartlarına göre veya EN standartları mevcut değilse, eşdeğer bilimsel kalitede verilerin sağlanmasını temin eden ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Yeraltı suyu kalitesinin kontrolü ve kazara salımların tespiti.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Yeraltı suyu kalitesinin izlenmesine ilişkin mevcut bilgiler (veri toplamaya katılan tesislere dayalı olarak) aşağıdaki Tablo 15.24'te özetlenmiştir.

Tablo 15.24: Yeraltı suyunun izlenmesine ilişkin bilgiler

Tesis	Tesis tipi	İzleme sıklığı	Parametreler (birim)
DK-1	Su bazlı (WB)	Yıllık	Cu, Cr, As, B (µg/l)
UK-2	Su bazlı (WB)	Nİ	Azoller, piretroidler
UK-3	Su bazlı (WB)	2 yılda bir	Biyositler (µg/l), KOİ
UK-4	Su bazlı (WB)	5 yılda bir	Cu, nitrat, 2-aminoetanol (varyasyonları göstermek için izlenir)
SE-2	Su bazlı (WB)	Yılda iki kez	As, Cu, Cr
SE-1	Karma: WB+C	Yılda iki kez	Cu, Cr, PAH'lar, benzo[a]piren, HOI (yağ)
FR-3	Su bazlı (WB)	Yılda iki kez	Propikonazol (%)
FR-4	Su bazlı (WB)	Yılda iki kez	Tebukonazol propikonazol, permetrin, sipermetrin, Cu (µg)
FR-1	Kreozot (C)	Yılda iki kez	PAH'lar, benzo[a]piren (µg/l)
FI-1	Su bazlı (WB)	3 yılda bir	As, Cu, Cr
DE-9	Karma: WB+C	Yıllık (gelecekte 2 yılda bir)	PAH'lar (uM/l) naftalin, BTEX (benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen toplamı), fenol, sülfat, nitrat, Fe (yalnızca bozunmanın devam ettiğini kanıtlamak için sülfat, nitrat ve Fe)
DE-6	Su bazlı (WB)	Yılda iki kez	Cu
FR-5	Su bazlı (WB)	Yılda iki kez	Nİ
FR-2	Karma: WB+C	Yılda iki kez	As, Cr, Cu, Hg
Kaynak: [236, TWG 2017]			

Çapraz ortam etkileri

İzlemenin gerçekleştirilmesi için bazı ekipman, yardımcı malzemeler ve enerji gereklidir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Yeraltı suyu kalitesinin izlenmesi ile ilgili maliyetler, numune alma ve ölçüm için kullanılan personel ve ekipmana yöneliktir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler

Tesisler DE-5, DE-9, FI-1, FR-5, FR-1, FR-3, FR-4, PL-1, SE-2, UK-1, UK-3, UK-4 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.12.4 WPC tesislerinin yakınında potansiyel alıcı yüzey sularının izlenmesi

Açıklama

WPC tesislerinin yakınında potansiyel alıcı yüzey sularının düzenli olarak izlenmesi.

Teknik Açıklama

Veri toplamaya katılan tesislerden üçü, WPC tesisi yakınında potansiyel alıcı yüzey suyuna sahiptir; ikisi yüzey suyu kütlelerinin düzenli olarak izlendiğini bildirmiştir. UK-1 Tesisindeki su, yetkili makam tarafından *geçici olarak* (ad hoc) kontrol edilir; SE-1 Tesisinde yılda iki kez izleme yapılmaktadır (izlemeyi kimin yaptığına dair herhangi bir bilgi bulunmamaktadır).

Sağlanan çevresel faydalar

WPC tesislerinin yakınındaki potansiyel alıcı yüzey sularına emisyonların kontrolü.

Çapraz ortam etkileri

İzlemenin gerçekleştirilmesi için bazı ekipman, yardımcı malzemeler ve enerji gereklidir.

Ekonomik yönler

İzleme ile ilgili maliyetler, numune alma ve ölçümde yer alan personel ve kullanılan ekipmanla ilgilidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel risklerin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesisler SE-2 (ankette bilgi sunulmamıştır), SE-1 ve UK-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.12.5 Atık gazlardaki emisyonların izlenmesi

Açıklama

Atık gazlardaki emisyonların düzenli olarak izlenmesi.

Teknik Açıklama

İlgili parametrelerin izlenmesi, çevrimiçi ölçümlerle (hızlı müdahale ve kontrolü kolaylaştıran) veya hava numunelerinden elde edilen analitik sonuçlarla gerçekleştirilebilir. İzlenecek parametreler ve izleme sıklığı, kullanılan işlem ve malzeme tipinin özelliklerine ve WPC tesisinde uygulanan azaltma tekniklerine bağlıdır.

2017 yılında veri toplama sürecine katılan tesislerden altısı (SE-1, UK-1, DE-9, FR-1, PL-1 ve DE-5), hava emisyonlarının yıllık veya 3 yılda bir izleme sıklıkları ile düzenli olarak izlendiğini doğrulamıştır.

Ek olarak, TVOC emisyonları, atık gaz işleme sisteminin doğru çalışmasını sağlamak için sürekli olarak izlenebilir (ör. sistemin azaltma verimliliğine dayalı olarak malzemenin yüklenmesini erken bir aşamada belirlemeye yönelik bir aktif karbon filtre için). Ancak, WPC veri toplamaya katılan tesisler için bu konuda herhangi bir bilgi sunulmamıştır.

Emisyonların izlenmesi, EN standartlarına göre veya EN standartları mevcut değilse, eşdeğer bilimsel kalitede verilerin sağlanmasını temin eden ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Atık gazlardaki emisyonların kontrolü, çıkış gazı işleme sisteminin düzgün çalışmasının sürdürülmesi ve kazara salınımların tespiti.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Atık gazlardaki emisyonların izlenmesine ilişkin mevcut bilgiler (veri toplamaya katılan tesislere dayalı olarak) aşağıdaki Tablo 15.25'te özetlenmiştir.

Tablo 15.25: Atık gazlardaki emisyonlar için uygulanan izlemeye ilişkin bilgiler

Tesis	Tesis tipi	Amaç	İzlenen parametreler (birimler)
SE-1	Karma: WB+C	Uyumluluk izleme NO x / CO: 3 yılda bir sürekli	TVOC (mg C/Nm3) PAH'lar (mg /Nm3) PCDD/PCDF (TCSS-ekv I-TEQ) (mg/saat) NO x, CO (mg/Nm3) O_2 (%)
UK-1	Karma: WB+C	Uygunluk izleme Yıllık	PAH'lar (naftalin dahil) (mg/Nm³) Toplam VOC'ler (mg/Nm3)
DE-9	Karma: WB+C	Uygunluk izleme 3 yılda bir	Atık gaz akışı (Nm ^{3} / saat) TVOC (mg C / Nm ^{3}) NO x, CO (mg / Nm ^{3}) O_2 (%)
FR-1	Kreozot (C)	Uygunluk izleme Yıllık	Atık gaz akışı (Nm ^{3} / saat) TVOC (mg C / Nm ^{3}) PAH'lar (mg / Nm ^{3}) Naftalin (mg / Nm ^{3}) Benzen (mg / Nm ^{3})
PL-1	Karma: WB+C	Uygunluk izleme Yıllık	TVOC (mg C/Nm^3)
DE-5	Kreozot (C)	Uygunluk izleme 3 yılda bir	Benzen (mg /Nm3) Benzo (a) piren (mg / ^{m3}) Fenoller (mg /m3)
Kaynak: [236, TWG 2017]			

Çapraz ortam etkileri

İzlemenin gerçekleştirilmesi için bazı ekipman, yardımcı malzemeler ve enerji gereklidir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Atık gazlardaki emisyonların izlenmesi ile ilgili maliyetler, numune alma ve ölçümde yer alan personel ve kullanılan ekipmana yöneliktir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler

Tesisler DE-9, DE-5, FR-1, PL-1 ve UK-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.13 Çıkış gazı çıkarma ve işleme

15.4.13.1 Kreozot (yeniden) koşullandırma alanı için buhar emisyon kontrolü

Açıklama

Kreozot (yeniden) koşullandırma alanının çıkış gazı ekstraksiyonu ve aktif karbon veya bir termal oksitleyici ile işlenmesi ile çevrelenmesi.

Bu süreçten çıkan buhar emisyonları, kondensat toplama sistemine bağlanır [243, EOS 2016].

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya emisyonların azaltılması.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Tesisler DE-5, FR-1 ve UK-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017] [243, EOS 2016]

15.4.13.2 Sıcak-soğuk banyo kreozot işlemi için egzoz gazı yakalama

Açıklama

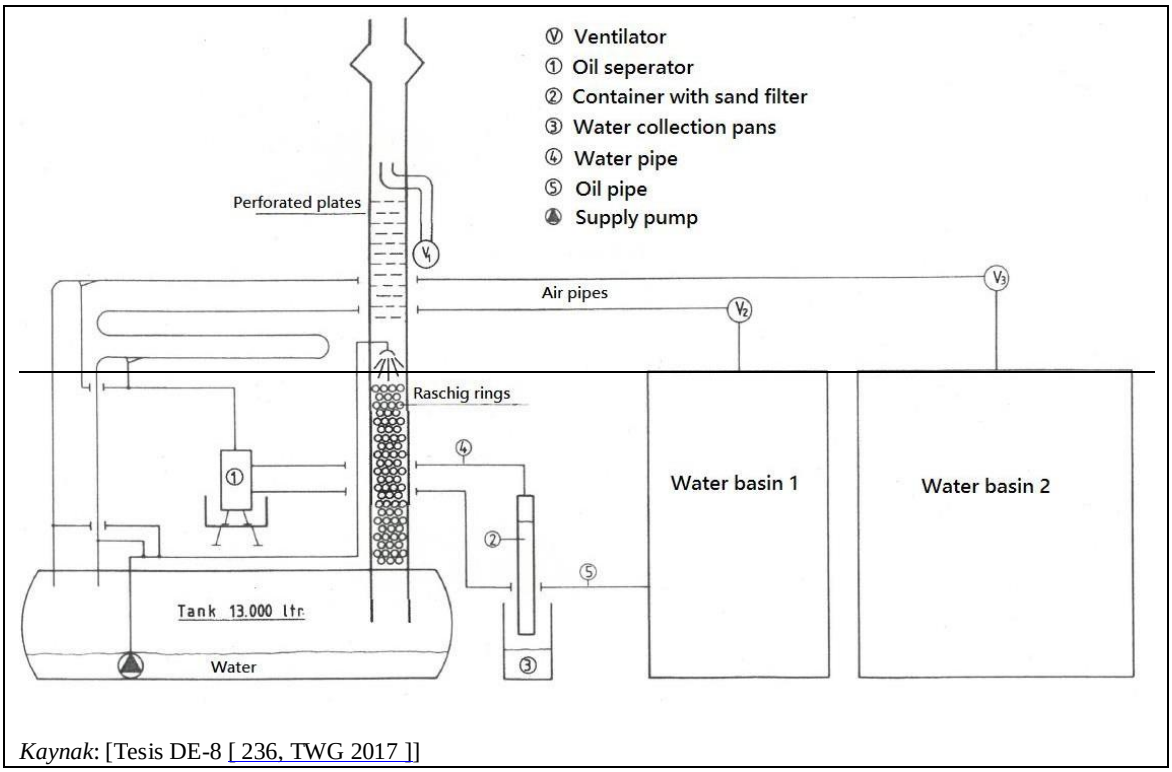
Yükleme/boşaltma için kapıları açılan bir mahfaza, emprenye tankını kaplar ve tüm işleme süreci boyunca emisyonları yakalar: emprenye, yükün kaldırılması ve soğutma.

Emisyonlar, kereste ortam sıcaklığına dek soğuyana kadar çıkarılır. Çıkış gazları, örneğin bir egzoz gazı yıkayıcı veya aktif karbon filtresi gibi hava kirliliği kontrol cihazına yönlendirilir.

Teknik Açıklama

Emprenye işlemi ve soğutma aşamasında, sıcak-soğuk banyolu işleme tankı hareketli bir üst kapakla kapatılır ve kapalı tanktan atık gaz daha ileri işleme için toplanır (ör. yıkayıcı) [231, Almanya 2013].

Çıkarılan emisyonlar bir yıkayıcı (yıkayıcı) tarafından azaltılır (bk. Şekil 15.31).



Kaynak: [Tesis DE-8 [236, TWG 2017]]

Şekil 15.31: Sıcak-soğuk banyolu kreozot işleme tesisinde kurulan emisyon azaltma sisteminin (yıkayıcı) şeması

Sağlanan çevresel faydalar

- Dağınık emisyonların azaltılması/yakalanması.
- Özellikle VOC'ler ve PAH'lar olmak üzere havaya emisyonların azaltılması.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Tesis DE-8 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[231, Germany 2013] [236, TWG 2017]

15.4.13.3 Yayılan ekipman veya işlemlerin muhafazası ve çıkış gazlarının ekstrasyonu

Açıklama

Kreozot ve/veya solvent bazlı işleme kimyasalları kullanan tesislerin yayan ekipmanının veya süreçlerinin (ör. depolama ve emprenye tankları, basınçsızlaştırma, kreozotla yeniden koşullandırma) muhafazası ve çıkış gazlarının ekstraksiyonu ve ardından işleme.

Teknik Açıklama

Kreozot ve/veya solvent bazlı işleme kimyasalları kullanılarak emprenye işlemi sırasında, emprenye, ön ısıtma ve depolama tanklarından hava uzaklaştırılır. Bu hava kirlidir ve bir atık gaz işleme tekniği ile toplanmalı ve işlenmelidir.

Kaçak emisyonları azaltmak için emprenye tanklarının ağzı etrafındaki alan da bir muhafaza (bina) ile kapatılabilir. Tankların açılması sırasında ve sonrasında, çıkan hava mahfazanın üst kısmında toplanır ve bir çıkış gazı işleme sisteminde işlenir. Tankların ağzı kapalı ise, iş sağlığı ve güvenliği nedenlerinden dolayı tankların mahfaza dışından da açılabilmesi mümkün olmalıdır. Ayrıca, çalışma alanının hafif atmosfer altı (negatif) basınçla (azaltma sistemine gönderilen atık gaz) çevrelenmesi (bina) kaçak hava emisyonlarını azaltabilir.

Örnek tesis: DE-1 (karışık: WB ve C tesisi) [231, Almanya 2013]
İşleme tankından çıkarılan veya vakum pompası P4 (18,5 kW) tarafından dışarı pompalanan hava, bir ısı eşanjörü W2 tarafından soğutulur ve çökeltme konteyneri Al'de toplanır. Gaz fazı çökeltme tankından termal çıkış gazı işleme sistemine geçirilir. Su ve katran yağından oluşan mevcut sıvı faz, bir toplama konteyneri S2 içinde geçici olarak depolanır. Sulu faz, su bazlı ahşap koruyucu çözeltilerin hazırlanmasında (yani Korasit CK'nin üretim hattında) yeniden kullanılabilir. Katran yağı, işleme tankındaki bir vakum aracılığıyla sisteme geri emdirilir (ayrıca bk. Şekil 15.25).

Sağlanan çevresel faydalar

Dağınık emisyonların azaltılması/yakalanması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Madde 15.4.13.4 ila 15.4.13.8'deki çıkış gazı işleme tekniklerini kullanan tüm tesisler.

Referans literatür

[231, Germany 2013] [236, TWG 2017]

15.4.13.4 Termal oksidasyon

Açıklama

Çıkan gazları hava veya oksijen ile bir yanma odasında kendi kendine tutuşma noktalarının üzerine kadar ısıtarak ve VOC'lerin karbon dioksit ve suyla yanmasını tamamlamaya yetecek kadar yüksek sıcaklığı koruyarak VOC'lerin oksidasyonu. Egzoz ısısı, ısı eşanjörleri vasıtasıyla geri kazanılabilir.

Teknik Açıklama

Kömür katranı yağı emprenye tanklarından çıkan işlem gazı, bir termal oksitleyiciye beslenir. İşlem gazındaki organik bileşenler 750 °C sıcaklıkta doğal gaz ile oksitlenir. Egzoz ısısı, ısı eşanjörleri vasıtasıyla geri kazanılabilir.

Kreozot emprenye tesisinin tanklarından çıkan egzoz gazları termal oksidasyona beslenir (bk. VDI 2442 [260, VDI 2014]). Egzoz gazındaki organik bileşenler yakılır. Termal oksitleyici, CO_2 ve suda neredeyse tam yanma sağlamak amacıyla, egzoz gazındaki yanıcı gazların ve aromatik maddelerin oksitlenmesi işlemini; hava veya oksijenin kirleticilerle karışımının, bir yanma odasında kendiliğinden tutuşma noktasının üzerinde olacak kadar uzun süre doğal gazla ısıtıldığı durumda gerçekleştirir [231, Almanya 2013]

Örnek tesis: DE-1 (karışık: WB ve C tesisi) [231, Almanya 2013]

Termal oksidasyon, 750 °C sıcaklıkta doğal gazla çalışır. Sıcak egzoz gazı, yanma havasını önceden ısıtmak ve ayrıca buhar üreteci için buhar üretmek amacıyla suyu 80 °C'ye kadar ısıtmak için kullanılır. Termal oksitleyici, yalnızca işlem gazı kreozot üretim hattının tanklarından emilerek çıkarıldığında veya yer değiştirdiğinde çalışır. Bu amaçla sistem 750 °C'de 15 dakika ısıtılır. İşlem gazı 15 dakika süreyle sisteme üflenir. Diğer 15 dakikada, aşırı hızlı soğutmayı önlemek için sıcaklık kontrol edilir ve kademeli olarak düşürülür. İşlem gazının oksitlenmesi için besleme borusu bir yangın emniyet cihazı ile donatılmıştır.

Brülör havalandırmasının kapasitesi 0,76 kW ve egzoz fanının kapasitesi 0,76 kW'dır.
7,5 kW. Termal oksidasyonun ısı eşanjöründen biriken sıcak su, bir kondenser pompası (0,46 kW) tarafından buhar çevrim sistemine geri döndürülür ve ısıl işlemde 80 °C'ye ısıtılır. Termal oksidasyonun egzoz gazı düzenli aralıklarla kontrol edilir (§ 28 BIMSchG'ye göre ölçüm).

Sağlanan çevresel faydalar

Hava emisyonlarının azaltılması (VOC'ler, PAH'lar ve koku).

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Tablo 15.26'daki değerler tipik bir ölçüm protokolünden alınmıştır (normal çalışma koşulları, termal oksidasyonun göstergesi, kütle konsantrasyonu, kuru egzoz gazına yönelik, standart koşullar, 273 K, 101,3 kPA, ayarlanan referans oksijen seviyesinin olmaması, ölçüm doğruluğu: ± % 5) [231, Almanya 2013].

Tablo 15.26: Kreozot (kömür katranı yağı) emprenye tesisi DE 1'de termal oksidasyondan sonra bildirilen emisyon değerleri

Parametre	Yarım saat ortalama değerler	Sınır değerler (işletme izni)	Numune alma noktası	Ölçüm prosedürü
CO	49 mg/m^3	100 mg/m^3	Numune alma noktası, egzoz kanalında ([1]) doğrudan fanın önünde yer alır.	VDI 2459, Bölüm 6 uyarınca 6
NO_X	104 mg/m^3	200 mg/m^3		VDI 2456, Bölüm 9 uyarınca
Toplam C	14 mg/m^3	50 mg/m^3		VDI 3481, Bölüm 1 ve EN 12619
Benzo[a]piren	< 0,002 mg/m^3	0,1 mg/m^3		DIN EN 1948'e göre numune alma ve VDI 3873, Bölüm 1'e göre analiz

([1]) Numune alma noktası, VDI 2066 Bölüm 1'de tavsiye edilen bir husus değildir. Uygulamayla ilgili nedenlerden dolayı giriş ve çıkış koşullarına uyulmaz. Elde edilen sonuçlar, 24.07.2002 tarih ve 5.3.2.2 No.lu TA Luft bağlamında temsilidir. Ölçüm protokolünde bir olasılık kontrolü verilir.
Kaynak: [231, Almanya 2013]

Toplam egzoz gazı hacmi yılda 500 000 m^{3}tür. Belirtilen konsantrasyonlar temelinde bu, yıllık 24,5 kg/yıl CO, 52 kg/yıl NO_X, 7 kg/yıl toplam karbon ve 0,001 kg/yıl'dan az benzo[a]piren yıllık kirletici yüklerine karşılık gelir. Termal atık gaz işleme yalnızca geçici olarak uygulandığından, emisyonlar kesintili olarak meydana gelir. Yıllık kirletici yükleri, benzo[a]piren ve nitrojen oksitleri için Hava Kalitesi Kontrolüne ilişkin Teknik Talimatlar'da (TA Luft) yer alan saatlik değerler aralığındadır (bk. TA Luft Madde 4.6.1.1; nitrojen oksitleri için 20 kg/ benzo(a)piren için 0,0025 kg/saat [231, Almanya 2013].

Termal atık gaz işleme ve ilgili buhar üretimi (sistemdeki emprenye işlemleri için ısı kaynağı olarak kullanılır) için doğal gaz tüketimi 1 440 000 kWh/yıl'dır.

Termal oksitleyicinin işleme performansı yaklaşık 500 000 m^3/yıl'dır [231, Almanya 2013].

Tablo 15.27: Termal oksitleyicilerle donatılmış kreozot basınçlı işleme tesisleri için bildirilen emisyon seviyeleri

Parametre	Ulaşılan emisyon seviyesi					
	Atık gaz akışı (Nm3/saat)	**TVOC** (mg C/Nm^3)	**PAH'lar** (mg/Nm^3)	**PCDD** (mg/Nm^3)	**NOx** (mg/Nm^3)	**CO** (mg/Nm^3)
Tesis: DE-9 (2016'daki ölçüm)						
Ortalama değer	**1 723**	**3,3**	-	-	**35**	**158**
İzleme işleminin süresi (saat)	1,5	1,5	-	-	1,5	1,5
Numune sayısı	3	3	-	-	3	3
İzleme standardı/yöntemi	ISO 10780 ve VDI 2066 Bl. 1	EN 12619:2013	-	-	DIN 33962	EN 15058:2006
Tek ölçümün belirsizliği	-	2,3g/m^3 EN 12619 ve VDI 3481 Bl4	-	-	0,002 g/m^3 DIN 33962	0,007 g/m^3
Tesis: SE-1 (2014'te ölçüm, ek olarak 2016 ve 2015'te NOx/CO için ölçüm)						
Ortalama değer	**10700**	**1**	**1**	**0**	**686 (2014)** 522 (2015) 459 (2016)	**464 (2014)** 312 (2015) 353 (2016)
İzleme işleminin süresi (saat)	24	24	24	24	8 776	8 776
Numune sayısı	1	1	1	1	Sürekli	Sürekli
İzleme standardı/yöntemi	-	-	-	-	-	-
Tek ölçümün belirsizliği (%)	5	5	7	6	-	-
Bildirilen değerlerden belirsizlik çıkarıldı mı?	Evet	Evet	Evet	Evet	-	-

Kaynak: [Tesisler DE-9 ve SE-1 [236, TWG 2017]]

Çapraz ortam etkileri

Termal oksitleyici için enerji kullanımı (CO_2 emisyonları; doğal gaz kullanımı) [231, Almanya 2013].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

- Yatırım maliyetleri: bilgi verilmemiştir.
- İşletme maliyetleri: 1 440 000 kWh/yıl doğal gazın belirtilmemiş payının maliyeti.

- İşletme, bakım ve teknik belgelendirme için personel maliyetleri. Belirli maliyetler mevcut değildir [231, Almanya 2013].

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler

Tesisler DE 1 [231, Germany 2013] , DE-9 ve SE-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

Ayrıca bk. Madde 17.10.5.2.
[31, COM 2016] [231, Almanya 2013] [236, TWG 2017]

15.4.13.5 Çıkış gazlarının yakma tesisine gönderilmesi

Açıklama

Atık gazların bir kısmı veya tamamı, buhar ve/veya elektrik üretimi için kullanılan bir yakma tesisine (CHP tesisleri dahil) yakma havası ve ek yakıt olarak gönderilir.

Teknik Açıklama

Örnek Tesis: UK-1 (Temiz atık odun biyokütle kazanında yakma)
[236, TWG 2017]:
Tesis, işlenmemiş kesintileri ve işlem atıklarını yakan odun yakıtlı bir kazan içermektedir. Bununla birlikte, saha iyileştirme planlarının bir parçası olarak söz konusu kazan, iznin verildiği ilk yıl içinde enerji verimli 2 MW'lık yeni bir biyokütle kazanı ile değiştirilecektir. Bu kazan, benzer şekilde yalnızca tesisten kaynaklanan temiz ahşap atıkları yakar. Güç ve ısı sağlar ve ayrıca kreozot emprenye işlemlerinden kaynaklanan emisyonları almak ve bunları cihazın ikincil yanma odasında termal olarak işlemek, böylece potansiyel koku emisyonlarını ve çevreye kalan VOC'leri önemli ölçüde azaltmak üzere tasarlanmıştır [Tesis UK-1 [236, TWG 2017]].

Sağlanan çevresel faydalar

Kreozot işleminden havaya emisyonların (VOC) azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Tablo 15.28: Temiz atık odun biyokütle kazanında yakma uygulanan kreozot basınçlı işleme tesisi için bildirilen emisyon seviyeleri

Ölçülen parametre	Atık gaz akışı (Nm3/saat)	Toplam VOC (mg/Nm^3)	PAH'lar (naftalin dahil) (mg/Nm^3)
Ortalama değer (izleme çalışması sırasında alınan numunelere ilişkin)	Nİ	**176,1** (2016) **144,2** (2015) **258,1** (2014)	**11,1** (2016) **3,73** (2015) **< 0,12** (2014)
İzleme işleminin süresi (saat)	Nİ	**6**	**1,5**
İzleme işlemi başına numune/ölçüm sayısı	Nİ	**2**	**2**
O_2 seviyesi (%)	Nİ	Nİ	Nİ
İzleme standardı/yöntemi	Nİ	Nİ	Nİ
Tek ölçümün belirsizliği (%)	Nİ	Nİ	Nİ
Bildirilen değerlerden belirsizlik çıkarıldı mı?	Nİ	Nİ	Nİ
Azaltma verimliliği (%)	Nİ	Nİ	Nİ
Azaltma verimliliği nasıl tanımlandı?	Nİ	Nİ	Nİ

Not:
NI: Bilgi verilmemiştir.
Kaynak: [Tesis UK-1[236, TWG 2017]]

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

- Kreozot ve solvent bazlı işleme tesislerine uygulanabilir.
- Teknik, IED Madde 59(5)'te atıfta bulunulan maddeleri içeren çıkış gazları için geçerli olmayabilir veya güvenlik hususları nedeniyle uygulanabilirliği kısıtlanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler

Tesis UK-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.13.6 Aktif karbon kullanarak adsorpsiyon

Açıklama

Organik bileşikler aktif karbon yüzeyinde adsorbe edilir. Adsorbe edilen bileşikler daha sonra yeniden kullanım veya bertaraf için örneğin buharla (genellikle sahada) desorbe edilebilir ve adsorban yeniden kullanılır.

Teknik Açıklama

Adsorpsiyon teknikleri hakkında genel açıklama için Madde 17.10.6.2'ye bakınız.

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

2017'de WPC veri toplamaya ilişkin DE-5 kreozot tesisi için sağlanan emisyon verileri Tablo 15.29'da özetlenmiştir.

Tablo 15.29: Adsorpsiyon sistemi ile donatılmış kreozotlu basınçlı işleme tesisi için bildirilen emisyon seviyeleri

Ölçülen parametre	Atık gaz akışı (Nm3/saat)	TVOC (mg C/Nm^3)	CMR (mg/Nm^3)	Naftalin (mg/Nm^3)	Benzen (mg/Nm^3)	Benzo(a)piren (mg/m^3)	Fenoller (mg/m^3)
Ortalama değer	**4 480**	**3,1**	**0,00034**	**< 1,91**	**< 0,06**	**0,000004**	**< 0,032**
İzleme halkası işleminin süresi (saat)	4	4	4	4	4	4	4
İzleme işlemi başına numune/ölçüm sayısı	8	8	8	8	8	8	8
Ölçümler hakkında ek bilgiler	-	Maks. 6,9	Maks. 0,0014	-	-	Maks. 0,000005	Maks. < 0,055
İzleme standardı/yöntemi	Nİ	EN 12619:2013	DIN EN 13649/ VDI 3874'e göre numune alma	DIN EN 13649 / VDI 3874'e göre numune alma	DIN EN 13649	VDI 3874 numune alma	VDI 3874 numune alma
Tek ölçümün belirsizliği (%)	10	-	-	-	-	-	-
Bildirilen değerlerden belirsizlik çıkarıldı mı?	No	No	No	No	No	No	No
Not: Ölçüm yılı 2015. *Kaynak:* 5 [Tesis DE-5 [236, TWG 2017]]							

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler

Tesis DE-5 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

15.4.13.7 Uygun bir sıvı kullanarak absorpsiyon

Açıklama

Absorpsiyon yoluyla çıkış gazlarından kirleticileri, özellikle çözünür bileşikleri uzaklaştırmak için uygun bir sıvının kullanılması.

Teknik Açıklama

Islak ovalama, birbiriyle temas halinde olan, çözünür bir gaz veya toz ile bir solvent (çoğunlukla su) arasındaki kütle aktarımıdır. Islak ovalama işleminin tam açıklaması ve mevcut ıslak ovalama ekipmanı türleri CWW BREF [31, COM 2016]'da verilmektedir.

Örnek tesis: DE-8 [236, TWG 2017]

Atık gaz akışı ıslak yıkayıcıya alttan girer ve ovalanan bölgeden yukarıya doğru akar. Yüzeyi artırmak için ıslak yıkayıcı, Raschig halkaları (metal) ile doldurulur. Delikli plakalar, atık gaz akışından su devridaimini artırmak için (nem giderme) yıkama bölgesi üzerindeki yığına monte edilir. Yıkama suyu yıkayıcının altındaki bir tankta toplanır/depolanır ve ovalama işleminde yeniden kullanılır.

Kreozot ve su boru sisteminde kısmen yoğuşur. Bu kondensatlar özel bir tankta toplanır ve Madde 15.4.10.8'de açıklandığı gibi işlenir. Islak yıkayıcı içeren azaltma sistemine yönelik şema Şekil 15.31'de verilmiştir.

Sağlanan çevresel faydalar

- Özellikle VOC'ler ve PAH'lar olmak üzere havaya emisyonların azaltılması.
- Ovalama suyunun yeniden kullanımı.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Tablo 15.30: Yıkayıcı ile donatılmış sıcak-soğuk banyo işlemeli bir kreozot tesisi için bildirilen emisyon seviyeleri

Parametre	Ulaşılan emisyon seviyesi				
	Atık gaz akışı (Nm3/saat)	**TVOC** (mg C/Nm^3)	**PAH'lar** (mg/Nm^3)	**Naftalin** (mg/Nm^3)	**Benzo(a) piren**
Ölçüm yılı: 2006					
Ortalama değer (izleme çalışması sırasında alınan numunelere ilişkin)	1260	Nİ	0,198 ([1])	Nİ	< LoD (LoD: 0,05 µg/m^3)
İzleme işleminin süresi (saat)	Nİ	Nİ	Nİ	Nİ	Nİ
İzleme işlemi başına numune/ölçüm sayısı	Nİ	Nİ	2	Nİ	2
Azaltma verimliliği (%)	Nİ	Nİ	Nİ	Nİ	Nİ
Ölçüm yılı: 1997					
Ortalama değer (izleme çalışması sırasında alınan numunelere ilişkin)	Nİ	3,9*	1,38	1,21	< LoD (LoD: 0,002 mg/m^3)
İzleme işleminin süresi (saat)	Nİ	0,5	0,5	0,5	0,5
İzleme işlemi başına numune/ölçüm sayısı	Nİ	1	1	1	1
Azaltma verimliliği (%)	Nİ	98,7**	97,9**	97,9**	Nİ

([1]) İzleme işlemi sırasında alınan numunelerin münferit PAH değerleri: 0,192 mg / Nm^3 ve 0,204 mg / Nm^3.
* Hesaplanmıştır, 1- ve 2-metilnaftalin dahildir.
** Ham ve temiz gazın eş zamanlı ölçümleri. NI:
Bilgi verilmemiştir.
Kaynak: [Tesis DE-8 [236, TWG 2017]]

Çapraz ortam etkileri

Örnek tesis DE-8'de, kondensatlardan toplanan atık su miktarı yılda 2m^{3}tür ve bu su bazlı bir işleme tesisinde işleme solüsyonunun hazırlanması için kullanılabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevre mevzuatı.

Örnek tesisler
Tesis DE-8 [236, TWG 2017].

Referans literatür
[236, TWG 2017]

15.4.13.8 Yoğunlaşma

Açıklama

Buharların sıvılaşması için sıcaklığı çiğ noktalarının altına düşürerek organik bileşikleri uzaklaştırmak için kullanılan teknik. Gerekli çalışma sıcaklığı aralığına bağlı olarak, örneğin soğutma suyu, soğutulmuş su (sıcaklık genellikle 5 °C civarında), amonyak veya propan gibi farklı soğutucu akışkanlar kullanılır.

Yoğuşma, başka bir azaltma tekniği ile birlikte kullanılır.

Teknik Açıklama
Daha fazla bilgi için bk. CWW BREF [31, COM 2016].

Örnek tesis: FR-1 [236, TWG 2017]
Otoklavlar ile vakum pompası arasına bir kondansatör yerleştirilmiştir. Kreozot buharlarını soğutma işlemi ile yoğuşturur ve toplayarak daha az VOC gazı ile kreozot buharı elde eder. Bu ekipman, biri kreozot gazı için, diğeri ise kreozot gazını bir boru ağı aracılığıyla bir temas yüzeyi ile soğutan soğutma suyu için olmak üzere iki ayrı devre ile yapılır. Soğutma ünitesi, soğutma suyunu azami 15 °C sıcaklıkta tutmak için kurulur [EPF yorumu #31, [212, TWG 2018]].

Sağlanan çevresel faydalar
- VOC emisyonlarının azaltılması.
- Toplanan solventler yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Örnek tesis: FR-1 [236, TWG 2017]
İki emisyon noktası (otoklav) için 49,7 mg C/Nm^3 ila 154,9 mg C/Nm^3 aralığındaki ortalama emisyon değerleri bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri
Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Düşük VOC içeriği nedeniyle geri kazanım için enerji talebinin aşırı olduğu durumlarda uygulanabilirlik kısıtlanabilir.

Ekonomik yönler
Bk. CWW BREF [31, COM 2016].

Uygulanmasını teşvik eden faktör
- İş sağlığı ve güvenliği.
- Başka bir azaltma tekniğinden önce çıkış gazlarının ön işlenmesi.

Örnek tesisler

Tesis FR-1 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[EPF yorumu #31 [212, TWG 2018]] [31, COM 2016] [236, TWG 2017]

15.4.14 Gürültü

Açıklama

Gürültü emisyonlarının azaltılması için işletme ve bakım tekniklerinin uygulanması.

Teknik Açıklama

Gürültü emisyonları, aşağıda verilen tekniklerin uygulanmasıyla azaltılabilir:

a) gürültü duvarlarının montajı ve binaların gürültü emici etkisinin kullanılması/optimize edilmesi;
b) gürültülü operasyonların muhafazası veya kısmen muhafazası;
c) düşük gürültülü araç taşıma sistemlerinin kullanılması;
d) fırında kurutmada kullanılan fanlar için gürültü azaltma önlemleri;
e) gürültü yönetimi önlemleri (ör. ekipmanın iyileştirilmiş denetimi ve bakımı, kapı ve pencerelerin kapatılması).

Sağlanan çevresel faydalar

Gürültü seviyelerinin azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, hassas alıcılarda bir gürültü rahatsızlığının beklendiği ve/veya kanıtlandığı durumlarla sınırlıdır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevre mevzuatı. Tesis çevresinde şikayetlerin azalması.

Örnek tesisler

BAT adaylarını uygulayan tesisler:

a) DE-7 ve DE-8;
b) PL-1, UK-1, UK-4, FI-1, DE-7, DE-8 ve DE-9;
c) PL-1 ve DE-9;
d) bilgi verilmemiştir;
e) PL-1, UK-1, SE-2, FI-1, DE-5, DE-7 ve DE-8 [236, TWG 2017].

Referans literatür

[236, TWG 2017]

16 EK SEKTÖRLER

Bu bölümde, veri toplama çalışmasında kapsanmayan şu iki STS sektörüne ilişkin bilgi verilmektedir: aynaların imalatı ve kaplanmış aşındırıcıların imalatı.

16.1 AYNA İMALATI

[25, GEPVP ve diğ. 2004] [184, AGC CAM AVRUPA 2017]

16.1.1 Ayna imalatı hakkında genel bilgiler

Ana ayna üretimi genellikle büyük çok uluslu şirketler tarafından 2 milyon m^2/yıl'dan fazla kapasiteye sahip tesislerde gerçekleştirilmektedir (2004 verileri). Başlıca tesisler Almanya, Fransa, İspanya, İtalya, Belçika, Polonya, Birleşik Krallık, Lüksemburg ve Çek Cumhuriyeti'nde bulunmaktadır. Bazı küçük üreticiler de mevcuttur.

2004 yılı verilerine göre, Avrupa'daki toplam ayna talebinin 40 milyon m^2/yıl olduğu tahmin edilmektedir. Bu, yaklaşık 2 000-3 600 tonluk yıllık solvent tüketim aralığına yol açar. Avrupa'daki aynalara ilişkin genel uygulamalar şunlardır:

- banyo aynaları;
- mobilya aynaları;
- mimari kullanımlar, ör. duvar kaplaması;
- otomotiv uygulamaları.

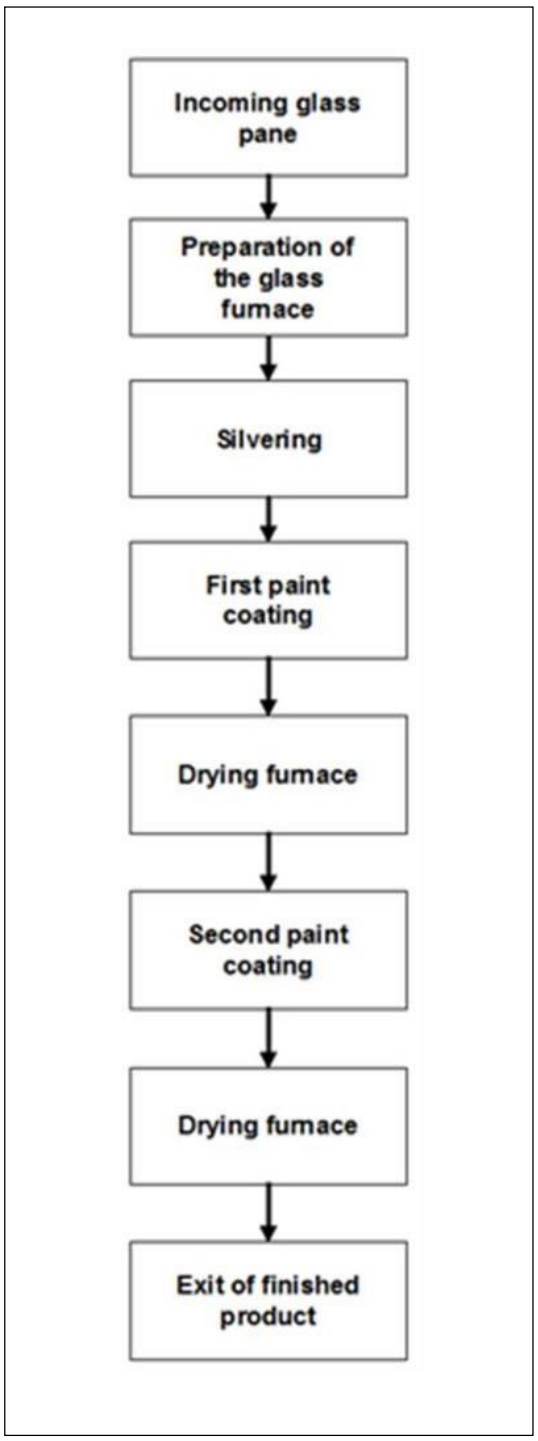
Her tesisin özgül organik solvent tüketimi, yani saatlik, üretilen aynaların yüzeyine bağlıdır. En büyük hatlar 6 m'ye 3,2 m, yani 19 m^2'lik aynalar üretebilir. Ayna üretimi sürekli bir süreç olduğu için hattın hızı da saatlik tüketim oranlarını etkiler. Bu nedenle, bazı hatlar yıllık ve saatlik tüketim eşiğini aşarken, bazıları sadece yıllık eşiği aşmaktadır.

Avrupa'da var olan hat sayısının 15 ile 20 arasında olduğu tahmin edilmektedir (2004 verileri). Çoğu hattın büyük bir imalat şirketinin parçası olmasına rağmen, normalde ayna hattındaki çalışan sayısı düşüktür.

16.1.2 Ayna imalatında uygulanan işlemler ve teknikler

Üretim hattı sürekli bir süreç olarak tasarlanmıştır. Cam levha, aynayı farklı imalat aşamalarından geçiren büyük bir taşıyıcı üzerinde bulunur. Konveyörler, büyük aynaların imalatına olanak sağlamak için 3,5 m genişliğe ve 150 m'den uzun uzunluğa sahiptir. Genellikle aynalar, bir veya daha fazla boya kaplaması ile korunan yansıtıcı bir metalik tabaka ile kaplanmış bir cam panelden oluşur. Boya kaplama işleminden sonra ayna kurutma fırınından geçer.

Şekil 16.1'de, ayna imalatındaki farklı adımlar özetlenmektedir. Bunlar aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.



Şekil 16.1: Ayna imalatının akış şeması

16.1.2.1 Gelen cam bölme

Cam genellikle ayna tesisine kamyonlarla getirilir. Cam daha sonra paletlerde stoklanır ve vakumlu kaldırma cihazları kullanılarak ayna hattına boşaltılır.

16.1.2.2 Cam yüzeyin hazırlanması

Cam yüzeyin hazırlanması, seryum oksitler içeren su bazlı bir aşındırıcı bulamaç kullanılarak yapılan hafif bir parlatma adımından oluşur. Bu aşamada solvent kullanılmaz. Ortaya çıkan atık su işlenir ve çamur geri dönüşüm veya bertaraf için geri kazanılır.

16.1.2.3 Gümüş kaplama

Yansıtıcı metalik katman genellikle korozyona karşı hassas olan ve bu nedenle takip eden boya katmanı tarafından korunan gümüşten yapılır. Gümüş kaplama işlemi ve gümüş, kalay ve paladyum emisyonlarının kontrolüne ilişkin açıklama STM BREF [23, COM 2006]'da mevcuttur. Şu anda çoğu üretici, gümüş tabakasını sabitlemek için bakır işlemi yerine kalay işlemini kullanmaktadır. Bu aşamada solvent kullanılmaz. Alüminyum, yansıtıcı metalik katman için de kullanılır.

16.1.2.4 Boya kaplama

Cam, oluk tipi bir tertibattan sürekli olarak düşen laminer bir boya perdesinden geçirilir. Fazla kaplama malzemesi sürekli olarak yeniden kullanılır, ancak uygun uygulama viskozitesini sağlamak için fazladan solvent eklenir. Kullanılan boya solvent bazlı olup ağırlıkça %30-40 solvent içermektedir. Boya tüketimi 150 g/m^2 ile 200 g/m^2 arasında değişmektedir. Kurumuş boya kaplama(lar)ının toplam kalınlığı 40 um ila 70 um aralığındadır.

16.1.2.5 Kurutma

Boya kaplama işleminden sonra ayna, solventin buharlaştırıldığı ve boyanın kurutularak polimerleşmesini sağladığı kurutma fırınına alınır. Kurutma, ürünün konveksiyon ısısı olsun ya da olmasın kızılötesi radyasyonla ısıtılmasıyla desteklenir.

16.1.2.6 Bitmiş ürünün çıkışı

Hattın sonunda ayna, vakumlu kaldırma cihazları kullanılarak boşaltılır ve paletler üzerinde istiflenir.

16.1.3 Ayna imalatında mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

IED kapasite eşiğinin üzerinde sadece az sayıda tesis tespit edildiğinden, anket yoluyla veri toplanmamasına karar verilmiştir. Aşağıdaki bölümler orijinal STS BREF (2007) ile aynıdır.

16.1.3.1 Kütle dengeleri

Bilgi verilmemiştir.

16.1.3.2 Tüketim

16.1.3.2.1 Malzemeler

Üretilen ürünün cinsine göre toplam solvent tüketimi 50-90 g/m^{2}dir. Ayrıca, temizlik için bir miktar solvent kullanılır. Kullanılan solvent ksilen'dir.

Solventin en büyük oranı boya viskozitesini ayarlamak için kullanılır ve ürün üzerine uygulanır. Küçük bir miktar (< %10) temizlik amacıyla kullanılır. Bu solvent kontamine olmadığında boya viskozitesini ayarlamak için kullanılan solvente eklenir.

Normalde girdi olarak kullanılan camın %100'ünün aynaya dönüşmesi beklenir. Yalnızca kazara cam kayıpları meydana gelebilir (ör. kalite sorunlarından dolayı). Çoğu durumda, reddedilen cam/ayna geri dönüştürülür.

16.1.3.2.2 Su

Su tüketimi 15 l/m^2 ile 30 l/m^2 aralığındadır.

16.1.3.2.3 Enerji

Bilgi verilmemiştir.

16.1.3.3 Emisyonlar

16.1.3.3.1 Havaya emisyonlar

Azaltma ekipmanı uygulanırken temiz gazdaki solvent içeriği < 50 mg C/Nm^3e düşürülebilir. Yeni tesislerde daha düşük değerler elde edilebilir. Mevcut tesislerde hareketli parçaların (ör. valfler) aşınması nedeniyle emisyon seviyeleri artar. Kullanılan solventlerin niteliği da elde edilebilecek azaltma seviyesi üzerinde bir etkiye sahip olabilir. Tablo 16.1'de, üç farklı tesiste ölçülen hava emisyon değerleri gösterilmektedir.

Tablo 16.1: Üç farklı ayna hattından gelen hava emisyon değerleri

Hat	TVOC (mg C/Nm^3)	CO (mg/Nm^3)	NO_X (mg/Nm^3)
1	57 (20–100 aralığı)	65	43
2	16	120	< 25
3	55	98	41
Kaynak: [25, GEPVP ve diğ. 2004]			

İyi bir uygulama tesisinde, solventlerin kullanıldığı tüm alanlar kapatılır ve solvent içeren hava çıkarılır. Solventin toplam %97,4'ü işlenir ve yok edilir. Geri kalanı, yani
% 2,6'sı, işlenmeyecek kadar düşük bir konsantrasyonda olduğu için havaya salınır.

16.1.3.3.2 Suya emisyonlar

Su ile solvent arasında sürecin hiçbir yerinde temas olmadığı için atık suda solvent bulunmaz.

Yüzey hazırlığı ve kalay (veya bakır) ve gümüş tabakasının uygulanması için su kullanılır (bk. STM BREF [23, COM 2006]). Bu nedenle, kirleticileri uzaklaştırmak ve gümüşün geri dönüşümünü sağlamak için suyun işlenmesine ihtiyaç vardır. Geleneksel teknikler kullanılır; örneğin kalay yerine bakır kullanıldığında, bakırın atık sudan uzaklaştırılması için iyon değişimi ve amonyak sıyırma kullanılabilir. Tablo 16.2'de, işlemeden sonraki su emisyon değerleri gösterilmektedir.

Tablo 16.2: İşleme sonrası su emisyon değerleri

Bileşik	Değer (mg/l)
NH_3	100
Ag	0,5
Cu	4
Ce	5
Kaynak: [25, GEPVP ve diğ. 2004]	

16.1.3.3.3 Atık üretimi

Solvent içeren atık, esasen temizleme bezlerinden ve bir miktar kaplama içeren kullanılmış solventten oluşur. Yönetimi ve imhası bileşimi ile belirlenir ve solvent içeriği nedeniyle özel önlemler gerekebilir. Nihai ürünün kalitesini değiştirebilecek herhangi bir kirletici madde içermediğinde, harcanan solvent boya viskozitesini ayarlamak için yeniden kullanılır. Ayna üretiminde yaygın olarak tekrar kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir boya konteynerleri kullanılmaktadır.

16.1.4 Ayna üretimine ilişkin BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

Bölüm 17'de, ayna imalatına da uygulanabilecek teknikler tartışılmaktadır. Tablo 16.3'te, Bölüm 16'da açıklanan, ayna üretimi ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu endüstriye özgü bilgiler sunulmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmaz. Her teknik için dikkate alınan bilgi tipinin açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Tablo 16.3: Genel olarak sektöre uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Madde numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve elleçlenmesi	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve işleme	17.10
Atık su işleme teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

16.1.4.1 Geleneksel solvent bazlı boyaların değiştirilmesi (ikame)

16.1.4.1.1 Yüksek katı içerikli boyalar

Genel bir açıklama için bk. Madde 17.7.2.1. Ayna sektöründe halihazırda bu boya türü kullanılmaktadır. Boyadaki solvent içeriği ağırlıkça %30 ile %40 arasındadır.

16.1.4.2 Boya uygulama teknikleri ve ekipmanları

16.1.4.2.1 Perde kaplama

Açıklama

Genel bir açıklama için bk. Madde 17.7.3.4. Cam, oluk tipi bir tertibattan sürekli olarak düşen laminer bir boya perdesinden geçirilir. Bu, katmanların gerekli kalitesini sağlarken büyük boyutlu aynaların üretilmesine olanak sağlar. Fazla kaplama malzemesi kalıcı olarak yeniden kullanılır, ancak uygun uygulama viskozitesini sağlamak için fazladan solvent eklenir.

Kullanılan boya solvent bazlı olup %30-40 solvent içermektedir. Tüketimi 150 g/m^2 ile 200 g/m^2 arasında değişmektedir. Geçmişte, boyalar yüksek miktarlarda (%15'e kadar) kurşun içermekteydi. Günümüzde ayna imalatındaki yeni gelişmeler, endüstrinin düşük kurşun içerikli boya (< %0,5) kullanmasına olanak sağlamaktadır. Bu boya türünde kromat kullanılmaz.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik, büyük aynaların imalatı için tesislerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[25, GEPVP ve diğ. 2004]

16.1.4.3 Kurutma/kürleme

Aşağıdaki teknikler uygulanır:

- kızılötesi radyasyonla kürleme: (bk. Madde 17.8.5.1);
- kombine konveksiyon ve IR radyasyonla kurutma/kürleme (termal reaktör) (bk. Madde 17.8.4);
- ultraviyole (UV) ,ile kürleme (bk. Madde 17.8.5.4).

16.1.4.4 Çıkış gazı işleme

Açıklama

Boyanın karıştırıldığı ve ayna üzerine uygulandığı alanlar kapatılır ve solvent emisyonlarını çıkış gazı işleme ekipmanına yönlendiren bir hava tahliye sistemiyle (bk. Madde 17.10.2) donatılır. Şu anda, Madde 17.10.5'te açıklanan oksidasyon tekniklerinden herhangi biri uygulanabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Baca gazındaki metreküp başına solvent miktarı göz önüne alındığında, birçok ayna üreticisi rejeneratif termal oksitleyici kullanır (bk. Madde 17.10.5.4 ve 17.10.5.5). Solvent esas olarak ksilen olduğundan, düşük bir yanma sıcaklığı (750-800 °C) uygulanabilir. Sadece düşük seviyelerde NO_X oluşur. Rejeneratif termal oksitleyiciler, sürekli, yani günde 24 saat, haftada 7 gün çalışan tesisler için özellikle uygundur. Örneğin günde sadece 8 saat ve haftada 5 gün çalışan tesisler için, tesisin sıcaklığının çalışma dışı saatlerde korunması gerektiğinden bu teknik uygun olmayabilir. Bu durumda diğer oksitleme teknikleri daha uygun olabilir.

Referans literatür

[25, GEPVP ve diğ. 2004]

16.2 KAPLANMIŞ AŞINDIRICILARIN İMALATI

[4, Almanya 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [150, FEPA/VDS 2016]

16.2.1 Aşındırıcı endüstrisi hakkında genel bilgiler

16.2.1.1 Uygulama alanları

Taşlama en eski üretim süreçlerinden biridir. Taşlamanın temel bir özelliği, iş parçasında çok sayıda yönsüz kesme malzemesinin etkisidir. Çağdaş aşındırıcı malzemeler sentetik korindon veya silisyum karbür veya kübik bor nitrür (CBN) veya elmastır.

Demirli ve demirsiz metaller, cam, seramik, doğal taş, beton, plastik ve ahşap gibi çok çeşitli iş parçası malzemeleri işlenebilir. Taşlamanın uygulama alanı geniştir ve dökme demirin kaba taşlanması veya tıbbi amaçlarla boru şeklindeki iğnelerin yüksek doğrulukta taşlanması gibi faaliyetleri içerir. Alet imalatında, araç yapımında, uçak, enerji santrallerinde veya mobilyada çok sayıda ürün, ancak taşlama yoluyla cila ve yüksek kaliteli yüzey elde eder.

16.2.1.2 Genel bilgiler

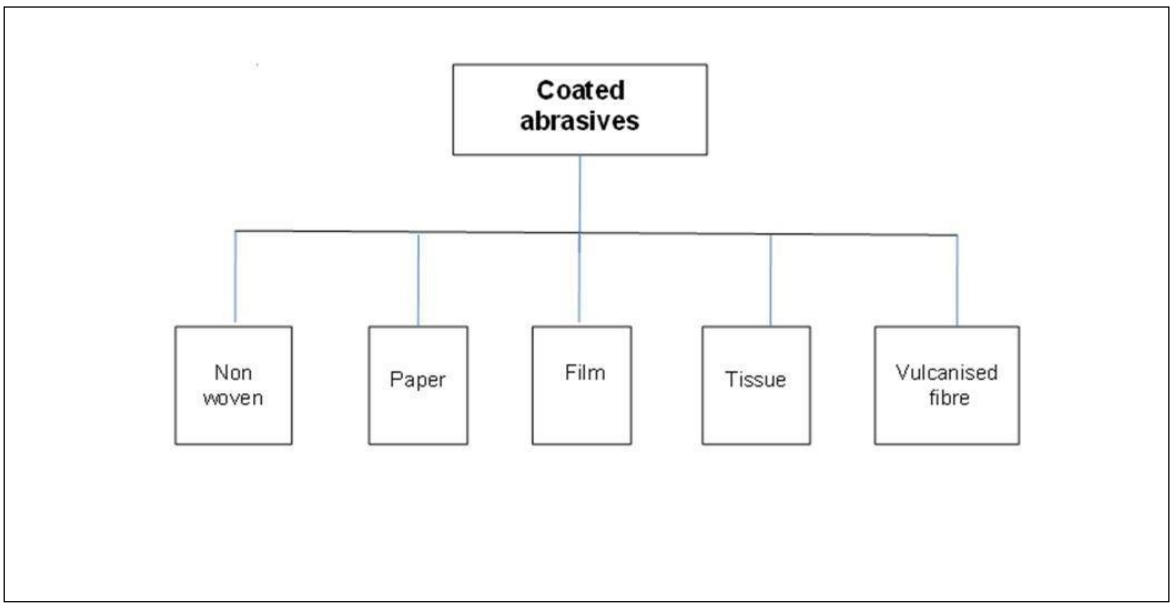
Avrupa'da her türlü aşındırıcıyı (sadece kaplanmış aşındırıcıları değil) üreten 200'den fazla şirket olduğu tahmin edilmektedir. AB'de 3,5 milyar Avro olarak tahmin edilen ciro ve 20.000 istihdam ile aşındırıcılar endüstrisi Avrupa Birliği için büyük önem taşımaktadır [150, FEPA/VDS 2016].

IED, Ek I, Madde 6.7'de belirlenen kriterleri (tüketim kapasitesi eşiği) aşan hiçbir tesisin belirlenmediği dikkate alınmalıdır. Aşağıdaki bilgiler, 2007 yılında yayınlanan ve mevcut verilerle güncellenen STS BREF'in hazırlanmasına ilişkin verilen bilgilere dayanmaktadır. Hiçbir referans tesis mevcut değildir.

16.2.1.3 Ürünün 'aşındırıcı' olarak nitelendirilmesi ve kalite talepleri

Temel olarak, aşındırıcıların üretimi bağlı aşındırıcılar, süper aşındırıcılar, kaplanmış aşındırıcılar ve bir destek malzemesi ile herhangi bir katı bağlantısı olmayan gevşek aşındırıcılar (ör. cila pastaları) arasında değişmektedir. Bu belge için yalnızca kaplanmış aşındırıcıların imalatı önemlidir.

Şekil 16.2'de, farklı kaplanmış aşındırıcı türlerinin basitleştirilmiş bir genel bakışı gösterilmektedir.



Şekil 16.2: Farklı kaplanmış aşındırıcı türlerine genel bakış

Organik solventler kısmen bağlı ve gevşek aşındırıcıların imalatında kullanılır. Avrupa tesislerinin IED, Ek I, Madde 6.7 bağlamında bir faaliyeti temsil etmediği varsayılabilir. Dolayısıyla bu faaliyetlerle ilgili üretim süreçlerine aşağıdaki paragraflarda yer verilmemiştir.

Kaplanmış aşındırıcıların imalat faaliyeti, IED'ye tabi olabilir. Bununla birlikte, AB'de, Direktif, Ek I, Madde 6.7'de belirlenen eşik limitlerini aşan, kaplanmış aşındırıcıların üretimi için hiçbir tesis belirlenmemiştir.

Kaplanmış aşındırıcılar; bıçaklar, şeritler, sayfa diskleri gibi elemanlara sahip veya bu elemanlardan birleştirilmiş (ör. soyma şimleri, fanlı zımpara çarkları, kayışlar) birçok taşlama makinesi için temel bir malzemedir. Kullanım amacına ve temel malzemesine göre çok sayıda yapıştırma sistemi vardır.

Elyaf aşındırıcılar, hem bir aşındırıcı gövde hem de bir aşındırıcı eleman olarak kullanılabildiklerinden, kaplanmış aşındırıcılar ve bağlı aşındırıcılar arasında özel bir konuma sahiptir. Bunlar, örneğin taşlama malzemesinin birleştirme malzemesi aracılığıyla sabitlendiği poliamid liflerden oluşur. Üretim süreçleri, kaplanmış aşındırıcıların üretimi ile karşılaştırılabilir.

Kaplanmış aşındırıcılar şunlardan oluşur:

- destek malzemesi, ör. kağıt, bitmiş kumaş, vulkanize lif, film;
- yapıştırma malzemesi, ör. tutkal sistemleri, fenolik reçine, epoksi reçine, poliüretan, üre reçinesi;
- aşındırıcı tanecik, ör. çakmaktaşı, silisyum karbür, korindon, zirkonya alümina, nadiren kullanılanlar: elmas ve CBN (kübik bor nitrür).

16.2.1.3.1 Destek malzemesi

'Kaplanmış aşındırıcılar' terimi, destek malzemesinin önemini ifade eder. Son kullanım amacına ve esnek bir aşındırıcının gerilimine göre, destek malzemesinin belirli özellikler göstermesi gerekir. Elle taşlama veya zımparalama için hem özel esneklik hem de yüksek burkulma direnci gerekir. Aşındırıcı bantlar, aşındırıcı diskler ve silindirik kovanlarla yüksek performanslı taşlama için, şişme direnci, sağlamlık, aşınmaya karşı direnç veya alternatif gerilim gibi üst düzey mekanik özellikler gereklidir.

Tüm bu gereklilikleri karşılamak için, özellikle aşağıdaki destek malzemesi grupları kullanılır:

- kağıt;
- film;
- kumaş;
- kağıt ve kumaş kombinasyonu;
- vulkanize elyaf.

Tablo 16.4'te, kullanılan altlık malzemelerinin sınıflandırma örneği gösterilmektedir.

Tablo 16.4: Kaplanmış aşındırıcılar için seçilen destek malzemeleri

Destek malzemesi	Donanımlı ağırlık sınıfı (g/m^2)
A-kağıt	≤ 85
B-kağıt	86-110
C-kağıt	111-135
D-kağıt	136-220
E-kağıt	221-270
F-kağıt	271-350
G-kağıt	351-500
H-kağıt	> 500
A-kağıt suya dayanıklı	≤ 115
C-kağıt suya dayanıklı	> 115
Ağır pamuklu/X-ağırlık	370-400
Film	100-200
Esnek pamuk/J-doku	270-290
Yüksek esnekliğe sahip pamuklu/J-esnek doku	200-220
Ağır polyester/X-dokusu	475-505
Çok ağır polyester/Y dokusu	630-665
Kaynak: [4, Almanya 2002] [150, FEPA / VDS 2016] tarafından güncellenmiştir	

Kağıt

Kaplanmış aşındırıcıların üretiminde kullanılan kağıtlar son derece sağlam ve dayanıklı liflerden oluşmaktadır. Bunlar, kullanım yerlerine göre farklı kalitelerde, ağırlıklarda, ebatlarda ve genişliklerde işlenir. Bunlar aşağıdaki özelliklere göre ayırt edilebilir:

- esneklik;
- herhangi bir esneme yönünde homojen çekme mukavemetine sahip tek katmanlı kağıt;
- herhangi bir haddeleme yönünde (uzun yön) özellikle yüksek stabiliteye sahip ağır, çok katmanlı silindir kağıt.

Tüm destek türleri (Tablo 16.4'te gösterilen A'dan F'ye) kuru taşlamaya göre ayarlanmıştır. Suya dayanıklı korumalı (lateks veya vernikli) A- ve C- kağıtları ıslak taşlama için uygundur.

A-, B- ve C-kağıtları üzerindeki aşındırıcılar, elde taşlamada ve elle çalıştırılan taşlama makinelerinde (ör. taşlama kalemi) kullanılır. D- ve E-kağıtları, en yüksek talebe kadar kağıt/sabit taşlama makinelerinde destek olarak gereklidir.

Film

Kaplanmış aşındırıcıların üretimi için yırtılmaya karşı yüksek dirençli plastikten oluşan filmler kullanılır. Amaçlanan uygulamaya bağlı olarak, farklı kalite, ağırlık, mukavemet ve genişlikte filmler işlenir. Film bazlı aşındırıcılar esas olarak kuru taşlama için kullanılır.

Tekstil destek malzemesi

Tekstil destek malzemesi, geniş bantlar halinde işlenen veya bant, yüzey ve dalma taşlamada kullanılan kaplanmış aşındırıcılar için kullanılır. Bunlar, maruz kaldıkları yüksek gerilim sonucu kumaştan oluşur. Bu 'teknik kumaşlar' ham pamuktan (dokuma veya dikişli) yapılmıştır. Ağır X-dokusu ve hafif J-dokusu olarak ayırt edilebilir. Bu ayrım, çözgü ve atkı olarak kullanılan lif sayısı anlamına gelen iplik tabakası ile yapılır. Ağır X dokusu, hafif J dokusuna kıyasla nispeten düşük iplik sayısına sahiptir.

Aşındırıcı taneciklerle işlenmeden önce doku özel bir işleme tabi tutulmalıdır. Ham doku önce küçültülür ve boyanır ve daha sonra nihai yoğunluğuna küçültülür. Kumaş, baskı yüzeyinde yapıştırıcılar, sentetik reçineler/plastikler veya benzer maddelerle bitirilir ve son olarak düzleştirilir.

Vulkanize lif

Çok sayıda endüstriyel üretim süreci, yüksek aşınma direncine sahip özel yüksek performanslı aşındırıcılar gerektirir. Bu durumda, destek malzemesi olarak vulkanize lif kullanılır. Vulkanize elyaf çok sert, çok katmanlı bir elyaf malzemesidir. Üretimi sırasında çok sayıda dokunmamış kağıt benzeri ağ, bir temas yapışkanı ile düzleştirme yoluyla birleştirilir. Vulkanize lif her kalınlıkta üretilebilir. Aşındırıcı endüstrisinde 0,8 mm, 0,6 mm ve 0,4 mm'lik vulkanize elyaf kalınlıkları en önemlisidir. Daha kalın malzeme, yüksek aşınma direnci için ve daha ince malzeme daha fazla esneklik için kullanılır. Vulkanize lif destek malzemesine mekanik olarak uygulanan aşındırıcılar, strese karşı son derece yüksek bir dirence sahiptir. Neredeyse tüm endüstriyel dallarda, örneğin otomotiv, makine, gemi veya aparat mühendisliğinde uygulanmaktadır.

16.2.1.3.2 Yapıştırma malzemesi

Kaplanmış aşındırıcıların etkinliği büyük ölçüde aşındırıcı taneciğin bağına (tane yapışmasına) bağlıdır. Sonuç olarak, yapıştırma malzemeleri önemli bir rol oynamaktadır. Elyafın iyi bir şekilde yapışmasını ve diğer gerekli özellikleri elde etmek için, yapıştırma malzemeleri arka arkaya birkaç tabaka halinde uygulanır.

Aşağıdaki yapıştırma malzemeleri en önemlileridir:

- deri tutkalı (hayvan yapıştırıcısı veya protein yapıştırıcısı olarak da bilinir);
- sentetik reçine;
- vernik.

Aşağıdaki yapıştırma sistemleri türleri, kullanılan yapıştırıcı maddelere bağlı olarak ayırt edilir:

- Tutkal yapıştırıcı (solvent içermez). Yapıştırıcı, deri tutkalı ve kağıt veya kumaş desteğinden oluşur. Bu kaplanmış aşındırıcılar, daha düşük kesme kuvvetleri için veya malzemenin dayanıklılığı önemli değilse (örneğin, yağlama malzemelerinin işlenmesi için) kullanılır.
- Kısmen sentetik reçine yapıştırıcı (tutkal üzerine reçine, solvent içermez). Aşındırıcı bağ sistemi, bir deri tutkalı kaplaması ve bir sentetik reçine katmanından oluşur. Aşındırıcı kağıtlar veya kumaşlar, özellikle orta dereceli taşlama işlemleri için evrensel olarak kullanılabilir. Elastik yapılı deri yapıştırıcı tabakası ve dayanıklı boyutlu sentetik reçine tabakası sayesinde, kaliteler şekillendirilmiş iş parçalarının yüzey kaplaması için çok uygundur.
- Sentetik reçine bağı (mümkünse solvent içermez). Yüksek talaş kaldırma kapasitesi için aşındırıcılar sentetik reçinelerle yapıştırılmıştır. Aşındırıcı taneler, nispeten güçlü reçine bağı ile desteğe sabitlemek için son derece iyi bir şekilde bağlanır. Bunlar çok yüksek kesme kuvvetlerine karşı dayanıklıdır. Yüksek performans oranları elde edilebilir.
- Vernik, su geçirmez bağ (solvent bazlı). Çok sayıda iş parçası ve özel uygulama yöntemleri, su bazlı soğutma veya durulama maddeleri gerektirir. Bu nedenle, yukarıda bahsedilen yöntemler, yapıştırıcı malzeme veya son işleme, soğutma maddesi tarafından çözüleceğinden kullanılamaz. Bu durumlarda, tamamen su geçirmez doku kaliteleri gereklidir. Yapıştırıcı malzeme olarak özel sentetik reçineler kullanılmaktadır.

Bu tür su geçirmez aşındırıcılar, çelik, cam, seramik, doğal veya yapay taş ve plastiklerin ıslak taşlanması için uygulanır. Örneğin, astarları, dolgu maddelerini ve şeffaf veya pigmentli cilaları taşlarken, genellikle tıkanma veya tozlu taşlama kalıntıları oluşur. Bunlar aşındırıcıyı yükler veya perdahlar. Bu nedenle sulu taşlamada su geçirmez zımpara kağıtları ile çalışmak gerekir. Bu kağıtlar, suya dayanıklı olmaları için lateks veya cila ile emprenye edilmiş esnek bir kağıt desteğine sahiptir. Marka ve boyut katları özel reçineler ve cilalarla yapılır. Su geçirmez zımpara kağıtları sadece suya dayanıklı olmakla kalmaz, aynı zamanda yüklenmeye ve parlamaya karşı da dayanıklıdır.

16.2.1.3.3 Aşındırıcı tane

Kaplanmış aşındırıcıların üretimine ilişkin farklı tipte inert aşındırıcı taneler kullanılır.
Kullanılan birincil malzemeler erimiş alüminyum oksit, silisyum karbür ve alümina zirkonyadır.

- Alüminyum oksit:
  - korindon;
  - yarı özel erimiş alümina;
  - özel erimiş alümina gülü;
  - özel erimiş alümina kırmızısı;
  - özel erimiş alümina beyazı;
  - seramik korindon;
  - zirkon korindon.
- Silisyum karbür (SiC):
  - siyah SiC;
  - yeşil SiC.

Kimya, partikül boyutu, tane şekli ve özel işlemlere dayalı geniş bir ürün yelpazesi bulunmaktadır. Aşındırıcılara ilişkin partikül boyutu özellikle Avrupa Standartları (FEPA), Amerikan Standartları (ANSI) ve Japon Standartları (JIS) uyarınca dikkatli bir şekilde kontrol edilmektedir.

Tablo 16.5'te, farklı ürünlere atfedilen solventlerin kullanımı gösterilmektedir.

Tablo 16.5: Atfedilen ürünlerin imalatında solventlerin kullanımı

Taban	Ürün	Şekillendirilen kısım	Uygulama	Yapıştırıcı malzeme sistemleri	Solvent
A-kağıt	Kuru taşlama kağıdı	Levhalar, rulolar	Lake ve ahşap taşlama (boya)	Deri tutkalı, sentetik reçine bağı	No
B-kağıt	Kuru taşlama kağıdı	Levhalar, rulolar	Lake ve ahşap taşlama (boya)	Deri tutkalı, sentetik reçine bağı	No
C-kağıt	Kuru taşlama kağıdı	Levhalar, rulolar, kayışlar	Lake, ahşap ve metal taşlama (makine)	Kısmi veya tam sentetik reçine bağı	No
D-kağıt	Kuru taşlama kağıdı	Levhalar, rulolar, kayışlar	Lake, ahşap ve metal taşlama (makine)	Kısmi veya tam sentetik reçine bağı	No
E-kağıt	Kuru taşlama kağıdı	Levhalar, rulolar, kayışlar	Lake, ahşap ve metal taşlama (makine)	Kısmi veya tam sentetik reçine bağı	No
F-kağıt	Kuru taşlama kağıdı	Levhalar, rulolar, kayışlar	Lake, ahşap ve metal taşlama (makine)	Kısmi veya tam sentetik reçine bağı	No
A-kağıt su geçirmez	Islak zımpara kağıdı	Levhalar	Genel lake taşlama (elle)	Sentetik reçine bağı	Evet
C-kağıt su geçirmez	Islak zımpara kağıdı	Levhalar, kayışlar	Genel lake taşlama (el) Makineli taşlama	Sentetik reçine bağı	Evet
Film	Kuru taşlama filmi	Velcro destekli diskler	Macun, taban katları, dolgu ve son katların taşlanması	Sentetik reçine bağı	Kısmen
X dokulu pamuk	Kuru taşlama; ıslak taşlama	Levhalar, rulolar, kayışlar	Metal, cam, ahşap taşlama (makineler)	Sentetik reçine bağı	Kısmen
J-dokulu pamuk	Kuru taşlama	Levhalar, rulolar, kayışlar	Metal, cam, ahşap taşlama (makine)	Sentetik reçine bağı	Kısmen
J-fleks-doku	Kuru taşlama	Levhalar, rulolar, kayışlar	Metal, cam, ahşap taşlama (makine)	Sentetik reçine bağı	Kısmen
X-dokulu polyester	Kuru taşlama; ıslak taşlama	Levhalar, rulolar, kayışlar	Metal, cam, ahşap taşlama (makine)	Sentetik reçine bağı	Kısmen
Y-dokulu polyester	Kuru taşlama; ıslak taşlama	Levhalar, rulolar, kayışlar	Metal, cam, ahşap taşlama (makine)	Sentetik reçine bağı	Kısmen
Kaynak: [4, Almanya 2002] [150, FEPA / VDS 2016] tarafından güncellenmiştir					

16.2.1.4 Kalite gereklilikleri

En önemli kalite kriteri, standartlaştırılmış tane boyutunun korunmasıdır. Tokluk, sertlik, düşük toz içeriği, kuvars veya lifli parça bileşenleri olmaması ve tane yapısı da önemlidir. Müşterileri kaynaklı kalite gereklilikleri şunlardır:

- esneklik aralığı;
- elle uygulanan ıslak taşlamaya ilişkin alerjik olmayan özellikler;
- çok ince tanelere ilişkin aşındırıcıya uygulanan tane miktarı.

Bu gereklilikler nedeniyle, ıslak taşlamaya yönelik aşındırıcılar söz konusu olduğunda organik solventlerin kullanımı şu anda gereklidir.

16.2.2 Kaplanmış aşındırıcı üretiminde uygulanan işlemler ve teknikler

16.2.2.1 İşleme genel bakış

Kaplanmış aşındırıcılar aşağıdaki şekilde üretilir:

- bir desteğin yapıştırıcı malzemelerle kaplanması;
- Madde 16.2.2.2.3'te belirtildiği gibi elektrostatik veya mekanik taneli kaplama;
- ön kurutma;
- yapıştırıcı malzemelerle tekrarlanan kaplama;
- kurutma;
- büyük silindirler halinde yuvarlama (jumbo silindirler);
- son kaplama (isteğe bağlı).

Prosedürlerdeki farklılıklar, kurutma fırınlarının tipini (festoon kurutucu veya gerilimsiz kurutucu), uygulama prosedürünü ve çıkış gazının işlenmesini (biyolojik işleme, termal yakma veya işlemesiz) içerir.

Solvent kaplamaları, jumbo ruloların üretiminde kendinden yapışkanlı ürünlere veya sonsuz aşındırıcı bantlara göre daha sık kullanılmaktadır.

Konvansiyonel solvent bazlı yapıştırma sistemleri, örneğin otomotiv endüstrisindeki ıslak taşlama işlemlerinde kullanılan kaplanmış aşındırıcılara yönelik halen en son teknolojidir. Gerekli su geçirmezlik niteliklerini elde etmek için, yüzeylerin yapıştırıcı malzeme ile sürekli olarak ıslatılması ve düzgün bir şekilde kurutulması ve solventlerin kullanılması esastır (ayrıca bk. Tablo 16.5).

Yeterli kalite ve pürüzsüzlüğe sahip yüzeyler oluşturmak için yüksek teknoloji uygulamalarının geniş bir alanında ıslak taşlama işlemleri vazgeçilmezdir. İş parçası kalitesindeki bu talep ancak yüksek kaliteli zımpara kağıtları ile sağlanabilir ve bu da aşağıda belirtilen farklı nedenlerle solvent bazlı yapıştırma sistemlerinin kullanılmasını gerektirir.

En önemlisi, ince taneli uygulamalarda (grit boyutu 3 µm ila 20 µm) ve yüksek kaliteli zımpara kağıtlarında, yüksek katı içeriğine sahip düşük viskoziteli yapıştırma sistemleri gereklidir. Aşındırıcı parçacıkları, yeterli talaş kaldırma oranını garanti etmek için uçları tam olarak örtmeden destek malzemesinin yüzeyine sabitlenmelidir. Kontrollü tektip kurutma, su geçirmez aşındırıcı ürünler için yapıştırma sistemlerinin değerlendirilmesinde bir başka önemli faktördür. Aşındırıcı parçacıkları ile birleştirilmiş yapıştırma sistemi filminin dikey ve yatay olarak tamamen ve eşit şekilde kurutulması durumunda, ortaya çıkan aşındırıcı üründe yeterli kalite elde edilebilir. Ayrıca, yalnızca film veya yüksek oranda önceden kaplanmış kağıtlar pürüzsüzlük ve yüzey kalitesi talebini karşıladığından, çoğu durumda bu tür uygulamalarda kullanılan destek malzemeleri çok kutupsuz bir yüzey sergiler.

Diğer sistemler, özellikle su bazlı olanlar, çok daha büyük temas açılarına sahip olduğundan, bu tür kutuplu olmayan yüzeylerin ıslanması ancak solvent bazlı yapıştırma sistemleri ile sağlanabilir. Bu sistemlerin kullanımı ıslanma kusurlarına yol açarak, aşındırıcı parçacıkların yüzeye yapışmasının zayıflamasına ve dolayısıyla aşındırıcı ürünün kalitesinin düşmesine yol açacaktır.

Kalitesi değişmeyen kaplanmış aşındırıcılar, yüksek üretim seviyelerine sahip üretim tesislerinde üretilir. Bu tür tesisler genellikle aşağıdaki birimlerden oluşur:

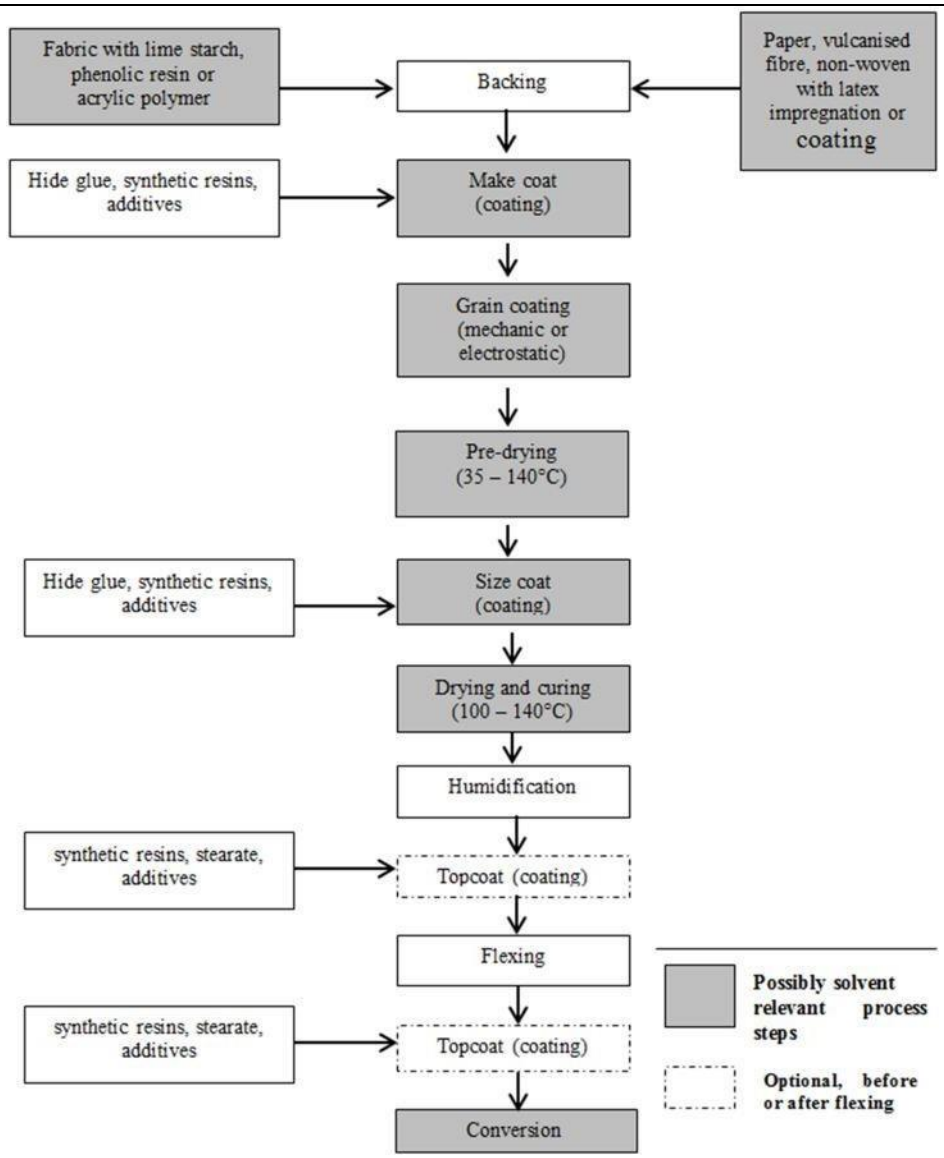
- taban kaplama parçası (yapıcı);
- ön kurutucu;
- boyut kat parçası (boyutlandırıcı);
- kurutucu;
- biriktirici;
- son kaplama (isteğe bağlı).

İlk adımda, destek malzemesinin arka yüzüne gerekli bilgilerle (ör. marka ve kalite etiketleri) 'üretici'de basılır. Daha sonra destek malzemesinin ön yüzüne ek kat (make coat) uygulanır. Daha sonra aşındırıcı taneler ile kaplanır. Tesisin ikinci bölümünde - ön kurutucu - sıcak hava, ek katı (make coat) kurutur veya sertleştirir. Üçüncü üretim biriminde - 'haşıl makinesi' - aşındırıcı taneciklerle kaplanmış olan destek malzemesi, bir haşıl katı ile döşenmiştir. Dördüncü ünitede sıcak hava ısıtmalı kurutucu bulunur ve bitmiş aşındırıcı malzeme içinden belirli bir süre akar. Bu işlemden sonra malzeme bitkiden kurumuş ve kürlenmiş halde çıkar ve büyük rulolar (jumbo rulolar) halinde sarılır. İsteğe bağlı olarak esnemeden önce veya sonra ek bir kat olarak ilave bir son kat uygulanır.

Çok sayıda elektronik ve termal ölçüm birimi, tüm prosedürü kontrol eder ve belirli tolerans sınırlarını belirler. Diğerlerinin yanı sıra bu, destek malzemesinin taneli kaplamasını ifade eder.

16.2.2.2 Ayrıntılı işlem adımları

Şekil 16.3'te, tipik bir tesise genel bir bakış gösterilmektedir.



Kaynak: [4, Almanya 2002] [150, FEPA / VDS 2016] tarafından güncellenmiştir

Şekil 16.3: Kaplanmış aşındırıcılara ilişkin şematik işlem akışı

16.2.2.2.1 Destek malzemelerinin ön işlemesi

Ön işleme, aşındırıcı üretim tesisinde isteğe bağlı bir işlem adımıdır.

Kağıt

Kağıdın sonraki uygulamasına bağlı olarak, ön işleme farklılık gösterir. Örneğin, su geçirmez aşındırıcı kağıtların destek malzemeleri, uzun zincirli alkid reçinelerle emprenye edilir. Bazen suyla seyreltilebilen fenolik reçinelerle (daha iyi ısı direnci için) kombinasyon halinde kullanılan lateks dispersiyon solventsiz bir alternatif olabilir.

Kumaşlar

Destek olarak aşağıdaki kumaşlar kullanılır:

- pamuk;
- sentetik;
- karma (pamuk ve sentetik).

Doku için yapıştırıcı malzemenin modifikasyonu, ürünün talep edilen (mekanik) esnekliğine bağlıdır. Fenolik reçineler, kauçuk (doğal kauçuk) veya sentetik dispersiyonlar bu amaçla yaygın olarak kullanılan malzemelerdir.

Vulkanize elyaf

Vulkanize elyaf genellikle ön işleme tabi tutulmaz.

16.2.2.2.2 Destek malzemesinin yapıştırıcı malzemelerle kaplanması

Destek malzemeleri, bir kaplama makinesinde, örneğin bir kambur vals vasıtasıyla (ek kaplamanın uygulanması) yapıştırıcı malzeme ile kaplanır.

Aşındırıcının uygulama profiline bağlı olarak farklı yapıştırma malzemeleri bulunmaktadır. Deri tutkal ve nişasta veya reçineler (ör. epoksi, üre, alkid ve poliüretan reçineler) gibi doğal ürünlere ek olarak, çoğunlukla fenolik reçineler uygulanır. Fenolik reçinelerin diğer yapıştırma malzemelerine göre avantajları daha iyi yapışma, neme karşı daha düşük hassasiyet ve daha yüksek termal dirençtir. Sulu fenolik reçineler, daha kolay işlenebilmeleri nedeniyle genellikle solvent içerikli biraz daha esnek ürünlere tercih edilir.

Kurutma ve sertleştirme işlemi feston ön kurutucuda gerçekleştirilir. Destek malzemesi, sirküle eden sıcak hava ile ısıtılan kurutucu veya sertleştiricinin çeşitli sıcaklık bölgeleri boyunca çubukların üzerinden büyük döngüler halinde akar. Böylece, yapıştırma malzemesine karşılık gelen belirli bir bekleme süresi garanti edilir.

Gerekirse web, kurutucunun ucunda gerilir. Nihai gömme ve sabitleme (haşıl) için birkaç bağlama katmanı uygulanabilir.

Fenolik reçinelerin nihai sertleşmesi, bağlanma ve aşındırıcı taneye bağlı olarak 100-140 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Bu prosedür, bir kurutma kanalında (ön kurutma gibi) veya sertleştirme fırınında bekletildikten sonra gerçekleştirilir.

16.2.2.2.3 Destek malzemesinin tane ile kaplanması

Elektrostatik taneli kaplama

Destek malzemesi, elektrostatik bir alandan geçer. Ek katlı (make coat) taraf aşağı doğru konumlandırılmıştır. Aynı zamanda, aşındırıcı tanecik, bir taşıma bandı üzerindeki kaplanmış desteğin altından belirli bir mesafe boyunca akar. Aşındırıcı tanecik elektrostatik alana girdiğinde yüklenir ve böylece yukarıdaki destek tarafından çekilir. Kaplanmış destek malzemesine ulaşır ve ek kaplamanın içine damlar. Bu işlem sırasında, taneler keskin uçları destek malzemesini dikey olacak şekilde yönlendirilir. Sonuç olarak, aşındırıcı olağanüstü kesme özellikleri elde eder.

Mekanik taneli kaplama

Elektrostatik taneli kaplamadan önce, kaplanan aşındırıcılar 'yerçekimli taneli kaplama' ile kaplanmaktaydı. Bu prosedür bazı özel alanlarda halen kullanılmaktadır. Aşındırıcı tanecik bir haznenin üzerine düşer ve ek kat ile kaplı desteğin üzerine serbest şekilde düşer. Tanelerin çoğu bağlayıcı tabakaya tutunur. Destek webinin yönü değiştirildiğinde fazla tane bir toplama hunisine düşer. Oradan, aşındırıcı tanecik geri dönüştürülebilir ve tekrar kullanılabilir.

Diğer kaplamalar

İnce tane boyutlarının gerekli olduğu özel uygulamalar için, aşındırıcılar üçüncü bir prosedür olan elütriasyon işlemi ile kaplanır. Tane, cila tozu veya dolgu malzemesi doğrudan yapıştırma malzemesine eklenir. Bir haşıllayıcıda, iyice karıştırılmış kütle ters rulolar üzerinden geçer ve destek malzemesine uygulanır. Burada ek kat uygulamasına gerek yoktur.

16.2.2.2.4 Esneme

Makaradan sonra, ürünlerin ilerideki amaçlarına bağlı olarak kalitesini garanti etmek için zımpara kağıdı, kağıt veya elyaf (jumbos) ruloları daha fazla işlemden geçirilmelidir. Bu amaçla, damar ve yapıştırıcı malzemelerle sert kaplama, sertleştirme ve şartlandırmadan sonra esnek hale getirilir. Kullanılan aşındırıcının türüne bağlı olarak, esnetmek için birkaç özel yöntem vardır. Bunlar 90° esneme ve çapraz esnemedir. 90°-esneme için, aşındırıcının serpilmeyen tarafı bir esneme silindiri üzerine çekilir.

Esneme derecesi, esneme silindirinin yarıçapına bağlıdır. Esneme, her bir aşındırıcının özel amacına ve özelliklerine göre gerçekleştirilir. Yapıştırıcı malzeme tabakası ve aşındırıcı tane çok yüksek esneme nedeniyle kırıldığında, bu, ürünün aşındırıcı kapasitesinin azalmasına yol açar.

16.2.2.2.5 Ürünün son kat uygulaması

[150, FEPA/VDS 2016]

İsteğe bağlı olarak makaradan veya esnemeden gelen rulolar ilave bir son kat tabakası ile kaplanır. Son kat, esas olarak sentetik reçineler, stearat ve katkı maddelerinden oluşur. Bu son kat ile belirli özellikler elde edilir.

16.2.2.3 Tesis bileşenleri

Açıklanan işlemler genellikle Tablo 16.6'da listelenen bileşenlere sahip tesislerde gerçekleştirilir.

Tablo 16.6: Tesis bileşenleri ve farkları

Açma	900-1 650 mm çalışma eninde ve 10-50 m/dak hızda açılır sehpalar kullanılmaktadır.
Baskı	Genellikle iki ila üç baskı rulosu kullanılır.
Rulo kaplama (alternatif: püskürtme)	Pota tanklı iki baskı silindiri veya alternatif olarak jet püskürtme ile gerçekleştirilir.
Tane kaplama alanı (elektrostatik veya mekanik)	Plaka kondansatörlü (yaklaşık 30 kV veya daha fazla gerilim) veya tane kaplama hunisi (arkasındaki huni kapısı) olan bir tane kaplama alanının kullanılması.
Kurutucu (askılı kurutucu veya gerilimsiz kurutucu)	35-140 °C sıcaklık (askılı kurutucuda, kaplanmış web, döngüler halinde akar; gerilimsiz kurutucuda, web, kurutucu boyunca temas etmeden düz olarak taşınır).
Nemlendirme	Genellikle kurutucunun sonunda bir buhar bölgesinde.
Biriktirme	Çalışan bir bindirme sargı aracılığıyla gerçekleştirilir.
Uç kurutma	Genellikle tek jumbo rulo kapasiteli küçük bir kurutucunun kullanımı.
Egzoz havasının işlenmesi	Enerji geri kazanımlı veya geri kazanımsız (sahaya özgü koşullara ve enerji veya ısı talebine bağlı olarak) 700 °C'de (veya daha yüksek) toz tutucuların ve termal veya rejeneratif işlemenin uygulanması.
Suyun işlenmesi	Biyolojik su işleme tesisi veya biyoreaktör.
Esneme	Açma, esneme çubuklarından oluşan flex makineleri (ürünü esnek hale getirmek için web, esneme çubuğunun üzerinden dar bir açıyla arka tarafı ile çalışır), sarma.
Dönüştürme	Aşındırıcı bantların bindirmeli sonsuz bantlara yapıştırılması, bantların bölümlere ayrılmasını sağlayan makinelerde, basınç altında ve basınç ünitelerinde ısı ile yapıştırılmadan önce hazırlanır. Solvent içeren PU yapıştırıcılar kullanılabilir. Kesme ve zımbalama cihazları levha, disk ve rulo üretir.
Kaynak: [4, Almanya 2002] [150, FEPA / VDS 2016] tarafından güncellenmiştir	

Patlama korumasına ilişkin sistem farkları

Uygulama ünitelerinin ve açık weblerin etrafına patlamaya karşı koruma ekipmanı kurmak genellikle gereklidir. Uygulama üniteleri ve açık webler düzgün çalışan emiş üniteleri ile donatılmıştır. İzleme, sahaya özgü koşullara uygun uygun önlemlerle gerçekleştirilir.

Gerektiğinde, tüm elektrikli ekipmanlar bu kılavuzlara göre patlamalara karşı korunmaktadır. Tüm döngü cihazları, döngü bölgesinin dışında bulunur. Döngü bölgesi yalnızca dolaylı olarak ısıtılır.

Üretim hattının azami hızı, en düşük parlama noktasına sahip maddenin LEL değerinin azami %50'sini garanti edecek şekilde kontrol edilir.

Atmosfer altı (negatif) bir basınca ulaşmak ve %50 LEL'i sağlamak için, kurutucu sürekli olarak belirli bir atık hava miktarı ile çalıştırılır.

Çıkış gazı akışları toplanır ve çıkış gazı işleme tesisine yönlendirilir. Hava akışları izlenir. Tane kaplama odası bir ekstraksiyon ünitesi ile donatılmıştır ve ayrıca izlenmektedir.

Kaplama makineleri ve elektrostatik tane kaplama tesisleri yangın söndürme sistemleri ile korunmaktadır.

Ön kurutucu ve ana kurutucu, dahili yangın söndürme sistemleri (kuru yükselen borular) ile tamamen korunmaktadır.

16.2.3 Kaplanmış aşındırıcı üretiminde mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

IED kapasite eşiğinin üzerinde hiçbir tesis belirlenmediğinden STS TWG, anketler aracılığıyla veri toplamama kararı almıştır. Aşağıdaki bölümler orijinal STS BREF (2007) ile aynıdır.

16.2.3.1 Kütle dengeleri

Tablo 16.7, Tablo 16.8 ve Tablo 16.9'da mevcut üç tesisin kütle dengeleri gösterilmektedir.

Tablo 16.7'de, farklı bağlama türlerinden oluşan tipik bir ürün karışımına sahip bir aşındırıcı üretim tesisinin kütle dengesi gösterilmektedir:

- deri tutkal (solvent içermez);
- kısmi sentetik reçine (solventsiz);
- sentetik reçine (neredeyse solvent içermez).

Denge, yılda 10 kiloton nihai ürüne ilişkin belirli değerlerle gerçek değerler kullanılarak kurulmuştur. Bu tesisin kapasitesi yaklaşık olarak bu miktara tekabül etmektedir. Çıkış değerleri yarım saatlik ortalama değerlerdir.

Tablo 16.7: Tesis 1'deki aşındırıcı imalatının kütle dengesi

Girdi		Çıktı	
Hammaddeler (1)			
Kağıt/kumaş	4 701 ton/yıl	Ürün	10 000 ton/yıl
Aşındırıcı tane	3 214 ton/yıl	Yakılacak atık	77 ton/yıl
Fenoller ve diğer sentetik reçineler dahil yapıştırma malzemesi	2 436 ton/yıl	Bertaraf edilecek atık	37 ton/yıl
		Tehlikeli atık	116 ton/yıl
Solventler (2)			
Su	827 ton/yıl	Su	827 ton/yıl
Organik solventler (3)	275 ton/yıl	Kaçak VOC emisyonları	38 ton/yıl
		Termal işlemden sonra TOC	< 20 mg/m^3
		Isıl işlemden sonra NO_X	< 100 mg/m^3
		Isıl işlemden sonra CO	< 100 mg/m^3
		Termal veya rejeneratif bir işlemin bağıl oksijeni	%18-21
Enerji (kWh/yıl)			
Elektrik akımı	3 007 243		
Gaz	21 871 076		
Sıcak su	16 379 075		

Not:
(1) Hammadde girdisinin toplamı 10 351 t'a kadar çıkmakta ve çıktı sadece 10 230 t'a ulaşmaktadır (kütle dengesi kapalı değildir).
(2) Organik solvent ile benzer şekilde (girdi 1 102 t, çıktı 865 t).
(3) Kütle dengelerindeki farklılıklar, çıkış gazı işleme sistemlerinde solventlerin ve diğer katkı maddelerinin yanmasından kaynaklanmaktadır [4, Almanya 2002] [78, TWG 2005].
Kaynak: [38, TWG 2004]

Tablo 16.8'de, yalnızca kumaşın koruma yoluyla bir araya getirildiği Tesis 2'nin kütle dengesi gösterilmektedir. Üretilen kumaş, kaplanmış aşındırıcılar için destek olarak kullanılır. Hafif ve ağır pamuklu ve ayrıca ağır polyester kumaşlar emprenye edilir. Gösterilen değerler yalnızca kumaş emprenye değerleridir. Kütle dengesi, yıllık 10 kiloton nihai ürünle ilgili belirli değerlerle gerçek değerler kullanılarak oluşturulmuştur.

Bu tesisin kapasitesi yılda yaklaşık 5 kiloton nihai üründür. Karşılık gelen aşındırıcı üretimi, Tablo 16.9'da açıklanan Tesis 3'te gerçekleştirilir.

Tablo 16.8: Tesis 2'deki aşındırıcıların üretimi için emprenye tesisinin kütle dengesi

Girdi		Çıktı	
Hammaddeler (1)			
Ham kumaş	8 101 ton/yıl	Emprenye edilmiş kumaş	10 000 ton/yıl
M^2 / yıl'a karşılık gelen	24 261 025	M^2 / yıl'a karşılık gelen	24 261 025
Fenolik reçineler	1 002 ton/yıl	Tehlikeli atık	185 ton/yıl
Örgüler	2 104 ton/yıl	Bertaraf edilecek atık	133 ton/yıl
Deri tutkal/haşıl	585 ton/yıl	İlave işlenecek atık	484 ton/yıl
Katkı maddeleri	670 ton/yıl	Kağıt atığı	117 ton/yıl
Solventler (2)			
Organik solventler (3)	125 ton/yıl	Kaçak VOC emisyonları	12 ton/yıl
		Termal işlemden sonra TOC	< 20 mg/m^3
		Isıl işlemden sonra NO_X	< 100 mg/m^3
		Isıl işlemden sonra CO	< 100 mg/m^3
		Toz	< 10 mg/m^3
		Termal veya rejeneratif bir işlemin bağıl oksijeni	%18-21
Yardımcı maddeler			
Su (m^3/yıl)	101 630	Atık su	
		İmalat	46 750 m^3/yıl
		Soğutma	8 794 m^3/yıl
		Buhar	21 752 m^3/yıl
		Sıhhi	7 692 m^3/yıl
		Temizlik	16 639 m^3/yıl
Enerji (kWh/yıl)			
Enerji	46 258 325		

Not:
(1) Hammadde girdisinin toplamı 12 462 t'a kadar çıkmakta ve çıktı sadece 10 919 t'a ulaşmaktadır (kütle dengesi kapalı değildir).
(2) Organik solvent ile aynı (girdi 125 t, çıktı 12 t).
(3) Kütle dengelerindeki farklılıklar, çıkış gazı işleme sistemlerinde solventlerin ve diğer katkı maddelerinin yanmasından kaynaklanmaktadır [4, Almanya 2002] [78, TWG 2005].
Kaynak: [38, TWG 2004]

Tablo 16.9'da, kaplanmış aşındırıcılar için bir üretim sahası olan Tesis 3'ün kütle dengesi gösterilmektedir. Birkaç makineden oluşur, ancak destek malzemeleri ön işleme tabi tutulmaz. Üretim, elle taşlama ve kuru zımparalama kağıtlarını, su geçirmez kağıt ve ince aşındırıcıları, hafif ve orta ve ağır kumaş kalitelerini ve aşındırıcı naylon ürünleri içerir. Denge, yılda 5 000 000 m^2 nihai ürün ile ilgili belirli değerlerle gerçek değerler kullanılarak kurulmuştur. Bu tesisin kapasitesi bu miktarın biraz üzerindedir. Çıktı değerleri yarım saatlik ortalama değerlerdir.

Tablo 16.9: Tesis 3'teki aşındırıcı imalatının kütle dengesi

Girdi ([1])		Çıktı ([1])	
Hammadde			
Emprenye edilmiş destek malzemesi	5 000 000 m^2/yıl	Ürün	5 000 000 m^2/yıl
Aşındırıcı tane	992 ton/yıl		
Solventler			
Organik solventler ([2])	259 ton/yıl	Kaçak VOC emisyonları	30.1 ton/yıl
		Termal işlemden sonra TOC	< 20 mg/m^3
		Isıl işlemden sonra NO_X	< 100 mg/m^3
		Isıl işlemden sonra CO	< 100 mg/m^3
		Toz	< 10 mg/m^3
		Termal veya rejeneratif bir işlemin bağıl oksijeni	%18-21
Fenolik ve diğer reçineler	520 ton/yıl		
Örgüler	22.2 ton/yıl		
Yardımcı maddeler			
Su	32 063 m^3/yıl		
Enerji			
Gaz ve akım	34 831 581 kWh/yıl		

Not:
(1) Kütle dengesi kapalı değildir.
(2) Kütle dengelerindeki farklılıklar, çıkış gazı işleme sistemlerinde solventlerin ve diğer katkı maddelerinin yanmasından kaynaklanmaktadır [4, Almanya 2002] [78, TWG 2005].
Kaynak: [38, TWG 2004]

16.2.3.2 Tüketim

Hammadde, solvent, su ve enerji tüketimi için Madde 16.2.3.1'e bakınız.

16.2.3.3 Emisyonlar

16.2.3.3.1 Havaya emisyonlar

Almanya'daki üç tesisteki emisyon örnekleri Madde 16.2.3.1'de verilmektedir.

Çıkış gazının işlenmesinden sonra, ulaşılan emisyon seviyeleri TVOC için 20 mg C/m^3'ün altında ve hem CO hem de NO_X için 100 mg/m^3'ün altındadır. Fenol (20 mg/m^3) için azami sınırlara da uyulur.

16.2.3.3.2 Suya emisyonlar

Atık su, ağırlıklı olarak fenol ve florür içeren makine parçalarının temizlenmesinden kaynaklanır. Aşağıdaki atık su işleme işlemleri normalde bir belediye atık su işleme tesisine deşarj edilmeden önce gerçekleştirilir:

- nötrleştirme;
- florür çökelmesi;
- filtrasyon;
- biyolojik işleme.

Yukarıda belirtilen teknikler, STM BREF [23, COM 2006] ve CWW BREF [31, COM 2016]'da ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Aşağıdaki veya daha düşük emisyon seviyelerine ulaşılır:

- toplam fenol 75 mg/l;
- Buhar fenolündeki VOC'ler: 20 mg/l;
- florür: 40 mg/l;
- sülfat: 200 mg/l;
- demir: 1 mg/l;
- alüminyum: 1 mg/l;
- çinko: 1 mg/l.

16.2.3.3.3 Atık

Ürün yelpazesine göre, dönüşüm sırasında kesimler (ör. kenarlar, zımbalar) şeklinde atıklar ortaya çıkar. Bazı durumlarda, bu kesimlerin bir kısmı ayrılabilir, yeniden kesilebilir ve satılabilir.

16.2.4 Kaplanmış aşındırıcıların üretimine ilişkin BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

Bölüm 17'de, kaplanmış aşındırıcıların imalatına da uygulanabilecek teknikler tartışılmaktadır. Tablo 16.10'da kaplanmış aşındırıcıların üretimi ile ilgili genel teknikler gösterilmektedir. Bu endüstriye özgü bilgiler sunulmadıkça, bu teknikler bu bölümde tekrarlanmaz. Her teknik için dikkate alınan bilgi tipinin açıklaması Tablo 17.1'de verilmiştir.

Tablo 16.10: Genel olarak sektöre uygulanabilir tekniklere referans

Teknik	Madde numarası
Çevre yönetim teknikleri	17.1
Hammaddelerin depolanması ve elleçlenmesi	17.2
İzleme	17.3
Su kullanımı ve atık su üretimi	17.4
Enerji yönetimi ve enerji verimliliği	17.5
Hammadde yönetimi (ikame dahil)	17.6
Kaplama işlemleri ve ekipmanları	17.7
Kurutma ve/veya kürleme teknikleri	17.8
Temizleme teknikleri	17.9
Çıkış gazı çıkarma ve işleme	17.10
Atık su işleme teknikleri	17.11
Atık yönetimi teknikleri	17.12
Koku emisyonları	17.13

Yapıştırıcıların endüstriyel uygulamasına ilişkin EGTEI arka plan belgesi (bk. Ek 21.3), VOC emisyonlarını azaltmak için bazı tekniklerin Avrupa düzeyindeki maliyetleri ve faydaları hakkında bazı veriler vermektedir. Bununla birlikte, EGTEI yaklaşımı zorunlu olarak karmaşıklığını sınırlamak zorundadır ve çapraz ortam etkileri veya bireysel tesis ve ürünlerin teknik özellikleri gibi diğer BAT faktörleri dikkate alınmadan yalnızca temel teknikler verilmiştir [83, EGTEI 2005].

16.2.4.1 Geleneksel solvent bazlı yapıştırma malzemelerinin ikamesi

16.2.4.1.1 Solvent içermeyen yapıştırma malzemeleri

Açıklama

Solvent içermeyen yapıştırma malzemeleri, deri tutkal, haşıl ve kısmi sentetik reçinelerdir. Bunlar, kumaşlar söz konusu olduğunda, belirli ürün kaliteleri için kullanılabilir. Bununla birlikte, reçineler genellikle daha iyi yapışma, neme karşı daha düşük hassasiyet ve daha yüksek bir termal dirence sahip oldukları için uygulanır. Su bazlı fenolik reçineler, solvent içerikli biraz daha esnek ürünlere göre daha kolay işlenebilmeleri nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir.

Aşındırıcı kağıt için gerekli olan su geçirmezlik nitelikleri ancak solvent bazlı yapıştırma malzemeleri kullanılarak elde edilebilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent emisyonları ihmal edilmiştir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Islak taşlamalı aşındırıcılarının üretimi için solvent bazlı yapıştırma malzemeler gereklidir. Bunlar, genellikle kuru taslama kağıtlarının üretimi için uygulanır.

Referans literatür

[4, Almanya 2002] [38, TWG 2004]

16.2.4.2 Kurutma

16.2.4.2.1 Konveksiyonla kurutma

Genel açıklama için bk. Madde 17.8.6. Askılı veya gerilimsiz kurutucular genellikle 35-110 °C sıcaklıkta uygulanır. Askılı kurutucuda, kaplanmış web, döngüler halinde ilerler. Gerilimsiz kurutucuda, web kurutucu boyunca düz ve temassız olarak taşınır.
[4, Almanya 2002]

16.2.4.3 Çıkış gazı çıkarma ve işleme

16.2.4.3.1 Dahili solvent konsantrasyonunun artması

Genel açıklama için bk. Madde 17.10.3.2.

Bu genellikle, atık gaz işleme sisteminin solvent azaltma verimliliğini artırmak için uygulanır. Üretim hattının azami hızı, en düşük parlama noktasına sahip maddenin LEL değerinin azami %50'sini garanti edecek şekilde kontrol edilir. Bu amaçla, hız elektronik olarak engellenir. Atmosfer altı (negatif) basınca ulaşmak ve %50 LEL'i garanti etmek için, kurutucu sürekli olarak belirli bir miktarda atık hava ile çalıştırılır [4, Germany 2002].

16.2.4.3.2 Çıkış gazlarının muhafazası ve toplanması

Genel açıklama için bk. Madde 17.10.2.

Weblerin açıldığı yerlerden, yapıştırıcı malzeme uygulayan ünitelerden ve kurutucudan çıkan çıkış gazları toplanarak atık gaz işleme sistemine yönlendirilir. Kaçak solvent emisyonları, solvent girişinin %9,6-13,8'i aralığına düşürülür.
[4, Almanya 2002] [78, TWG 2005]

16.2.4.3.3 Kuru filtre sistemleri

Genel açıklama için bk. Madde 17.10.4.4.

Birkaç tip torba filtre uygulanır. Elde edilen emisyon değerleri toz özelliklerine, filtre yapısına ve filtrenin kendisine bağlıdır. < 10 mg/m^3lük bir statik toz konsantrasyonunun ulaşılabilir olduğu bildirilmiştir (2002 verileri). Toz emisyonlarını azaltma teknikleri ve ulaşılabilir emisyon seviyeleri hakkında daha fazla bilgi için bk. Madde 17.10.4.
[4, Almanya 2002]

16.2.4.3.4 Termal oksidasyon

Genel açıklama için bk. Madde 17.10.5.2.

Tesisler, 66 000 Nm3/saat'ye kadar egzoz hava hacimlerinde emisyon değerlerine ulaşır:
< 20 mg VOCs/m^3 (yarım saatlik ortalama değer) [4, Almanya 2002].

16.2.4.3.5 Rejeneratif termal oksidasyon

Genel açıklama için bk. Madde 17.10.5.4 ve 17.10.5.5.

Bu genellikle kurutuculardan, webin açıldığı yerlerden ve yapıştırma malzemesi uygulayan ünitelerden çıkan atık gazları işlemek için uygulanır.

Üretim sırasında, rejeneratif oksitleyici normalde ototermal olarak çalışabilir (atık gazda 2-3 g/m^3 organik solventin üzerinde). Tesisler, 66 000 Nm3/saat'ye kadar egzoz havası hacimlerinde < 20 mg C/m^3, < 100 mg CO/m^3 ve 100 mg NO_X/m^3 (yarım saatlik ortalama değerler) emisyon değerlerine ulaşır. < 20 mg/m^3 fenol seviyelerine ulaşılır [4, Almanya 2002].

16.2.4.3.6 Biyolojik işleme

Bu teknik, aşındırıcı endüstrisindeki özel koşullar nedeniyle uygulanamaz. Pilot tesisler test edilmiştir. Bununla birlikte, ham gazdaki toplam C'nin yüksek ve değişken konsantrasyonları nedeniyle bu teknoloji, teknik veya ekonomik açıdan aşındırıcı endüstrisinde uygulanamaz.

Termal oksidasyon ve rejeneratif termal oksidasyon, şu anda kaplanmış aşındırıcıların imalatında BAT olarak görülmektedir.

17 BİRDEN FAZLA STS SEKTÖRÜNDE UYGULANABİLİR BAT'IN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER

Bu bölümde, bu belge kapsamındaki faaliyetlerde yüksek düzeyde çevre koruma elde etme potansiyeline sahip olduğu düşünülen ve birden fazla sektöre (endüstriye) uygulanan teknikler (veya bunların kombinasyonlarını) ve ilgili izleme işlemleri açıklanmaktadır. Amaç, okuyucunun bu tekniklere ilişkin genel bilgileri kolayca bulmasına yardımcı olmaktır. Madde X.4'te de açıklanan tekniklere ilişkin bilgilerin tekrarını sınırlamak için çaba gösterilmiştir (Teknikler, X'in belirli endüstri bölümü olduğu her bir özel endüstri için dikkate alınmalıdır). Yalnızca bir sektörle ilgili teknikler, yalnızca ilgili X.4 bölümlerinde sunulmaktadır. Açıklanan teknikler, hem kullanılan teknolojiyi hem de tesislerin tasarlanma, inşa edilme, bakım yapılma, işletilme ve hizmet dışı bırakılma yöntemlerini içerecektir.

Çevre yönetim sistemlerini, sürece entegre teknikleri ve boru çıkışı tekniklerini kapsar. Atığın en aza indirilmesi ve geri dönüşüm prosedürleri de dahil olmak üzere atık önleme ve yönetimi ile kullanım ve yeniden kullanımı optimize ederek ham madde, su ve enerji tüketimini azaltan teknikler de dikkate alınmaktadır. Açıklanan teknikler ayrıca kazaların ve olayların çevresel sonuçlarının önlenmesi veya sınırlandırılmasının yanı sıra sahanın iyileştirilmesini de kapsar. Normal çalışma koşulları dışındaki (başlatma ve kapatma işlemleri, kaçaklar, arızalar, anlık duruşlar ve faaliyetlerin kesin olarak durdurulması gibi) emisyonların önlenmesini veya azaltılmasını da kapsar.

Direktif, Ek III'te BAT'ın belirlenmesine ilişkin bir dizi kriter listelenmektedir ve bu bölümdeki bilgiler bu hususları ele alacaktır. Direktifteki BAT tanımına göre tekniklerin ve değerlendirmenin karşılaştırılmasını mümkün kılmak amacıyla, her bir tekniğe ilişkin bilgileri ana hatlarıyla belirtmek için mümkün olduğunca Tablo 17.1'deki standart yapı kullanılmaktadır.

Bu bölüm ve Madde X.4'te, sektörde uygulanabilecek tekniklerin kapsamlı bir listesi verilmeyebilir. Bireysel bir tesis için BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınabilecek başka teknikler mevcut olabilir veya geliştirilebilir.

Tablo 17.1: Bölüm 17'de ve Bölüm 2 ila 16'nın her birinde Bölüm 4'ün tamamında açıklanan her bir tekniğe yönelik bilgi dökümü

Madde başlıkları
Açıklama
Teknik Açıklama
Sağlanan çevresel faydalar
Çevresel performans ve operasyonel veriler
Çapraz ortam etkileri
Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Ekonomik yönler
Uygulanmasını teşvik eden faktör
Örnek tesisler
Referans literatür

17.1 Çevre yönetim teknikleri

17.1.1 Çevre yönetim sistemi (EMS)

Açıklama

Çevresel hedeflere uygunluğu göstermek için resmi bir sistem.

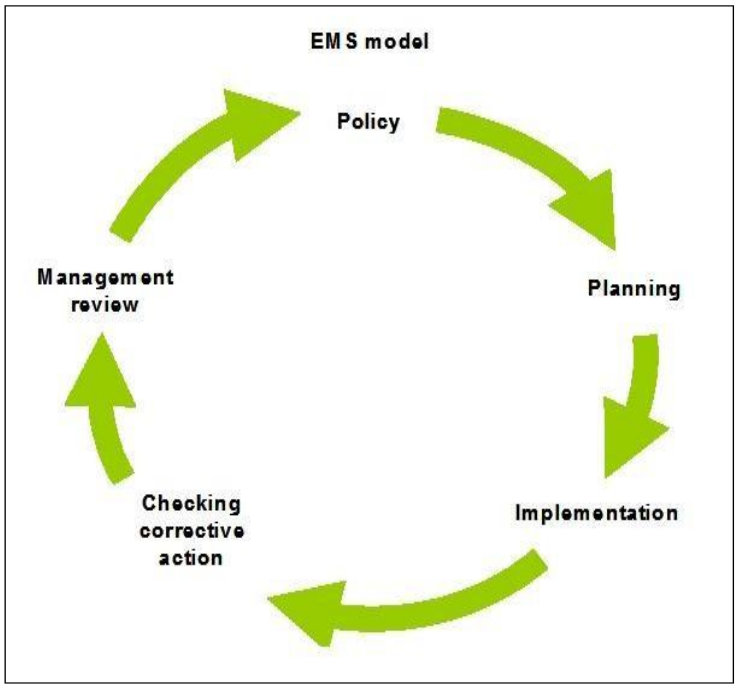
Teknik Açıklama

Direktifte, 'teknikler' ('mevcut en iyi teknikler' tanımı altında) 'hem kullanılan teknoloji hem de tesisin tasarlanması, inşa edilmesi, bakımının yapılması, işletilmesi ve hizmetten çıkarılması yöntemi' olarak tanımlanmaktadır.

Bu bağlamda, çevre yönetim sistemi (EMS), tesis operatörlerinin çevresel sorunları sistematik ve gösterilebilir bir şekilde ele almalarına olanak sağlayan bir tekniktir. EMS'ler, bir tesisin genel yönetiminin ve işletiminin doğal bir parçasını oluşturdukları yerde en etkili ve verimlidir.

EMS'de, özellikle hem normal hem de normal olmayan çalışma koşulları için net çalışma prosedürlerinin uygulanması ve ilgili sorumluluk alanlarının belirlenmesi yoluyla operatörün dikkati tesisin çevresel performansına yöneltilmiştir.

Tüm etkili EMS'ler, sürekli iyileştirme kavramını içerir; bu kavram, çevre yönetiminin, sonunda sona eren bir proje değil, devam eden bir süreç olduğu anlamına gelir. Çeşitli süreç tasarımları vardır, ancak çoğu EMS planla-uygula-kontrol et-önlem al döngüsüne dayalıdır (bu, diğer şirket yönetimi bağlamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır). Döngü, bir döngünün tamamlanmasının bir sonrakinin başlangıcına aktığı yinelemeli bir dinamik modeldir (bk. Şekil 17.1).



Şekil 17.1: EMS modelinde sürekli iyileştirme

EMS, standartlaştırılmış veya standartlaştırılmamış ('özelleştirilmiş') bir sistem şeklinde olabilir. EN ISO 14001 gibi uluslararası kabul görmüş standartlaştırılmış bir sistemin uygulanması ve bu sisteme bağlı kalınması, özellikle uygun şekilde gerçekleştirilen bir dış doğrulamaya tabi tutulduğunda, EMS'ye daha yüksek güvenilirlik sağlayabilir.

1221/2009 Sayılı Yönetmeliğe (EC) göre Avrupa Birliği eko-yönetim ve denetim planı (EMAS), çevre bildirimi ve geçerli çevre mevzuatına uygunluğu sağlayan mekanizma aracılığıyla halkla etkileşim nedeniyle ek güvenilirlik sağlar. Bununla birlikte, standartlaştırılmamış sistemler, uygun şekilde tasarlanmaları ve uygulanmaları koşuluyla, ilke olarak eşit derecede etkili olabilir.

Hem standartlaştırılmış sistemler (EN ISO 14001:2015 veya EMAS) hem de standartlaştırılmamış sistemler ilke olarak kuruluşlar için geçerli olsa da, bu belge bir kuruluşun tüm faaliyetlerini içermeyen daha dar bir yaklaşım benimsemektedir (örneğin, Direktifin yalnızca fabrikaları/tesisleri düzenlemesi nedeniyle, ürün ve hizmetleriyle ilgili olarak).

EMS aşağıdaki özellikleri içerebilir:

i. etkili bir EMS'nin uygulanması için üst yönetim de dahil olmak üzere yönetimin taahhüdü, liderliği ve hesap verebilirliği;
ii. kuruluşun bağlamının tespit edilmesini, ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin belirlenmesini, çevre (veya insan sağlığı) için olası risklerle ilişkili tesis özelliklerinin tanımlanması ve çevre ile ilgili geçerli yasal gerekliliklerin belirlenmesini içeren bir analiz;
iii. tesisin çevresel performansının sürekli iyileştirilmesini içeren bir çevre politikasının geliştirilmesi;
iv. geçerli yasal gerekliliklere uyumun korunması da dahil olmak üzere önemli çevre boyutlarıyla ilgili hedefler ve performans göstergelerinin oluşturulması;
v. çevresel hedeflere ulaşmak ve çevresel risklerden kaçınmak için gerekli prosedürleri ve eylemlerin (gerektiğinde düzeltici ve önleyici eylemler dahil) planlanması ve uygulanması;
vi. çevresel boyutlar ve hedeflerle ilgili yapıların, görevlerin ve sorumlulukların belirlenmesi ve ihtiyaç duyulan mali ve insan kaynaklarının sağlanması;
vii. çalışmaları tesisin çevresel performansını etkileyebilecek personelin gerekli yetkinliği ve farkındalığının sağlanması (ör. bilgi ve eğitim verilerek);
viii. iç ve dış iletişim;
ix. çalışanların iyi çevre yönetimi uygulamalarına katılımının teşvik edilmesi;
x. önemli çevresel etkiye sahip faaliyetleri ve ilgili kayıtları kontrol etmek için bir yönetim el kitabı ve yazılı prosedürlerin oluşturulması ve sürdürülmesi;
xi. etkin operasyonel planlama ve süreç kontrolü;
xii. uygun bakım programlarının uygulanması;
xiii. acil durumların olumsuz (çevresel) etkilerinin önlenmesi ve/veya hafifletilmesi dahil, acil duruma hazırlık ve müdahale protokolleri;
xiv. (yeni) bir tesisi veya bir parçasını (yeniden) tasarlarken, inşaat, bakım, işletme ve hizmetten çıkarmayı içeren kullanım ömrü boyunca çevresel etkilerinin dikkate alınması;
xv. bir izleme ve ölçüm programının uygulanması; gerekirse, IED Tesislerinden Havaya ve Suya Emisyonların İzlenmesine İlişkin Referans Raporunda bilgi bulunabilir;
xvi. düzenli olarak sektörel kıyaslama uygulaması;
xvii. çevresel performansı değerlendirmek ve EMS'nin planlanan düzenlemelere uygun olup olmadığını ve uygun şekilde uygulanıp sürdürülmediğini belirlemek için periyodik bağımsız (mümkün olduğunca) iç denetim ve periyodik bağımsız dış denetim;
xviii. uygunsuzlukların nedenlerinin değerlendirilmesi, uygunsuzluklara yanıt olarak düzeltici faaliyetlerin uygulanması, düzeltici faaliyetlerin etkinliğinin gözden geçirilmesi ve benzer uygunsuzlukların var olup olmadığının veya potansiyel olarak meydana gelip gelmeyeceğinin belirlenmesi;

xix. EMS'nin ve sürekli uygunluğunun, yeterliliğinin ve etkinliğinin üst yönetim tarafından periyodik olarak gözden geçirilmesi;
xx. Daha temiz tekniklerin gelişiminin takip edilmesi ve dikkate alınması.

Özellikle organik solventler kullanılarak yüzey işleme için BAT'ye, EMS'ye aşağıdaki özellikleri de dahil edilmektedir:

i. Kalite kontrol ve güvencenin yanı sıra sağlık ve güvenlik konularına ilişkin etkileşim.
ii. Bir tesisin çevresel ayak izini azaltmayı planlama. Özellikle, bu aşağıdakileri içerir:
  - Tesisin genel çevresel performansının değerlendirilmesi (bk. Madde 17.1.2).
  - Özellikle solvent emisyonlarının azaltılması ile enerji (bk. Madde 17.5), su (bk. Madde 17.4) ve ham madde tüketimi arasında uygun bir dengenin sağlanması olmak üzere çapraz ortam hususlarının dikkate alınması. Operatörün, örneğin solventler gibi girdilere ne olduğunu (süreci anlayarak) ve bunların tüketiminin nasıl emisyonlara ve dolayısıyla etkilere yol açtığını anlaması çok önemlidir. Önemli girdi ve çıktıları kontrol ederken solvent emisyonlarının azaltılması ile enerji, su ve ham madde tüketimi gibi çapraz ortam etkileri arasındaki doğru dengeyi korumak da eşit derecede önemlidir. Yalnızca çapraz ortam etkilerini dikkate alarak ve dengeleyerek tesisin çevresel ayak izi en iyi etkiyi sağlayacak şekilde azaltılabilir. Bu endüstrilerde solvent dengesi (bk. Madde 17.3.1) önemli olmakla birlikte, tüm önemli tüketim ve emisyonlar, finansal planlama ve yatırım döngüleri ile birlikte kısa, orta ve uzun vadede koordineli bir şekilde yönetilmelidir; başka yani kısa vadeli boru çıkışı çözümlerinin solvent emisyonlarına uyarlanması, operatörün uzun vadeli daha yüksek enerji tüketimi ve bunun sonucunda CO_2 salınımıyla başa çıkmasına neden olabilir ve daha dengeli, çevreye faydalı çözümlere yapılan yatırımı erteleyebilir. Bu, çapraz ortam hususlarının dikkate alınmasını gerektirecektir ve bunlarla ilgili yardım ve maliyet ve maliyet-fayda konuları ECM REF [50, COM 2006]'da verilmektedir.
  - Temizleme işlemlerinden kaynaklanan VOC emisyonlarının azaltılması (bk. Madde 17.9).
iii. Aşağıdakilerin dahil edilmesi:
  - sızıntı ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolüne ilişkin plan (bk. Madde 17.2.1);
  - düşük çevresel etkiye sahip hammaddeleri kullanmak için bir hammadde değerlendirme sistemi ve işlemde solvent kullanımını optimize etmeye yönelik plan (bk. Madde 17.6);
  - solvent kütle dengesi (bk. Madde 17.3.1);
  - OTNOC'un sıklığını ve çevresel sonuçlarını azaltmaya yönelik bakım programı (bk. Bölüm 17.2.6);
  - enerji verimlilik planı (bk. Madde 17.5.1);
  - su yönetim planı (bk. Madde 17.4.1);
  - atık yönetim planı (bk. Madde 17.12.1);
  - koku yönetimi planı (bk. Madde 17.13.1).

Sağlanan çevresel faydalar

EMS, tesisin çevresel performansının sürekli olarak iyileştirilmesini teşvik eder ve destekler. Tesis halihazırda iyi bir genel çevresel performansa sahipse EMS, operatörün yüksek performans seviyesini korumasına yardımcı olur.

Çapraz ortam etkileri

Bildirilmemiştir. EMS bağlamında ilk çevresel etkilerin ve iyileştirme kapsamının sistematik analizi, tüm çevresel ortamlar için en iyi çözümlerin değerlendirilmesinde temel oluşturur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yukarıda açıklanan bileşenler genellikle bu belge kapsamındaki tüm tesislere uygulanabilir. EMS'nin ayrıntı düzeyi ve resmileştirme derecesi genellikle tesisin niteliği, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin kapsamı ile ilgili olacaktır.

Ekonomik yönler

İyi bir EMS'yi oluşturmanın ve sürdürmenin maliyetlerini ve ekonomik faydalarını doğru bir şekilde belirlemek zordur. EMS kullanmanın sonucu olan ekonomik faydalar da vardır ve bunlar sektörden sektöre geniş ölçüde değişir.

Sistemin doğrulanmasıyla ilgili harici maliyetler, Uluslararası Akreditasyon Forumu [250, IAF 2010] tarafından yayınlanan kılavuzdan tahmin edilebilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çevresel yönetim sistemleri bir dizi avantaj sağlayabilir, örneğin:

- iyileştirilmiş çevresel performans;
- müşterilerin, düzenleyici makamların, bankaların, sigorta şirketlerinin veya diğer paydaşların (ör. tesisin yakınında yaşayan veya çalışan insanlar) çevresel gerekliliklerini karşılamak için kullanılabilecek, şirket çevresel hususlarına ilişkin gelişmiş içgörü;
- karar vermede geliştirilmiş temel;
- personelin artan motivasyonu (ör. yöneticiler çevresel etkilerin kontrol edildiğinden emin olabilir ve çalışanlar çevreye karşı sorumlu bir şirkette çalıştıklarını hissedebilirler);
- operasyonel maliyetin düşürülmesi ve ürün kalitesinin iyileştirilmesi için ek fırsatlar;
- geliştirilmiş şirket imajı;
- azalan sorumluluk, sigorta ve uygunsuzluk maliyetleri.

Örnek tesisler

EMS'ler, AB genelinde bir dizi tesiste uygulanmaktadır.

Referans literatür

[250, IAF 2010] [251, AB 2009] [252, COM 2010] [253, COM 2015] [254, CEN 2015]

17.1.2 Genel çevre performansı

Açıklama

VOC emisyonlarına ve enerji tüketimine en büyük katkıyı temsil eden işlem alanlarının/bölümlerinin/adımlarının belirlenmesi ve VOC emisyonlarının ve enerji tüketiminin en aza indirilmesine ilişkin eylemlerin belirlenmesi, uygulanması ve durumun düzenli olarak güncellenmesi.

Teknik Açıklama

Genel çevresel performansı iyileştirmek için aşağıdaki eylemlerin önemli olduğu kabul edilir:

- VOC emisyonlarına ve enerji tüketimine en büyük katkıyı ve iyileştirme için en büyük potansiyeli temsil eden süreç alanlarının/bölümlerinin/adımlarının belirlenmesi;
- VOC emisyonlarını ve enerji tüketimini en aza indirecek eylemlerin belirlenmesi ve uygulanması;
- düzenli olarak (en az yılda bir kez) durumu güncelleme ve belirlenen eylemlerin uygulanmasını takip etme.

Sağlanan çevresel faydalar

- Malzeme, enerji ve su tüketiminin azaltılması.
- Başta VOC olmak üzere emisyonların azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Tesisin çevresel performansını koruyan ve iyileştiren artımlı iyileştirmeler.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Gerekli personel süresi.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Malzemelerde ve üretim verimliliğinde potansiyel maliyet tasarrufu.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır; örnek tesis: #146 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[181, COM 2017]

17.1.3 Tüketim ve emisyonların kıyaslaması ve müteakip eylem

Açıklama

Kıyaslama; girdilerin (hammaddeler, su ve enerji) ve çıktıların (havaya ve suya ve atık olarak emisyonlar) sistematik olarak kaydedilmesi ve bunların sektör, ulusal veya bölgesel kriterler ile tesis için önceki verilerle düzenli olarak karşılaştırılmasına yöneliktir. (bk. Madde 17.1.1 (xvi)). Veriler bir kuruluşta kıyaslandığında, toplanan verilerden gerekli eylemleri belirlemek ve bu eylemleri bir sonuca varmak için aşağıdakiler dahil bir sistem sürdürmek iyi bir uygulamadır (bk. Madde 17.1.1 (xv, v, xvii)):

- verilerin değerlendirilmesinden ve bunlarla ilgili işlem yapılmasından sorumlu kişi veya kişilerin belirlenmesi;
- operatörleri normal performanstan sapmalara karşı hızlı ve etkili bir şekilde uyarmak da dahil olmak üzere tesis performansından sorumlu olanların bilgilendirilmesi;
- performansın neden değişkenlik gösterdiğini veya harici ölçütlere uygun olmadığını tespit etmek için diğer araştırmalar.

Sağlanan çevresel faydalar

Kıyaslama, bireysel tesislerin diğer tesislerle çevresel performanslarını değerlendirmelerine yardımcı olur ve en iyi performans gösteren tesisler tarafından kullanılan teknikleri belirlemeyi sağlar. Boru veya pompa contası sızıntısı, toprak ve yer altı sularındaki kayıplar gibi planlanmamış veya gözlemlenmemiş olayları tanımlayabilir veya tanımlamaya yardımcı olabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu teknik, tesislerin ve tekniklerin operasyonel çevresel performansına ilişkin ölçütler ve değerlendirmeler sağlar. Veriler, anti-tröst düzenlemeleri ve uygulamalarının izin verdiği durumlarda, teknik veya faaliyet (pres, işlem tankı veya işlem hattı), saha, sektör, bölgesel veya ulusal gibi farklı düzeylerde toplanabilir ve karşılaştırılabilir. Söz konusu veriler, bireysel saha kimlikleri gizli tutularak halka açık hale getirilebilir. Örneğin, aşağıdakiler kıyaslanabilir:

- Tüketilen ve salınan solventler. Kaçak emisyonlar ve dolayısıyla toplam emisyonlar yalnızca solvent dengesi kullanılarak belirlenebilir (bk. Madde 17.3.1).

Kıyaslama için uygun konular, solvent kütle denge çalışması yürütülürken belirlenebilir (bk. Ek 21.5).

- Su tüketimi.
- Enerji tüketimi, örneğin kurutma ve azaltma ekipmanı için.
- Mürekkepler, bezler, kağıt gibi ham madde tüketimi, baskı makinesi kurulumunda alt tabakanın %10'una kadar israf edilebilir.
- Üretilen atıklar.
- Suya, havaya veya toprağa/yeraltı sularına salınan önemli kirleticiler.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygun kıyaslama, karşılaştırılabilir veriler gerektirir - 'benzerine nitelikte' bir karşılaştırma, örneğin yüzey işleme faaliyetleri için bu, en iyi şekilde, işlenmiş yüzey alanı temelinde veya diğer tüketim temelinde veya anlamlı bir şekilde süreçle ilgili olan baştan sona yaklaşımı temel alınarak elde edilebilir. Kıyaslanacak konular da dahil olmak üzere kıyaslamanın ayrıntıları tüketime bağlı olacaktır.

Ekonomik yönler

Tesisin çevresel performansını optimize etmek için verilerin kullanılması genellikle ekonomik optimizasyonu sağlar.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Kıyaslama aynı zamanda iyi ekonomik performansla orantılıdır. Çevresel performansın (hammadde, su ve güç girdileri ile malzeme kayıpları gibi) kıyaslanması ve optimize edilmesi, aynı zamanda ekonomik optimizasyon sağlayacaktır.

Referans literatür

[23, COM 2006] [38, TWG 2004] [43, Envirowise 1998] [78, TWG 2005]

17.2 Hammaddelerin depolanması ve elleçlenmesi

Bu bölüm, STS sektörünün çoğu için ortak olan konulara atıfta bulunduğundan, STS tesisinin başka bir yerde kapsanmayan alanlarını, süreçlerini ve faaliyetlerini kapsar. Teknikler aynı zamanda, uygulamadan önceki son hazırlık aşamasına kadar organik solventlerin ve diğer kimyasalların STS tesisine tesliminden/alınmasından kaynaklanan kaçak emisyonların önlenmesiyle de ilgili olsa da, bu bölüm özellikle toprağa, yeraltı sularına ve yüzey sularına emisyonların önlenmesini kapsar. Bununla birlikte, bir IED tesisinin entegre çalışması ve karmaşıklığı göz önüne alındığında, diğer bölümlerle örtüşmeler ve tekrarlar kaçınılmazdır: bulundukları yerde bunlara çapraz referans verilmiştir.

'İyi temizlik' veya 'iyi uygulama' olarak da anılan tasarım, yapım ve işletme, kaçak emisyonların ve iş sağlığının azaltılmasında önemli bir rol oynar. Pek çok tesis için, solvent tüketimini en aza indirmek, verimliliği artırmak, daha temiz bir iş yeri elde etmek ve maliyetleri azaltmak için basit, uygun fiyatlı iyi temizlik önlemleri etkili bir şekilde uygulanmaktadır. İlgili kılavuzda [42, Envirowise 2003] pratik örneklerle birlikte bir genel bakış net bir şekilde açıklanmıştır.

Dökülme ve sızıntıları önlemeye yönelik önlemler, genel olarak EFS BREF [44, COM 2006] ve ulusal kılavuz belgeler [42, Envirowise 2003] [69, RIZA 1999] [70, INRS 1998] gibi başka yerlerde kapsamlı bir şekilde açıklanmaktadır. Bu nedenle, aşağıdaki bölümler, operasyonların ölçeği ve türüyle ilgili daha spesifik bilgilerle birlikte bu sektöre ilişkin temel konuların kısa bir özetidir.

17.2.1 Sızıntı ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolüne ilişkin planın hazırlanması ve uygulanması

Açıklama

Olası sızıntı ve dökülme olaylarının/kazalarının önlenmesi ve kontrolü için bir planın hazırlanması ve uygulanması.

Teknik Açıklama

Bu şunları içerir ancak bunlarla sınırlı değildir:

- küçük ve büyük dökülmeler için saha olay planları;
- ilgili kişilerin görev ve sorumluluklarının belirlenmesi;
- personelin çevreye duyarlı olmasını ve dökülme olaylarını önlemek/bunlara müdahale etmek için eğitimli olmasını sağlamak (bk. Madde 17.2.5.1)
- tehlikeli madde dökülme ve/veya sızıntı riski taşıyan alanların belirlenmesi ve riske göre sıralanması; bu, drenajlar ve muayene kapakları gibi kanalizasyona olası erişimi içerir;
- belirlenmiş alanlarda, uygun muhafaza sistemlerinin, örneğin geçirimsiz zeminlerin ve muhafaza bariyerlerinin yerinde ve iyi durumda olmasının sağlanması;
- uygun dökülme muhafazası ve temizleme ekipmanının belirlenmesi ve düzenli olarak kullanılabilir, iyi çalışır durumda olması ve bu olayların meydana gelebileceği noktalara yakın olmasının sağlanması;
- dökülme kontrolünden kaynaklanan atıklarla mücadele için atık yönetimi kılavuzları;
- depolama ve çalışma alanlarının düzenli olarak (yılda en az bir kez) denetlenmesi, sızıntı tespit ekipmanının test edilmesi ve kalibrasyonu ve valfler, salmastralar, flanşlar vb. kaynaklı sızıntıların derhal onarılması; muayeneler ve bakım için ayrıca Madde 17.2.6'ya bakınız.

Sağlanan çevresel faydalar

Bu teknik, yüzey sularının, yeraltı sularının ve toprağın kirlenmesini önler veya en aza indirir ve faaliyetlerin sona ermesi durumunda sahanın dekontaminasyonuna yardımcı olur. Ayrıca solvent dökülmelerinden kaynaklanan kaçak emisyonları da azaltır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Küçük dökülmelerin daha sık meydana gelmesi muhtemeldir ve bunların toplam etkisi, tespit edilip müdahale edilmezse havaya, toprağa ve yeraltı sularına kaçak emisyonlarda önemli artışlar olur.

Riskli alanlardaki dökülmelerin etkileri, ör. aşağıdakiler yoluyla önceden en aza indirilebilir:

- kanalizasyona giden kanalların ve muayene kapaklarının kapatılması;
- solventlerin depolandığı alanların geçirimsiz bariyerler ve zeminlerle çevrelenmesinin ve sızdırmaz hale getirilmesinin sağlanması;
- örneğin temizlik alanları gibi solventlerin düzenli olarak kullanıldığı yerlerde 'tutma çukurları' sağlanması.



Kaynak: [180, COM 2017] Tesis #133 [155, TWG 2016]

Şekil 17.2: Mağaza ve üretim bölgeleri arasındaki geçiş alanında bulunan dökülme kiti

Çapraz ortam etkileri

Olumsuz etkileri yoktur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Planın kapsamı (ör. ayrıntı düzeyi) genellikle tesisin niteliği, ölçeği ve karmaşıklığının yanı sıra kullanılan malzemelerin türü ve miktarı ile ilgili olacaktır.

Ekonomik yönler

- Eğitim ve planların güncellenmesi için personel süresi.

- Dökülme temizliği için malzemeler.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Kontaminasyondan kaynaklanan azaltılmış sorumluluk riskleri.
- İlişkili kaza risklerinde azalma, örneğin kaygan zeminlerin önlenmesi, yangın riski.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılır; örnek tesis: #133 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[180, COM 2017]

17.2.2 Depolama teknikleri

17.2.2.1 Konteynerlerin ve setle çevrelenmiş depolama alanlarının sızdırmaz hale getirilmesi veya örtülmesi

Açıklama

Solventlerin, tehlikeli maddelerin, atık solventlerin ve atık temizlik malzemelerinin, ilgili riske uygun ve emisyonları en aza indirecek şekilde tasarlanmış kapalı veya örtülü konteynerlerde depolanması. Konteynerlerin depolama alanı setle çevrilidir ve yeterli kapasitededir.

Teknik Açıklama

Depolama ve elleçleme sırasında dikkatli olunmalıdır. Örneğin, depolanan solventin genleşmesi için yeterli alan sağlanırken, buhar kayıplarını azaltmak için konteynerler uygun boyutta olmalı ve kapatılmalıdır (ör. kapaklar kullanılarak). Dağıtım boruları topraklanmalıdır. Buharlaşma potansiyelini azaltmak için ısı ve hava akımı kaynaklarından da kaçınılmalıdır. Konteynerler alev geciktirici olmalı ve kendiliğinden kapanan kapaklara sahip olmalıdır. Uygun taşıma ve kullanım ve atığın en aza indirilmesi teşvik edilmelidir, örneğin otomatik/kesin kontrollü dozlama, önceden emprenye edilmiş bezlerin kullanımı, vb. Mümkün ve uygulanabilir olduğunda, solvent, herhangi bir fazlalığın uygun şekilde geri kazanılmasıyla birlikte doğrudan kullanım noktasına borularla taşınmalıdır.

Konteynerler için depolama alanı, herhangi bir kaza sonucu ortaya çıkan maddenin setin içinde tutulmasını ve kolayca toplanabilmesini sağlamak için setlerle çevrilidir ve yeterli kapasiteye sahiptir.

Sağlanan çevresel faydalar

- Havaya VOC emisyonlarının azaltılması.
- Toprak ve yeraltı suyu kirlenmesinin önlenmesi.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Birçok solvent, değişen ortam sıcaklıklarıyla önemli ölçüde genişler ve büzülür. Kullanılan solventlere göre depolama takında bunun için yeterli alan bırakılmalıdır, örneğin konteynerler yaklaşık %10 yedek hacme izin vermelidir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Sağlık ve güvenlik konuları, solvent kabının örtülüp örtülmeyeceğini ve nasıl örtüleceğini belirleyebilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[23, COM 2006] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [212, TWG 2018]

17.2.2.2 Üretim alanlarında tehlikeli maddelerin depolanmasının en aza indirilmesi

Açıklama

Tehlikeli maddeler üretim alanlarında sadece üretim için gerekli miktarlarda bulunur; daha büyük miktarlar ayrı olarak depolanır.

Teknik Açıklama
Solvent veya diğer tehlikeli maddeler içeren malzemeler, mevcut üretim ihtiyaçları ve sonraki geçişlerle sınırlandırılmalıdır. Önceki üretimlerden kalan dolu veya kısmen boş konteynerler depolama alanlarına götürülür. Üretim alanlarında sadece mevcut üretim ve sonraki geçişler için temizlik malzemeleri bulunmaktadır. Daha büyük miktarlarda solvent içeren malzemeler veya diğer tehlikeli maddeler ayrı olarak depolanır ve muhtemelen merkezi transfer sistemleriyle birleştirilir (bk. Madde 17.2.4.2)

Sağlanan çevresel faydalar
- Personel hareketleri, kaldırma ekipmanı vb. nedeniyle kazara dökülme riskinde azalma.
- Solvent kütle dengeleri için solvent içeren malzemelerin muhasebeleştirilmesinde yardım (bk. Madde 17.3.1).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler
Konteynerleri taşımak için personel süresi.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Sağlık ve güvenlik hedeflerinin karşılanmasına yardımcı olur.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[212, TWG 2018]

17.2.3 Sıvıları pompalama ve elleçleme teknikleri

17.2.3.1 Pompalama sırasında sızıntı ve dökülmelerin önlenmesi

Açıklama

Solventlere uygun ve sızdırmazlığı sağlayan pompalar ve contalar kullanılarak sızıntı ve dökülmelerin önüne geçilir. Bu, kapalı motorlu pompalar, manyetik olarak bağlı pompalar, çoklu mekanik salmastralı ve söndürme veya tampon sistemli pompalar, çoklu mekanik salmastralı ve atmosfere kuru salmastralı pompalar, diyaframlı pompalar veya körüklü pompalar gibi ekipmanları içerir.

Teknik Açıklama
Pompaların, boru tesisatının (özellikle geçici/esnek boru tesisatı) ve ilgili ekipmanın (ör. alıcı konteynerler), uygun sızdırmazlığı sağlayan ve uygun şekilde emniyete alınan ve bakımı yapılan solventler için uygun olduğundan emin olunması çok önemlidir.

Yalnızca solventlere uygun, yani aleve dayanıklı ve solvente dayanıklı contalara sahip pompalar kullanılmalıdır. İlgili ek bilgiler [213, Almanya 2002]'de mevcuttur.

Mümkün olduğunda, solventler ve solvent bazlı malzemeler bir boru sistemi (ör. ana halka) yoluyla kullanım noktasına pompalanarak elle taşımadan kaçınılır. Avantajlar şunları içerir:

- transfer ve boşaltma sırasında daha az dökülme riski;
- daha iyi çevreleme ve kirletici maddelere daha düşük maruz kalma riski;
- doğru denetimi sağlamak için debi ölçer takılabilme.

Sağlanan çevresel faydalar

Bu teknik, yüzey sularının, yeraltı sularının ve toprağın kirlenmesini önler veya en aza indirir ve faaliyetlerin sona ermesi durumunda sahanın dekontaminasyonuna yardımcı olur. Ayrıca solvent dökülmelerinden kaynaklanan kaçak emisyonları da azaltır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Personelin pompalama işlemlerini aceleyle ve gereken özeni göstermeden gerçekleştirmemesini sağlamak için uygun eğitim ve iyi bir denetim gereklidir.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Kontaminasyondan kaynaklanan azaltılmış sorumluluk riskleri.
- İlişkili kaza riskinin azaltılması da dahil olmak üzere işyeri sağlık ve güvenlik hedefleri, ör. kaygan zeminlerin önlenmesi, yangın riskinin azaltılması.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[38, TWG 2004] [44, COM 2006] [7, Almanya 2003] [78, TWG 2005] [212, TWG 2018] [213, Almanya 2002]

17.2.3.2 Pompalama sırasında taşmaların önlenmesi

Açıklama

Örneğin aşağıdakileri sağlayan önlemler:

- pompalama işleminin denetlenmesi;
- daha büyük miktarlar için, toplu depolama tanklarının, gerekirse kapatma sistemleri ile akustik ve/veya optik yüksek seviyeli alarmlarla donatılması.

Sağlanan çevresel faydalar

Bu teknik, yüzey sularının, yeraltı sularının ve toprağın kirlenmesini önler veya en aza indirir ve faaliyetlerin sona ermesi durumunda sahanın dekontaminasyonuna yardımcı olur. Ayrıca solvent dökülmelerinden kaynaklanan kaçak emisyonları da azaltır.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler
Pompalama işleminin denetlenmesinde personel süresi ve akustik/optik üst düzey alarm sistemlerinin maliyeti.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
- Kontaminasyondan kaynaklanan azaltılmış sorumluluk riskleri.
- İlişkili olay riskinin azaltılması da dahil olmak üzere işyeri sağlık ve güvenlik hedefleri, ör. kaygan zeminlerin önlenmesi, yangın riskinin azaltılması.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[212, TWG 2018]

17.2.3.3 Solvent içeren malzeme dağıtımı sırasında VOC buharının yakalanması

Açıklama

Solvent içeren malzemeleri dökme olarak teslim ederken (ör. tankların yüklenmesi veya boşaltılması), alıcı tanklardan çıkan buhar, genellikle geri havalandırma yoluyla yakalanır.

Teknik Açıklama
Pompalanan solventler veya solvent içeren sıvılar, solvent buharlarını alıcı tanklardan uzaklaştıracaktır. Bunlar yakalanabilir ve:
- boşaltma tankına geri havalandırılabilir (buhar geri kazanım sistemi, geri havalandırma);
- adsorbe edilebilir ve geri kazanılabilir veya imha edilebilir;
- çıkış gazı işleme sistemine havalandırılabilir.

Geri havalandırma (gaz dengeleme sistemi), sıvı organik maddelerin akışının ancak gaz dengeleme sistemi bağlandığında gerçekleşmesini sağlayacak şekilde ve geri havalandırma sistemi ve ona bağlı tesisler, güvenlik nedeniyle salınan emisyonlar dışında, işlem sırasında atmosfere gaz salmayacak biçimde çalıştırılır.

Sağlanan çevresel faydalar
Havaya kaçak solvent emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Geri havalandırma, tanklardan geçen solvent miktarının yalnızca %0,01 ila %0,03'üne tekabül edebilir ve yalnızca daha iyi faydalar sağlayabileceği durumlarda dikkate alınması muhtemeldir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Düşük buhar basıncına sahip solventler için veya maliyet hususları nedeniyle uygulanamayabilir.

Örnek tesisler
Tesis #149 (buharın mürekkep tanklarından geri kazanım sistemine yönlendirilmesi) ve #151 (toplu depolama tanklarından tank solumanın hava çıkışı ve bunun işleme sistemine yönü) [155, TWG 2016].

Referans literatür
[155, TWG 2016]

17.2.3.4 Solvent içeren malzemelerle çalışırken dökülmeler ve hızlı toplama için muhafaza

Açıklama

Solvent içeren malzemeleri konteynerlerde tutarken, olası dökülmeler, örneğin arabalar, paletler ve/veya yerleşik muhafazalı (ör. 'tutucular') ve/veya emici malzemeler kullanılarak hızlı toplama yoluyla sınırlama sağlanarak önlenir.

Teknik Açıklama

Yerleşik muhafaza örnekleri Şekil 17.3'te verilmiştir.



Kaynak: a) [180, COM 2017], Tesis #133 [155, TWG 2016];
b) [182, COM 2017], Tesis #152 [155, TWG 2016]

Şekil 17.3: Varilleri üretim alanlarında taşımak ve depolamak için yerleşik muhafaza

Sağlanan çevresel faydalar

Bu teknik, yüzey sularının, yeraltı sularının ve toprağın kirlenmesini önler veya en aza indirir ve faaliyetlerin sona ermesi durumunda sahanın dekontaminasyonuna yardımcı olur. Ayrıca solvent dökülmelerinden kaynaklanan kaçak emisyonları da azaltır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Kontaminasyondan kaynaklanan azaltılmış sorumluluk riskleri.
- İlişkili kaza riskinin azaltılması da dahil olmak üzere işyeri sağlık ve güvenlik hedefleri, ör. kaygan zeminlerin önlenmesi, yangın riskinin azaltılması.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır; örnek tesisler: # 133 ve # 152 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[155, TWG 2016] [180, COM 2017] [182, COM 2017]

17.2.4 Hammadde tüketiminin en aza indirilmesi

Ayrıca atıkların en aza indirilmesi ve işlenmesine ilişkin Madde 17.12'ye bakınız.

17.2.4.1 Gelişmiş karıştırma sistemleri

Açıklama

İstenen boya/kaplama/ mürekkep/yapıştırıcıyı elde etmek için bilgisayar kontrollü karıştırma ekipmanı.

Teknik Açıklama

Otomatik karıştırma sistemlerini kullanırken, gerekli rengi karıştırmak için standart renkleri kullanmak kesinlikle gerekli değildir. Belirli renkler, bilgisayar kontrollü ekipman tarafından standardize edilmemiş renklerden oluşturulabilir. Ancak bu, çok gelişmiş bir yazılım ve karıştırma için kullanılacak standartlaştırılmamış renkler hakkında kesin bilgi gerektirir. Bu amaçla, standartlaştırılmamış bu renklerin bir fotospektrometre ile ölçülmesi ve sonucun renk bilgisayarına tanıtılması gerekir.
Örneğin, boyalar veya yapıştırıcılar gibi iki bileşenli ürünler için çevrimiçi bir karıştırma sistemiyle, ihtiyaç duyulan tam miktar kullanımdan hemen önce dozlanacak ve karıştırılacaktır. Karıştırma ünitesi, boya veya yapıştırıcı uygulama aletinin bir parçası değildir. Bağımsız bir birimdir.
Programlanabilir ölçekler veya bilgisayarlı Pantone renk eşleştirme sistemleri kullanılarak benzer orantılı faydalar elde etmek mümkündür.

Sağlanan çevresel faydalar

Faydaları arasında kaynak tasarrufu ve atık malzemelerin azaltılması yer alır. Elle karıştırma sırasında solventlerde %1 veya %2 kayıp meydana gelebilir. Bunlar, toplam VOC emisyonlarının %15'ini oluşturabilir. Kapalı makinelerde otomatik karıştırma, bu emisyonların çoğunu azaltır. Ayrıca, daha az temizlik maddesine ihtiyaç duyulur.

Baskıda, mürekkeplerin karıştırılma sayısı ve kullanılan miktara bağlı olarak atık mürekkep miktarı %75 oranında azaltılabilir. Otomatik teknik, mükemmel bir dozaja olanak sağlar, böylece hiçbir renk düzeltmesi gerekmez, bu nedenle yalnızca tam miktarda mürekkep hazırlanır.

İki bileşenli ürünler için çevrimiçi karıştırma sistemi ile %10-30 oranında atık azaltımı sağlanabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu çalışma yöntemi, yeni boyalar veya mürekkepler için bir bileşen olarak iade edilmiş olan boyaların veya mürekkeplerin kullanılmasını da mümkün kılar (bk. Madde 17.12.3). Dönüş boyaları veya mürekkepleri, yaklaşık renge göre, yani açık yeşiller, koyu yeşiller, açık kırmızılar ve koyu kırmızılar karıştırılır. Belirli bir miktara ulaşıldığında, ortaya çıkan renk ölçülür ve bilgisayar mümkün olduğunda bu rengi kullanacak şekilde programlanır.

Çapraz ortam etkileri

Otomasyon enerji gerektirir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.
Yılda 200 tondan fazla baskıya hazır mürekkebin karıştırıldığı solvent bazlı mürekkepler için fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda yaygın olarak uygulanır.



Kaynak: Amcor Flexibles Europe and Americas, HP Laminates, Ghent, BE, [180, COM 2017], Tesis #133 [155, TWG 2016]

Şekil 17.4: Fleksografi fabrikasında otomatik karıştırma sistemi

Bobin kaplama sektöründe boya fabrikalarında rutin olarak otomatik renk karıştırma işlemi yapılmakta ve bobin kaplama hatlarına uygulama sunulmakta ancak her zaman uygun olmamaktadır. Renk ve ürün karışımına bağlıdır. Şirket içi bilgisayar kontrollü renk karıştırma şemalarını kullanan bobin kaplama hatları örnekleri vardır.

İki bileşenli ürünler için çevrimiçi karıştırma sistemleri, tek bir ürün hattına ayrılmış ekipman kullanılarak üretildiğinde uygulanabilir. Sonraki uygulama tekniklerinde herhangi bir kısıtlama yoktur. Hollanda'da şirketlere, 2 000 litreden fazla iki bileşenli boyanın karıştırılması gerektiğinde bu tekniği uygulamaları tavsiye edilir. Yapıştırıcılar için nispeten küçük miktarlar karıştırılır. Genellikle ahşap ve mobilya boyamada uygulanır. Aynı zamanda trenlerin kaplanması için de geçerlidir, örneğin zemin katını ve astar/dolgu maddesini uygulamak için.

Ekonomik yönler

Baskıda, yatırım maliyeti boyuta ve kesin gerekliliklere bağlıdır ve yaklaşık 50 000 Euro'dan başlar (2006 verileri). Ancak daha az mürekkep kullanıldığı ve daha az atık bertaraf edilmesi gerektiği için tasarruf sağlanacaktır. Operasyonun büyüklüğüne bağlı olarak, tasarruflar, yatırım için uygun bir geri ödeme süresi sağlayabilir.

İki bileşenli ürünlere yönelik çevrimiçi karıştırma sistemleri için, taban kaplamasının karıştırılması için kullanılan mekanik tahrikli bir tesise yönelik yatırım maliyetleri 9 000-18 000 Euro'dur. Elektronik tahrikli bir tesis için maliyetler 27 000-37 000 Euro'dur (2006 verileri). Küçük serileri kaplayan şirketler için geri ödeme süresi normalde birkaç yıl olacaktır. Ancak bu, önlenen atık miktarına, karıştırılan malzemelerin fiyatına ve bertaraf maliyetlerine bağlıdır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Kaynak tasarrufu ve atık oluşumunda azalma.

Örnek tesisler

Tesis #133 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [5, DFIU ve diğ. 2002] [7, Almanya 2003]
[27, VITO 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016] [180, COM 2017]

17.2.4.2 VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) merkezi tedariki

Açıklama

VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) doğrudan halka hatlarıyla borulama yoluyla uygulama noktasına temini (örneğin pik temizleme veya havayla yıkama gibi sistem temizliği de dahil).

Teknik Açıklama

VOC içeren malzemeler (ör. boyalar veya mürekkepler, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri, viskozite ayarı için solventler) doğrudan depolama alanından uygulama alanına (ör. boyama veya mürekkepleme üniteleri) borularla taşınır.

Bu yöntem, sisteme yalnızca işlemler için gerekli olduğu kadar malzeme doldurur. Fazla malzeme, elastik bir ayırma modülü (pig temizleme) yoluyla (esnek) borudan besleme ünitesine geri bastırılır ve yeniden kullanılır. Tasfiye edilen solventler geri kazanılabilir ve yeniden kullanılabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

- Düşük VOC emisyonlu ve transfer ve boşaltma sırasında dökülmeleri önleyen sanal olarak kapalı sistemler.
- Daha az temizlik maddesi kullanımı, boya ve solvent kayıplarının azalması, renk değişimi ile manuel işlemlerin azalması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Daha iyi kontrol adına, solventler için yer altı boruları bilinen ciddi bir toprak ve yeraltı suyu kirliliği kaynağı olduğundan, yer üstü boruları kurulur.

Pikleme (pigging) veya hava yıkama ile çalıştırma, malzeme tasarrufu ve VOC emisyonlarının azaltılması açısından faydaları optimize eder.

Personelin kirletici maddelere maruz kalma riski azalır.

Teknik, solvent kütle dengesinin doğru bir şekilde denetlenmesine ve daha doğru bir şekilde hesaplanmasına izin vermek için akış ölçerlerin takılmasını kolaylaştırır.

Daha az atık boya veya mürekkep, daha az kap ve temizlenecek daha az malzeme vardır. Örneğin, kurutmalı web ofset baskı tesisleri için elde edilebilecek kalıntı seviyesi, satın alınan mürekkebin < %1'idir.
Sistem, düzenli inceleme ve bakımla birleştiğinde etkilidir. Aksi takdirde pompalardan, valflerden ve flanşlardan kaynaklanan solvent kayıpları artabilir ve önemli bir VOC emisyonu kaynağı haline gelebilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Mürekkeplerin / boyaların / kaplamaların / yapıştırıcıların veya solventlerin sık değiştirilmesi durumunda geçerli olmayabilir.

Merkezi tedarik genellikle büyük yeniden kullanılabilir boya veya mürekkep kaplarının kullanıldığı büyük tesislerde uygulanır.

Otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Baskıda, yeterli mürekkep tüketimi olan tesislere uygulanabilir ve yaygın olarak büyük kurutmalı web ofset baskı tesislerinde uygulanır. Rotogravür yayınında, yalnızca toluen kullanıldığından ve bu nedenle doğrudan beslemenin uygulanması kolay olduğundan bu standart bir tekniktir. Bununla birlikte, fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda, viskozite kontrolünün eldeki işe bağlı olarak farklı solventlerle yapılması gerektiğinden, kullanılan yüzlerce farklı renk nedeniyle durum daha karmaşıktır. Genellikle etanol (fleksografi için) veya etil asetat veya özel etanol/etil asetat karışımları (rotogravür için), bazen MEK (yapıştırıcılar ve boyalar için) ve hatta bazen diğer solventler kullanılır.

Genellikle büyük hacimlerde boya kullanıldığında ahşap yüzeylerin kaplanmasında uygulanır.

Kademeli akış geri dönüşü prensibi uygulandığında (farklı boru çaplarına sahip boru sistemi) pig temizleme sistemleri uygulanamaz.

Ekonomik yönler

Yeni tesisler için bu düşük maliyetli bir tekniktir; ancak, güçlendirme çok pahalı olabilir.

Boru tesisatı ve pompalara yapılan yatırım oldukça fazladır. Örneğin, baskı endüstrisi için asgari yatırım 5 000 Avro ile 24 000 Avro arasında değişmektedir (2006 verileri). Biraz daha ucuz mürekkep ve daha az imha maliyeti sayesinde asgari tasarruf sağlanır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Boyama veya mürekkepleme ünitelerinin çalışmadığı süreyi azaltır.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [212, TWG 2018]

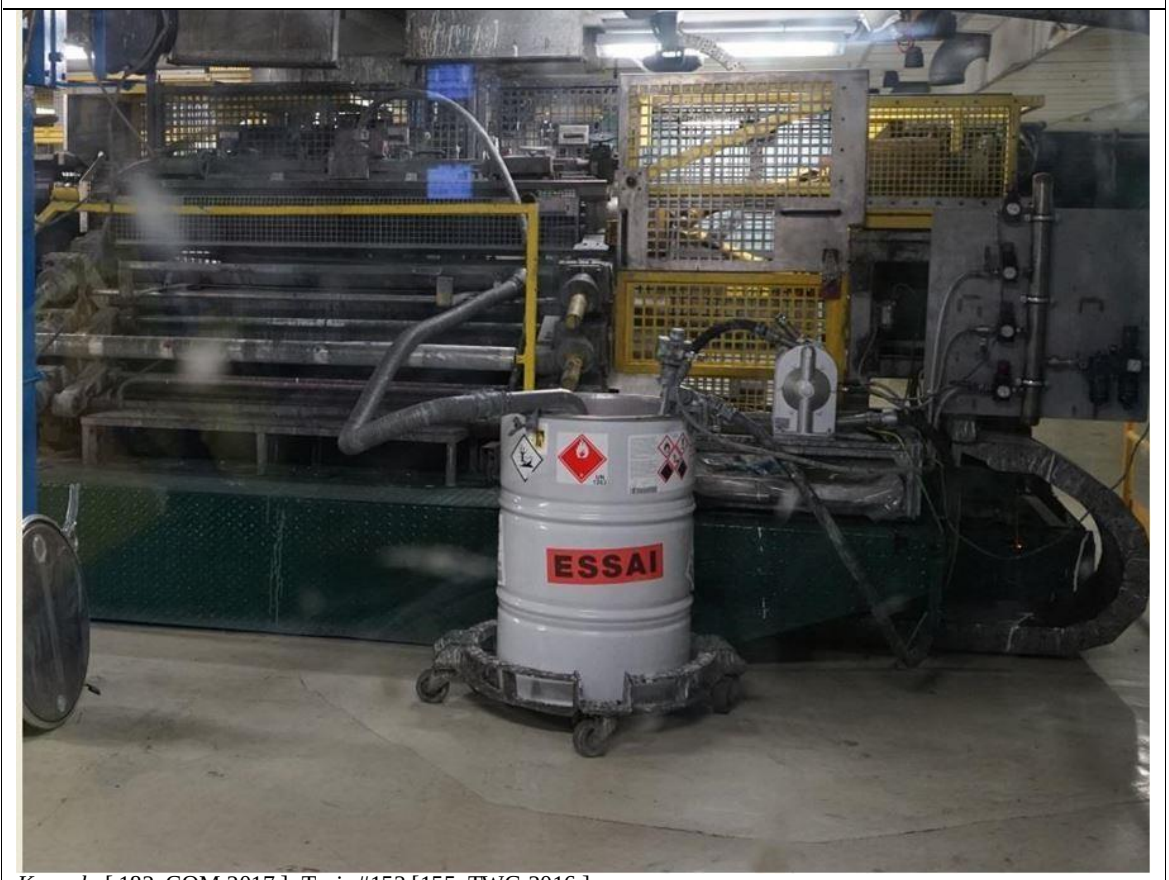
17.2.4.3 Kapalı bir sistem kullanılarak uygulama noktasında VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) tedariki

Açıklama

Mürekkeplerin/ boyaların/ kaplamaların/ yapıştırıcıların ve solventlerin sık sık değiştirilmesi durumunda veya küçük ölçekli kullanımlarda, mürekkeplerin/ boyaların/ kaplamaların/ yapıştırıcıların ve solventlerin, kapalı bir sistem kullanılarak uygulama alanının (püskürtme kabini, baskı makinesi vb.) yakınına yerleştirilmiş küçük taşıma konteynerlerinden temin edilmesi.

Teknik Açıklama

Mürekkepler/boyalar/kaplamalar/yapıştırıcılar ve solventler, uygulama alanının yakınına yerleştirilen küçük taşıma kaplarından sürece beslenir. VOC emisyonlarını en aza indirmek ve dökülmeleri önlemek için kapalı bir sistem kullanılır.



Kaynak: [182, COM 2017], Tesis #152 [155, TWG 2016]

Şekil 17.5: Bobin kaplamada kaplama kafasındaki boya beslemesi

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Kaçak emisyonların azaltılması ve dökülme riskinin en aza indirilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler
Tedarik sisteminin maliyeti.

Örnek tesisler
Tesisler #152 ve #166 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[155, TWG 2016] [179, COM 2017] [182, COM 2017] [212, TWG 2018]

17.2.5 Ekipman otomasyonu

Açıklama
Bir tesisteki birçok işlem, örneğin püskürtme, silindir ile kaplama ve perde kaplama, renk karıştırma, renk değiştirme, solventlerin ve solvent bazlı malzemelerin boru tesisatıyla iletilmesi ve temizleme gibi otomatikleştirilebilir; değişken şekilli parçalar.

Teknik Açıklama

Faaliyete ve sektöre bağlı olarak bir tesisteki birçok işlem otomatikleştirilebilir. Örnekler şunlardır:

- Aşağıdakiler için iç ve dış yüzeylere kaplamaların ve/veya sızdırmazlık maddelerinin robot uygulaması:
  - araçlar, bk. Madde 2.4.4.2 ve Madde 2.2;
  - OMS ve plastikler, bk. Madde 2.4.4.2 ve Madde 3.2;
- makineler kullanılarak otomatik püskürtme uygulaması, bk. Madde 2.4.4.1;
- renk değişiminin otomasyonu, araç kaplamasında otomatik renk değiştiriciler için Madde 2.4.5.1'e ve uygulanan renk değiştirme teknikleri ve ilgili malzeme kayıpları hakkında ek bilgi için Madde 2.2.3.2.3'e bakınız;
- otomatik karıştırma sistemlerine uygulanabilir baskı, bk. Madde 17.2.4.1 (yalnızca esnek ambalaj);
- silindir ile kaplama, bk. Madde 17.7.3.1;
- perde kaplama, bk. Madde 17.7.3.4;
- solventlerin ve solvent bazlı malzemelerin borulu teslimi, bk. Madde 17.2.2.

Sağlanan çevresel faydalar

İlgili maddelere bakınız.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Tekniğe bağlı olarak: aşırı püskürtmeyi en aza indirir, uygulamayı ve katman kalınlığını (boyama için) optimize eder, toz ve atık oluşumunu azaltır, malzeme verimliliğini artırır, temizleme gerekliliklerini azaltır, atık solventi azaltır, vb.

Tablo 17.2 ve Tablo 17.3'te, bir araba boyama hattında robot püskürtmenin tanıtılmasına ilişkin örnekler sunulmaktadır.

Tablo 17.2: Araba kaplama hattında iç mekan robotu püskürtme uygulamasına giriş örneği

Üst orta sınıf araba, günde 500 adet. İç boyama:		
Manuel hava püskürtmesinden aşağıdakilere dönüştürme:	ESTA (elektrostatik uygulama)	Hava otomasyonlu robotlardan ESTA robotlarına
Boya tasarrufu:	138 000 l/yıl 1,2 l/birim	60 950 l/yıl 0,53 l/birim
Yıllık maliyet tasarrufu (2005 verileri): CPU (birim başına maliyet) tasarrufu:	1 380 000 EURO/yıl 12 EURO	609 500 EURO/yıl 5,3 EURO
Geri ödeme süresi, yalnızca boya maliyetleri (ROI)	20 ay	13 ay
Not: 145 ml ön kapı, 130 ml arka kapı, 255 ml motor bölmesi, 150 ml bagaj. Boyanın maliyeti 10 EURO/l'dir. Başka hiçbir temel veri verilmemiştir. Aktarma verimliliği: hava %25-35, ESTA iç: %55-65, ESTA dış %70-75, ESTA plastik parça boyama: %55. Yol uzunluğu %60'a kadar azaltılmıştır. Yol hızı %30'a kadar azaltılmıştır (parçaların geometrisine bağlı olarak). Boyama süresi %40'a kadar azaltılmıştır (parçaların geometrisine bağlı olarak). Ambalaj sayesinde daha yüksek yüzey kalitesi ve korozyon koruması. Daha yüksek aktarma verimliliği sayesinde toz (aşırı boya püskürtme) ve VOC emisyonları azalır. *Kaynak*: [212, TWG 2018] ile değiştirilen [110, Eurocar 2005]		

Tablo 17.3: Araba kaplama hattında metalik boyalar kullanan dış robot püskürtme uygulamasına giriş örneği

Üst orta sınıf araba, günde 500 adet. Metalik boya:	
Yılda boya tasarrufu Birim başına	41 641 l/yıl 0,45 l/birim
Yıllık maliyet tasarrufu **(2005 verileri)** CPU (birim başına maliyet) tasarrufu	416410 EURO/yıl 4,5 EURO
Amortisman (ROI)	10 ay
Not: Boyalı yüzey birimi 9,5 m^2. Taban kaplaması iki kat kalınlık 5 µm, katı madde içeriği %15. Boyanın maliyeti 10 EURO/l'dir. Başka hiçbir temel veri verilmemiştir. *Kaynak*: [212, TWG 2018] ile değiştirilen [110, Eurocar 2005]	

Çapraz ortam etkileri
İlgili maddelere bakınız.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
İlgili maddelere bakınız.

Ekonomik yönler
İlgili maddelere bakınız. Araç boyamada malzeme ve zaman tasarrufu için aşağıdaki örnek tesise bakınız.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Artan kalite ve verimlilik.

Örnek tesisler
İlgili maddelere bakınız.
Uçak parçaları: Airbus, Nantes, Fransa; Airbus, Broughton, İngiltere.
Araçlar: Seat Martorell, İspanya; VW Pamplona, İspanya ve VW, Güney Afrika; Renault, Flins ve Douai, Fransa.

Referans literatür
Yukarıdaki Teknik açıklamada belirtilen ilgili bölümlere bakınız
[110, Eurocar 2005] [212, TWG 2018]

17.2.5.1 Püskürtmede yumuşak arındırma

Açıklama

Püskürtme tabancasını ara durulama olmadan yeni boya ile doldurma.

Sağlanan çevresel faydalar
Durulama solventi kullanımının azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Yeni ve eski boyanın karışması nedeniyle atık oluşumu.

Ekonomik yönler
Temizleme solventlerinde ve temizleme/aksama süresinde tasarruf.

Referans literatür
[ACEA yorumu #28 [212, TWG 2018]]

17.2.6 OTNOC sırasındaki emisyonlar

Açıklama

Kritik ekipmanın tanımlanması: Çevrenin korunması için kritik olan ekipman (kritik ekipman) bir risk değerlendirmesi temelinde tanımlanır. Prensip olarak bu, VOC'leri işleyen tüm ekipman ve sistemlerle ilgilidir (ör. çıkış gazı işleme sistemi, kaçak tespit sistemi).

Muayene, bakım ve izleme: Kritik ekipman kullanılabilirliğini ve performansını en üst düzeye çıkarmak için standart çalışma prosedürlerini, önleyici bakımı, düzenli ve plansız bakımı içeren yapılandırılmış bir program. OTNOC periyotları, süreleri, nedenleri ve mümkünse oluşumları sırasındaki emisyonlar izlenir.

Teknik Açıklama

VOC'leri işleyen tüm ekipman ve sistemlerin hem önleyici hem de arızalar için bakıma ihtiyacı vardır. İşlenmemiş baca gazı emisyonları ve sıvı sızıntıları şu şekilde en aza indirilebilir:

- daha büyük onarım ve değiştirme görevlerinin planlı bakımı;
- düzenli bakım kontrolleri.

Çıkış gazı çıkarma ve işleme ekipmanına ilişkin bakım planı, çıkış gazı çıkarma ve işleme ekipmanının özelliklerine göre ve optimum verimlilikle çalışmasını ve OTNOC oluşumunu, süresini ve etkisini en aza indirmesini sağlamak için düzenli denetim, önleyici ve düzeltici faaliyetleri içerir. OTNOC kaynaklı kirliliği önlemek veya en aza indirmek için, emisyon işleme tesisi için bir asgari tesis kullanılabilirliği tanımlanabilir (uygulanabildiği yerde).

Sağlanan çevresel faydalar

Faydalar, genel emisyon yüklerinde bir azalma içerir. Genel olarak, atık gaz oksidasyon ekipmanındaki kusurlar, günlük girdinin %0,4'üne eşdeğer VOC emisyonlarına neden olabilir (yılda 250 iş gününe dayalı olarak).

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Çıkış gazı işlemedeki kusurlar, VOC emisyonlarında önemli bir artışa neden olabilir.).

<u>OTNOC ve planlanmamış emisyonları azaltmak için önleyici tedbirler</u>
Örneğin aşağıdakileri sağlamak için bir önleyici bakım sistemi kullanılmalıdır:

- emisyon kontrol ekipmanının/sistemlerinin (ör. çevreleme, ekstraksiyon sistemleri, atık gaz işleme) kapatılmasını gerektiren bakımın aşağıdaki durumlarda gerçekleştirilmesi planlanmaktadır:
  - emisyon olmadığında (ör. kapatma dönemleri) veya emisyon seviyeleri düşük olduğunda;
  - emisyonların en az etkiye sahip olacağı dönemlerde, yani VOC emisyonları için, düşük güneş ışığı seviyeleri, düşük inversiyon katmanları olasılığı, vb. dönemleri; bu hava durumuna, yılın zamanına ve yerel koşullara bağlıdır;
- düzenli olarak değiştirilmesi gereken parçaların arıza olasılığından önce değiştirilmesi planlanır;
- Emisyon kontrol ekipmanının normal çalışması için gerekli olan parçalar stokta tutulur, asgari arıza süresiyle hızla değiştirilebilir veya onarılabilir;
- solvent depolama ve dağıtım sistemleri için kapakların ve boru bağlantılarının bakımı da dahil olmak üzere rutin ve rutin olmayan bakımlar gerçekleştirilir.

<u>Düzenli bakım kontrolleri</u>
Bir bakım programı ve tüm muayenelerin ve bakım faaliyetlerinin kaydı tutulur:

- sızdırmaz contalar, flanşlar, valfler, kaynaklar, tanklar ve bentlerde sızıntı olup olmadığının görsel olarak kontrol edilmesi;
- gerektiğinde dış uzmanlar tarafından yapılan muayeneler;

- titreşim, emisyon sızıntıları ve planlama onarımları gibi sorunlar için kilit ekipmanın izlenmesi (yukarıdaki gibi);
- test programları, örneğin basınç testi boru hatları ve tanklar, ölçüm ve izleme ekipmanının kalibrasyonu;
- somun ve cıvataların sıkılığının kontrol edilmesi;
- makinelerde, valflerde ve kapaklarda, aşırı ısınan yataklarda vs. aşınma ve yıpranma olup olmadığının kontrol edilmesi;
- ölçüm sistemlerinin yeniden kalibre edilmesi;
- çıkarma ve azaltma ekipmanının tamamen çalışır durumda olmasının ve:
  - kurutucular veya fırınların sızdırmamasının;
  - kanalın sızıntı yapmamasının;
  - baypaslar iyi çalışır durumda (yani sıkışmamış) olmasının sağlanması.

Plansız bakım
İşlem operatörleri ve bakım personeli, planlanmamış bakıma odaklanmak için sızıntıları, kırık ekipmanı, kırık boruları vb. tespit etmeli ve rapor etmelidir.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler
Gerekli personel süresi.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
- Kesinti süresini azaltır.
- Ürün kalitesinin ve veriminin korunmasına yardımcı olur.
- Sağlık ve güvenlik hedeflerini destekler.

Örnek tesisler
Bu sektörde yaygın olarak uygulanmaktadır.

Referans literatür
[78, TWG 2005] [212, TWG 2018]

17.3 İzleme

İzlemeye ilişkin bilgiler, aşağıdakiler için rehberlik ve prosedürler sağlayan IED Tesislerinden (ROM) [266, COM 2018] Kaynaklanan Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine ilişkin Referans Belgede yer almaktadır:

- doğrudan izleme - yöntemler ve zamanlama;
- kaçak ve dağınık emisyonların, vekil parametrelerin ve kütle dengelerinin izlenmesi dahil olmak üzere toplam emisyonların dikkate alınması;
- belirsizlikle nasıl başa çıkılacağı.

17.3.1 Solvent kütle dengesi

Açıklama

2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 7(2)'de tanımlandığı şekilde bir tesisin organik solvent girdilerinin ve çıktılarının yılda en az bir kez derlenmesi.

Teknik Açıklama

Bir tesisin çevresel ayak izini/yönetim planını anlamanın bir parçası olarak operatörün şunları bilmesi gerekir:

- solventin nasıl tanımlandığı;
- solventin ne kadar ve nerede kullanıldığı;
- ne kadar ve nerede solvent yayıldığı.

Organik solventlerin atık gazdaki ve kaçak emisyonlardaki çıktılarının belirlenmesi, sudakiler gibi diğer emisyonlara göre daha zordur. Ancak suya salınan tüm solventler doğru bir şekilde ölçülemez zira bazıları için izleme yöntemi yoktur. Emisyonlar, solvent kütle dengesi (SMB) olarak adlandırılan bir kütle dengesi ile belirlenir. Solvent kütle dengesi, solventlerin giriş ve çıkışları hakkında nicel ifadeler türetmek için bir araçtır. Solvent kütle dengesi, hedefleri, sorumlulukları, süreçleri ve kontrol önlemlerini içeren solvent yönetim planı için bilgi sağlar. IED Ek VII'nin 7. Bölümü, bir solvent yönetim planında neyin gerekli olduğuna dair rehberlik sağlar. Uygulanacak ilkeleri ve kütle dengesi için bir çerçeveyi içerir.

Tutarlılık ve netlik için, IED Ek VII Bölüm 7(2)'de belirtilen solvent girdileri ve çıktıları için tanımlar kullanılır:

Organik solvent girdileri (I):

- I1: Kütle dengesinin hesaplandığı zaman diliminde sürece girdi olarak kullanılan organik solventlerin miktarı veya satın alınan karışımlardaki miktarları.
- I2: Geri kazanılan ve işlemde solvent girdisi olarak yeniden kullanılan organik solventlerin miktarı veya karışımlardaki miktarları. Geri dönüştürülen solvent, aktiviteyi gerçekleştirmek için her kullanıldığında sayılır.

Organik solvent çıktıları (O):

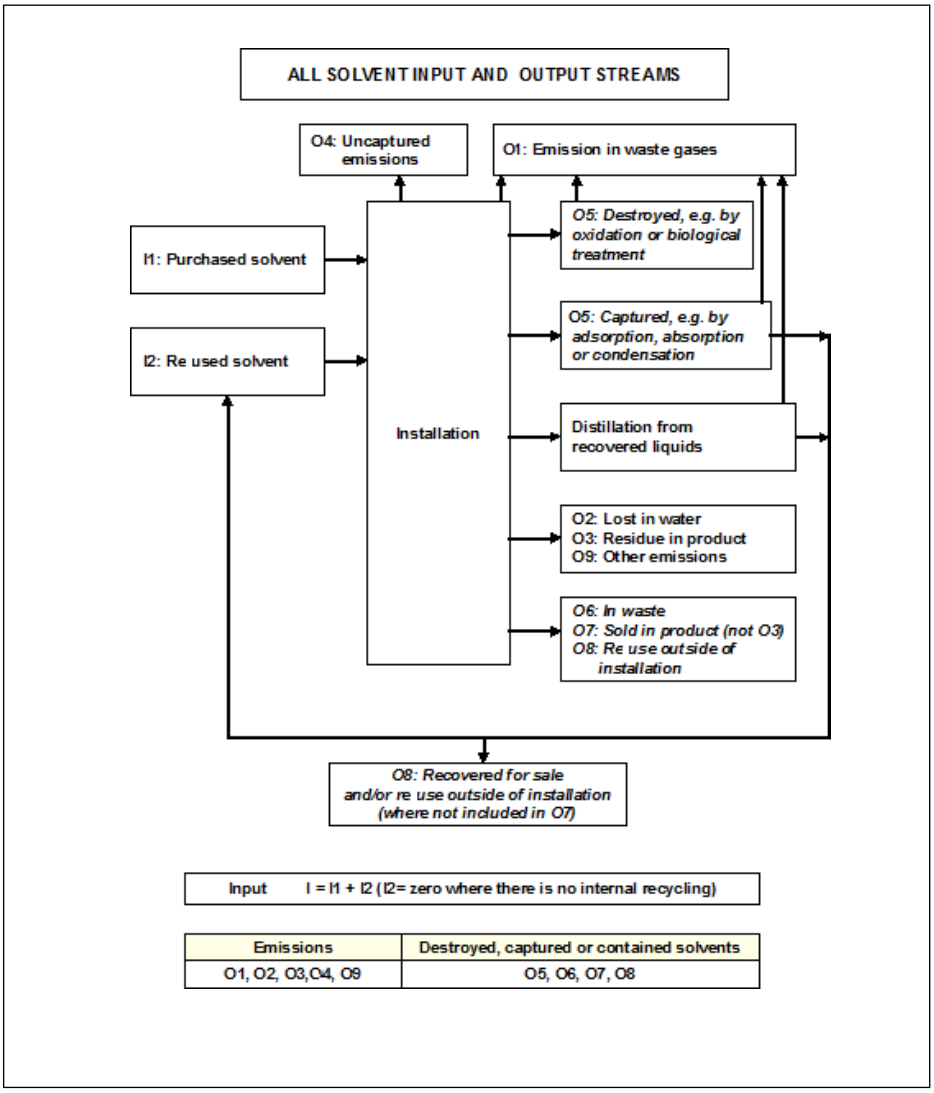
- O1: Atık gazlardaki emisyonlar.
- O2: O5 hesaplanırken atık su işleme uygulaması dikkate alınarak suda kaybolan organik solventler.
- O3: İşlemden çıkan ürünlerde kontaminasyon veya kalıntı olarak kalan organik solventlerin miktarı.

- O4: Yakalanmamış organik solvent emisyonları. Bu, havanın pencereler, kapılar, havalandırmalar ve benzeri açıklıklar yoluyla dış ortama salındığı odaların genel havalandırmasını içerir.
- O5: Kimyasal veya fiziksel reaksiyonlar nedeniyle kaybolan organik solventler ve/veya organik bileşikler (yakma veya diğer atık gaz veya atık su işleme işlemleriyle yok edilenler veya O6, O7 veya O8 kapsamında sayılmadıkları sürece yakalananlar dahil).
- O6: Toplanan atıklarda bulunan organik solventler.
- O7: Ticari değeri olan bir ürün olarak satılan veya satılması amaçlanan organik solventler veya karışımların içerdiği organik solventler.
- O8: O7 kapsamında sayılmadığı sürece, yeniden kullanım için geri kazanılan ancak sürece girdi olarak kullanılmayan karışımlarda bulunan organik solventler.
- O9: Diğer yollarla salınan organik solventler.

Şekil 17.6'da solventler için tüm olağan giriş ve çıkış seçenekleri

gösterilmektedir. En yaygın beş durum (Ek 21.5.1'de gösterilmektedir):

- dahili solventin yeniden kullanımı olmadan boru çıkışı azaltımı olmaması;
- dahili solvent yeniden kullanımı ile boru çıkışı azaltımı olmaması;
- solvent geri kazanımı ve yeniden kullanımı (dahili veya harici);
- boru çıkışı azaltımının kullanılması ve kaçak emisyonların (ör. temizlik maddeleri) doğrudan kolayca belirlenmesi;
- boru çıkışı azaltımı kullanılması ve kaçak emisyonların kolayca belirlenememesi.



Şekil 17.6: Tüm solvent girdi ve çıktıları (IED'deki tanımlar kullanılarak)

Toplam emisyonlar E = O1 + F (kaçak emisyonlar).

Kaçak emisyonlar (F) (dolaylı olarak) şu şekilde hesaplanabilir:

$$F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

(O7'nin bu belgede ele alınan sektörlere uygulanması olası değildir.)

Kaçak emisyonların (F) açıkça belirlenmesi gerekiyorsa (örneğin, izin gereklilikleri nedeniyle), girdilerin (I) ve çıktıların (O) doğrudan ölçülmesiyle şu şekilde belirlenebilir:

$$F = O2 + O3 + O4 + O9$$

Bir kütle dengesinin elde edilmesi, genellikle belirli bir durum için türetilecek olan doğrudan ölçüm ve tahminini birlikte içerir (bk. Ek 21.4 ve 21.5). Birkaç endüstride kullanılan bir teknik (ör. araç imalat endüstrilerindeki uygulama için, bk. Ek 21.5.1), aşağıdaki adımları kullanarak atık gaz sisteminin yakalama ve imha verimliliğini kullanmaya dayanır:

- solvent girişi miktarının ölçülmesi (I = I1 + I2);
- sudaki emisyon miktarı ve atık vb. kayıplarının ölçülmesi (kayıplar = O2, O3, O6, O7, O8, O9);

- azaltma tekniğinin uzaklaştırma etkinliğinin ölçülmesi veya hesaplanması;
- azaltma için gönderilen solvent miktarının tahmin edilmesi (I – kayıplar);
- solvent miktarının azaltmanın yüzde verimliliği ile çarpılması = atık gaz emisyonları O1;
- kaçak emisyonlar (yukarıdaki gibi): F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8 veya F = O2 + O3 + O4 + O9.

Kaçak emisyonların belirlenmesi için doğrudan yöntemi uygularken, kaçak emisyonları hesaplamak için O1'i hesaplamak gerekli değildir. Ek olarak, toplam emisyonlar hesaplanırken O1'e ihtiyaç vardır.

İşlevi düzenlemelere veya çevresel izinlere uygunluğu kanıtlamak olan solvent dengeleri normalde yıllık olarak düzenlenir. Ancak dengeler daha sık hazırlanabilir,
örneğin aşağıdaki nedenlerle aylık veya üç aylık:

- Başlangıçta, operatörlerin uygun bir veri toplama sistemi kurmak ve solvent dengelerini hazırlamak ve kontrol etmek için kaynakları kullanması gerekecektir, örneğin büyük şirketlerde ayda bir veya iki iş günü gerekecektir. Bir sistem kurulduktan ve önemli ölçümler belirlendikten sonra bunlar kolaylıkla izlenebilir.
- Sık hazırlanan solvent dengeleri, yıllık hazırlanan dengelerden daha basit olabilir. Örneğin, bunlar bir tabloya konulabilir ve/veya gerçek fiziksel stok sayımından ziyade idari kaynaklardan elde edilebilecek stok değişiklikleri gibi temel göstergeler düzenli kontrol için türetilebilir.
- Solvent dengelerini türetmek her zaman kolay değildir. Şirketin bir öğrenme eğrisi izlemesi gerekmektedir. Solvent dengelerinin doğru olmalarının beklenebilmesi için birkaç kez türetilmesi gerekir.
- Sık hazırlanan dengeler, sorun çıkması durumunda erken uyarı veren eğilimleri gösterir. Dengeleme, emisyon sınırlarının nerede aşılabileceğini gösterecek, böylece durumu zamanında düzeltmek ve tüm yıl için solvent dengesi yapıldığında bile uygunluğun sağlanması mümkün olacaktır.

Sık hazırlanan dengelerin doğruluğunun ekstra olarak kontrol edilebilmesi için, yıllık hazırlanan dengenin yalnızca tüm bu dengelerin toplamı olmaması, mümkün olduğunca orijinal verilerden ayrı olarak elde edilmesi gerekir. Bu yıllık hazırlanan denge daha sonra tutarsızlıkları görmek için sık hazırlanan dengelerin toplamı ile karşılaştırılabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent dengeleri, kaçak emisyonları tahmin etmek ve dolayısıyla bunları kontrol etmek için gereklidir. Sık hazırlanan dengeler düzensiz durumları gösterir, çevresel riskleri azaltır ve solvent emisyonlarının azaltılmasını sağlar.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Emisyon rakamları karşılaştırılabilir olmalıdır ve bir endüstri genelinde, özellikle de kütle dengesi (denkliği) amacıyla neyin 'solvent' olarak sınıflandırıldığına ilişkin olarak aynı tanımların uygulanması önemlidir. IED'nin yalnızca standart koşullarda buhar basıncına göre bir VOC tanımlamadığını, aynı zamanda belirli kullanım koşullarında karşılık gelen bir uçuculuğa sahip olan herhangi bir bileşiği içerdiğine dikkat etmek önemlidir.

Bir kütle dengesi elde edilirken, genellikle herhangi bir atık gaz çıkarma ve işleme sistemine ilişkin verimli çalışma hakkında varsayımlar yapılacaktır. Örneğin, havalandırılan alan tasarımla aynıdır (yani kayıt dışı bağlantı yoktur), fanlar vb. gibi ekipmanlar tasarım verimliliğinde çalışır. Hava akışlarının hacimleri büyük olabilir (ör. bazı durumlarda, 10^6 m3/saat mertebelerinde), dolayısıyla bu rakamlardaki hatalar, yayılan emisyonların hesaplanmasında büyük hatalara neden olabilir (bk. Ek 21.4 ve 21.5).

Varsayımların geçerli olabilmesi için, havalandırma sisteminin denetlenmesi ve iyi çalışır durumda tutulması gerekir (bk. Ek 21.4 ve Madde 17.2.6). Karşılaşılan sorunlara örnekler (bk. Ek 21.4):

- tahliye sistemi tasarlandığı gibi inşa edilmemiş veya çizimler güncellenmeden değiştirilmiştir;
- otomatik basınç kontrolleri, valfler ve damperler tasarlandığı gibi çalışmamaktadır;
- sistemlerin yanlış çalışması yani üfleme yerine üfleme, akışın yanlış yönde olması vb.;
- fan motorları, tahrik kayışları ve/veya kasnaklar değiştirilmiş olabilir ve farklı debiler verebilir.

Hacimsel akışın belirlenmesi için aşağıdaki Referans literatüre ve Madde 17.3.5'e bakınız.

Kütle dengesi için hesaplanan kaynak rakamlarının doğruluğunun belirlenmesi gerekir (bk. Ek 21.4 ve 21.5). Herhangi bir kaynaktaki azami hatanın kütle dengesinin amacı üzerinde bir etkisinin olmadığı durumlarda, tahmin edileni daha kesin hale getirmek için daha fazla çalışmaya gerek yoktur. Ancak, kütle dengesi hedefine ulaşmak için (ör. emisyon limit değerlerine uygunluğu doğrulamak) yanlışlıklar çok büyükse, doğruluk seviyesini iyileştirmek için daha fazla bilgi toplanmalıdır, bk. Madde 17.3.3. Kaçak emisyonların tespitinin doğruluğunun nasıl iyileştirilebileceğine dair kılavuz Ek 21.4'te verilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik, solvent uygulayan tüm endüstrilere uygulanabilir ve kaçak ve toplam emisyonları hesaplamak için kullanılır.

Solvent dengeleri, azaltma tekniklerinin kullanıldığı büyük sapmalarla birlikte karmaşık durumlarda yanlış olabilir (yukarıdaki Çevresel performans ve operasyonel verilere bakınız).

Birçok ülke ve endüstriyel kuruluş, bir solvent kütle dengesinin nasıl elde edileceği ve bir solvent yönetim planının nasıl oluşturulacağı konusunda kılavuzlar geliştirmiştir. Biri, kütle dengesine yardımcı olmak için ücretsiz bir elektronik tablo içerir (İngilizce).

Solvent kütle dengesinin ayrıntı düzeyi, tesisin niteliği, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin yanı sıra kullanılan malzemelerin türü ve miktarı ile orantılı olacaktır.

Ekonomik yönler

Solvent kullanımının optimizasyonu ile maliyetin düşürülmesi.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Solvent girdileri ve çıktıları hakkında daha iyi bilgi ve gerekli eylemlerin değerlendirilmesi.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [130, ADEME 2006_bookmark691] [181, COM 2017] [212, TWG 2018], [266, COM 2018]

17.3.2 Solvent takip sisteminin uygulanması

Açıklama
Solvent takip sistemi solventlerin hem kullanılan hem de kullanılmayan miktarlarını kontrol eder (ör. uygulama alanından depoya geri dönen kullanılmayan miktarları tartarak).

Teknik Açıklama
Kütle dengesi alıştırmasında faktör I1 (satın alınan solventlerin / işlemlerde kullanılan solvent karışımlarının miktarı) kullanılır. Uygulamada, aşağıdakilere sahip olmanın zorluğu nedeniyle, bir referans dönemi boyunca kullanılan boya hacmini belirlemek zordur:

- Binlerce varilin kullanıldığı, bazen yeniden depolanıp yeniden kullanıldığı ve yüzlerce farklı boya referansının norm olduğu bir işletme için mükemmel bir envanter. Kullanılan miktarların mümkün olduğunca kesin bir şekilde belirlenmesi için ve hammadde dağıtım sistemine (ör. merkezi otomatik dağıtım sistemi veya konteynerler kullanılarak manuel teslimat) bağlı olarak çeşitli işlemler kullanılabilir: uygulamaya yönelik teslim edilen miktarların bilgisayar tabanlı kaydı, kullanımdan sonra depoya geri dönen varillerin tartılması vb.
- Satın alınan malzemelerin kesin solvent ve katı içeriği hakkında ayrıntılı bilgi. Genellikle malzeme teknik özellikleri (ve/veya güvenlik bilgi formları) ağırlıkça kuru içeriği bir aralık olarak sağlar ve hacimce kuru içerik ile ağırlıkça arasında net bir ilişki yoktur. Ek olarak, solvent içeriğinin dolaylı tahminine yönelik metodolojiler (ağırlıkça kuru içerik farkı olarak), bu kadar yüksek sıcaklıkta ve bu kadar uzun süre meydana gelen kimyasal reaksiyonların diğer uçucu yan ürünlerinin uzaklaştırılmasının etkisinden zarar görebilir. Uçucu olmayan maddenin belirlenmesine ilişkin çeşitli standart yöntemler mevcuttur[43] ancak her durumda takip edilmeyebilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Solvent kütle dengesinin daha doğru kurulmasıyla kaçak ve toplam VOC emisyonlarının daha iyi kontrol edilmesini sağlar.

Çapraz ortam etkileri
Belirlenen etki yoktur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir, SMB detaylandırması için gereklidir.

Ekonomik yönler
İlgili personel.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[177, ECCA 2017] [212, TWG 2018]

[43] ör. ISO 3233-3: 2015: Boyalar ve vernikler. "Uçucu olmayan maddenin yüzde hacim tayini - Bölüm 3: ISO 3251'e göre belirlenen uçucu olmayan madde içeriği, kaplama malzemesinin yoğunluğu ve kaplama malzemesindeki solvent yoğunluğundan hesaplanarak belirlenmesi" veya EN 16074:2011: Boyalar ve cilalar. "Bobin kaplama malzemelerinin uçucu olmayan madde muhtevasının ve yayılma hızının tayini".

17.3.3 İlgili solvent girdi ve çıktılarının tam olarak tanımlanması ve nicelendirilmesi

Açıklama

Bu aşağıdakileri içerir:

- solvent girdi ve çıktılarının tanımlanması ve belgelenmesi, (ör. atık gazlardaki emisyonlar, her bir kaçak emisyon kaynağından kaynaklanan emisyonlar, atıktaki solvent çıktısı);
- her ilgili solvent girişi ve çıkışının doğrulanmış niceliği ve kullanılan metodolojinin kaydı (ör. ölçüm, emisyon faktörlerini kullanarak hesaplama, operasyonel parametrelere dayalı tahmin);
- nicelemenin ana belirsizlik kaynaklarının belirlenmesi ve belirsizliği azaltmak için düzeltici eylemlerin uygulanması;
- solvent girdi ve çıktı verilerinin düzenli olarak güncellenmesi.

İlgili solvent girdilerinin ve çıktılarının karakterizasyonu ve miktarının belirlenmesi, işlemlerin karmaşıklığına, emisyon kaynaklarına, uygulanan azaltma tekniklerine ve doğruluğu etkileyen diğer koşullara bağlı olarak bir solvent kütle dengesi derleme konusunda yeterli uzmanlığa sahip bir kişi/kişiler tarafından yapılır.

Kullanılan metodolojinin yanlışlıklarının analizinin ardından, bu yanlışlıkların (doğruluktan sapmalar) kabul edilebilir olup olmadığı, yani bunların, tesisin emisyon sınır değerlerine uyup uymadığına ilişkin karar üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı konusunda bir yargıya varılır. Hatalar kabul edilebilir değilse, doğruluk düzeyini iyileştirmek için daha fazla bilgi toplanmalıdır (ör. solvent girdisinden yok edilen veya yakalanan emisyonların çıkarılması yerine emisyon faktörlerinin kullanılması veya kaçak emisyonların doğrudan ölçülmesi).

Teknik Açıklama

Kütle dengesi için hesaplanan kaynak rakamlarının doğruluğunun belirlenmesi gerekir (bk. Ek 21.4 ve 21.5). Tipik yanlışlık kaynakları aşağıdakileri içerir:

Tahmin: Yanlışlık genellikle ölçülen değerleri kullanmak yerine tahmin yapmanın sonucudur. Örneğin, atığın solvent içeriği veya tesiste geri dönüştürülen solvent miktarı söz konusu olabilir.

Ölçüm: Yanlışlık aynı zamanda tek bir ölçümün veya sınırlı sayıda ölçümün tahmin edilmesi ve yıllık emisyonları veya yıllık tüketimi belirlemek için kullanılması sonucunda da ortaya çıkar. Örneğin, atık gazlardaki yıllık emisyonları hesaplamak için baca emisyonlarındaki solvent konsantrasyonu kullanılıyorsa bu durum söz konusu olabilir.

Hesaplama: Aşağı yukarı eşit ve kendi içlerinde doğru olan iki sayının birbirinden çıkarılması durumunda da yanlışlık oluşur. İki rakam arasındaki küçük fark, orijinal iki sayıdaki olası hataların toplamını içerir. Yanlışlık, hesaplamanın sonucuyla aynı büyüklükte olabilir.

Herhangi bir kaynaktaki azami hatanın kütle dengesinin amacı üzerinde bir etkisinin olmadığı durumlarda, tahmin edileni daha kesin hale getirmek için daha fazla çalışmaya gerek yoktur. Ancak, kütle dengesi hedefine ulaşmak için (ör. emisyon limit değerlerine uygunluğu doğrulamak) yanlışlıklar çok büyükse, doğruluk seviyesini iyileştirmek için daha fazla bilgi toplanmalıdır. Emisyon kaynaklarının ayrıntılı analizinin gerekip gerekmediğini değerlendirmenin hızlı bir yolu, ölçüm ve tahminlerdeki yanlışlıkları göz önünde bulundurarak mümkün olan en yüksek kaçak emisyon seviyesini tahmin eden en kötü durum yaklaşımıyla başlamaktır.

Uygun bir yöntemin seçimi, tesisin tipine ve boyutuna bağlıdır. Doğrudan ölçüm gibi, kaçak emisyon kaynaklarının miktarının belirlenmesini iyileştirmek için farklı seçenekler vardır.

Bunun örneği, kapalı bir çalışma alanı olması durumunda, pasif numune alma ve kaçak emisyon kaynaklarının akış özelliklerinin bir kombinasyonunu kullanmaktır. Kaçak emisyonların tespitinin doğruluğunun nasıl iyileştirilebileceğine dair kılavuz Ek 21.4'te verilmektedir.

Sağlanan çevresel faydalar

İlgili solvent girdilerinin ve çıktılarının doğru bir şekilde tanımlanması, karakterizasyonu ve miktarının belirlenmesi (kaçak) emisyonların daha iyi belirlenmesine ve kontrol edilmesine olanak tanır. Bu sayede gerçek solvent emisyonlarının azaltılmasını sağlar.

Çapraz ortam etkileri

Belirlenen etki yoktur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik genellikle uygulanabilir niteliktedir. Niteliklendirme ve nicelleştirme için gereken ayrıntı seviyesi, tesisin karmaşıklığına ve kütle dengesi hedefini karşılama kabiliyetine (ör. emisyon limit değerlerine uygunluğun doğrulanması) bağlıdır.

Ekonomik yönler

Maliyetler, gerekli numune alma ve analiz düzeyine bağlıdır. Solvent girdilerinin ve çıktılarının iyi bir karakterizasyonu ve miktarının belirlenmesi, emisyonların hedeflenen, verimli bir şekilde azaltılmasını, aşırı boyutlandırma, verimsiz kaynak kullanımı vb. için maliyet riskinin azaltılmasını sağlayabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Emisyonlar/çıktılar hakkında daha iyi bilgi ve gerekli eylemlerin değerlendirilmesi.

Örnek tesisler

Avrupa'daki tüm STS tesislerinde kullanılmaktadır; sık SMB izleme örneği: Tesis #146 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[181, COM 2017] [212, TWG 2018] [155, TWG 2016]

17.3.4 Solvent kütle dengesi verilerinin belirsizliğini etkileyebilecek değişikliklerin izlenmesi

Açıklama

Solvent kütle dengesi sistem verilerinin belirsizliğini etkileyebilecek herhangi bir değişiklik kaydedilir, örneğin:

- çıkış gazı işleme sisteminin arızaları: tarih ve süre kaydedilir;
- hava/gaz akış oranlarını etkileyebilecek değişiklikler, örneğin fanların, tahrik makaralarının, motorların değiştirilmesi; değişikliğin tarihi ve türü kaydedilir.

Teknik Açıklama

Örnek olarak, çıkış gazı işleme sistemi performansı, belirli noktalarda, yani çıkış gazı girişinde ve aşağı akış atık gaz akışında basınç ve sıcaklık ölçümleri yoluyla izlenebilir. Sonuçlar saklanmalı ve kontrol edilmelidir.

İzleme sistemi, tolerans seviyesinin dışında herhangi bir basınç ve/veya sıcaklık olması durumunda otomatik uyarılar gönderebilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent kütle dengesi hesaplamalarının geliştirilmiş doğruluğu.

Çapraz ortam etkileri

Belirlenen etki yoktur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Personelin katılımı.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[212, TWG 2018]

17.3.5 Atık gazlardaki emisyonların izlenmesi

Açıklama

Atık gazlardaki emisyonların düzenli olarak izlenmesi.

Teknik Açıklama

İlgili parametrelerin izlenmesi, çevrimiçi ölçümlerle (hızlı müdahale ve kontrolü kolaylaştıran) veya hava numunelerinden elde edilen analitik sonuçlarla gerçekleştirilebilir. İzlenecek parametreler ve izleme sıklığı, kullanılan proses ve malzeme tipinin özelliklerine ve STS tesisinde uygulanan azaltma tekniklerine bağlıdır (ayrıca emisyonlarla ilgili sektöre özgü bölümlere bakınız). Atık gazlardaki VOC emisyonlarının izlenmesi, solvent kütle dengesinin detaylandırılmasına da katkıda bulunur (O1 ve O5 emisyon parametrelerinin belirlenmesi).

Emisyonların izlenmesi, EN standartlarına göre veya EN standartları mevcut değilse, eşdeğer bilimsel kalitede verilerin sağlanmasını temin eden ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Yararları arasında atık gazlardaki emisyonların kontrolü, çıkış gazı işleme ekipmanının düzgün çalışmasının sürdürülmesi ve plansız salınımların tespiti yer alır. Ayrıca solvent kütle denge rakamlarının doğruluğuna katkıda bulunur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Çapraz ortam etkileri

İzlemenin gerçekleştirilmesi için bazı ekipman, yardımcı malzemeler ve enerji gereklidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Havaya kanalize edilmiş emisyonların olduğu tüm STS tesislerine genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Atık gazın izlenmesi ile ilgili maliyetler, numune alma ve ölçüm için kullanılan personel ve ekipmanla ilgilidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Hava kirliliği ile ilgili mevzuat.

Örnek tesisler

Bölüm 2 ila 15'teki örneklere bakınız.

Referans literatür
[266, COM 2018]

17.3.6 Suya emisyonların izlenmesi

Açıklama
Suya emisyonların düzenli olarak izlenmesi.

Teknik Açıklama
İlgili parametrelerin izlenmesi, çevrimiçi ölçümlerle (atık su işleme tesisi - AAT'nin hızlı müdahalesini ve kontrolünü kolaylaştırır) veya atık su numunelerinden elde edilen analitik sonuçlarla gerçekleştirilebilir. İzlenecek parametreler ve izleme sıklığı, AAT ile bağlantılı faaliyetlere ve işlenen atık suyun varış noktasına bağlıdır (doğrudan deşarj veya endüstriyel AAT veya belediye AAT'sinde ileri işleme).

İzlenen ortak parametreler, emisyonlarla ilgili sektör bölümlerinde bulunur ve şunları içerir: AKM, KOİ, TOC, Zn, Ni, Cr_{total}, Cr(VI), fenol indeksi, AOX, florür ve P olarak fosfatlar.

Emisyonların izlenmesi, EN standartlarına göre veya EN standartları mevcut değilse, eşdeğer bilimsel kalitede verilerin sağlanmasını temin eden ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Atık su işleme tesisinde atık suyunun izlenmesi, atık su işleme tesisinin düzgün çalışmasının sürdürülmesine yardımcı olur, kazara oluşan salınımları tespit eder ve böylece atık suların deşarjından kaynaklanan olası olumsuz çevresel etkilerin önlenmesine yardımcı olur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Çapraz ortam etkileri
İzlemenin gerçekleştirilmesi için bazı ekipman, yardımcı malzemeler ve enerji gereklidir. KOİ ölçümü, çok toksik bileşiklerin (ör. cıva ve kromat) kullanımına dayanır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak suya emisyonların olduğu tüm tesisler için geçerlidir.

Ekonomik yönler
Çıkış atık suyunun izlenmesi ile ilgili maliyetler, numune alma ve ölçüm için kullanılan personel ve ekipmanla ilgilidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Su kirliliği ile ilgili mevzuat.

Örnek tesisler
Suya emisyonlar için Bölüm 2 ila 15'teki ilgili bölümlere bakınız.

Referans literatür
[23, COM 2006], [31, COM 2016], [266, COM 2018]

17.4 Su kullanımı ve atık su üretimi

Su yönetimi için kullanılan süreç açıklamaları hakkında daha fazla bilgi STM BREF [23, COM 2006]'da bulunabilir.

17.4.1 Su yönetim planı ve su denetimleri

Açıklama

Su yönetim planı ve su denetimleri, çevre yönetim sisteminin (ÇYS) bir parçasıdır ve şunları içerir:

- tesisin akış şemaları ve su kütle dengesi;
- su verimliliği hedeflerinin oluşturulması;
- su optimizasyon tekniklerinin uygulanması (ör. su kullanımının kontrolü, geri dönüşüm, sızıntıların tespiti ve onarımı).

Kontrollerin güvenilirliğini artırmak ve su yönetim planının hedeflerine ulaşılmasını sağlamak için en az yılda bir kez su denetimleri yapılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Su tüketiminin ve atık su deşarjının azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Bildirilmemiştir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Su yönetim planının ve su denetimlerinin detay seviyesi ve doğası, genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığı ile ilgili olacaktır. STS faaliyetinin daha büyük bir tesiste gerçekleştirilmesi halinde, daha büyük tesisin su yönetim planının ve su denetimlerinin STS faaliyetini yeterince kapsaması koşuluyla, geçerli olmayabilir.

Ekonomik yönler

- Çalışma süresi.
- Gerekli herhangi bir ek ölçümün maliyeti.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Fiyatlandırmaya ve suyun mevcudiyetine bağlı olarak maliyet azaltma.

Örnek tesisler

Tesis #114 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[155, TWG 2016]

17.4.2 Su kullanımının ve deşarjının optimizasyonu

Açıklama

Su kullanımı ve boşaltımı, örneğin durulama ve işlem sularının akışı ve su kalitesi yönetilerek optimize edilir. Bu aynı zamanda suyun yeniden kullanılmasına ve geri dönüştürülmesine de yardımcı olabilir.

Teknik Açıklama

Su kullanımı ve deşarjı; kıyaslama, hesaplama, kimyasal veya fiziko-kimyasal analiz (çevrimiçi veya manuel olabilir) gibi kalite gerekliliklerini karşılamak için optimize edilebilir. Su akışı daha sonra yetkili bir kişi tarafından kilitli akış vanaları kullanmak veya gibi temel parametreleri (ör. hacimleri geçici veya kalıcı olarak ölçmek) izlemek gibi çeşitli teknikler kullanılarak kontrol edilir. Örneğin, durulama için, son suyla durulama adımındaki iletkenlik, daha sonraki yüzey işleme işlemlerini etkileyebilecek izin verilen azami kirletici yükü ile ilişkilidir. İletkenlik ölçümleri kullanılarak durulamalardan çıkan deşarjın izlenmesi, gerekli olan ilave su miktarının kontrol edilmesine yardımcı olduğundan, kullanılan su miktarını azaltabilir.

Çeşitli proses sularının kalitesinin belirlenmesi, suyun doğrudan veya ilgili işlemeden sonra yeniden kullanımı ve geri dönüşümü için bilgi sağlar.

Sağlanan çevresel fayda

Su tüketimi ve durulama suyuna bağlı atıklar azaltılacak ve ilerideki kimyasal işleme banyolarının ömrü iyileştirilecektir.

Atık su hacimleri azaltılacaktır.

Çapraz ortam etkileri

Su kullanımının azaltılması BOİve KOİ emisyonları gibi daha yüksek deşarj konsantrasyonlarına ve AAT üzerinde potansiyel strese neden olabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

İletkenlik ekipmanı ve diğer çevrimiçi izleme ekipmanının kullanım ve bakım açısından sağlam olması gerekir.

Bobin kaplama ile ilgili olarak, son suyla durulama adımı için izin verilen iletkenlik sonraki işleme bağlıdır, ancak genellikle 10 µS/cm ile 100 µS/cm arasındadır (20 °C'de). Ölçüm sıcaklık kompanzasyonlu olmalıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Su bazlı temizleme, işleme banyoları, kaplamalar veya ıslak yıkayıcılar gibi su bazlı tekniklerin kullanıldığı standart bir süreç olarak kabul edilir.

Bu teknik, bobin kaplama endüstrisinde ve araç kaplama endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ekonomik yönler

İletkenlik ekipmanı için düşük yatırım maliyetleri söz konusudur. Su tüketiminde ve atık oluşumunda azalma olduğu için tasarruf sağlanır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Ekonomiklik ve genel süreç kararlılığı.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [23, COM 2006] [31, COM 2016]

17.4.3 Ters akışlı kaskat durulama

Açıklama

Suyun iş parçalarına/alt tabakaya ters yönde aktığı çok aşamalı durulama. Düşük su tüketimi ile yüksek derecede durulama sağlar.

Bu teknik ve ilişkili teknikler, STM BREF [23, COM 2006]'da açıklanmaktadır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Durulama işlemlerinin kullanıldığı yerlerde geçerlidir.

17.4.4 Suyun yeniden kullanımı ve/veya geri dönüşümü

Açıklama

Su akışları (ör. kullanılmış durulama suyu, ıslak yıkayıcıyıkayıcı atıksu) yeniden kullanılır ve/veya gerekirse işlemeden sonra iyon değişimi veya filtrasyon gibi teknikler kullanılarak geri dönüştürülür. Suyun yeniden kullanım ve/veya geri dönüşüm derecesi, tesisin su dengesi, kirlilik içeriği ve/veya su akışlarının özellikleri ile sınırlıdır.

İşlenecek atık su miktarının azaltılması ile birlikte su tüketiminde tasarruf sağlanmakta, bu sayede atık su işleme, enerji kullanımı ve kimyasallar için yatırım maliyeti azaltılmaktadır. Ancak, rejenerasyon ekipmanının maliyeti ve işletme maliyetlerinin dikkate alınması gerekir. Bunu başarmak için gerekli olan bu teknik ve ilgili teknikler, STM BREF [23, COM 2006]'da açıklanmaktadır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Hatta kullanılan su miktarını azaltan soğutma kuleleri veya ısı eşanjörleri gibi sistemlerde kapalı devre sistemler kullanılabilir. Soğutma kuleleri *lejyonella* hastalığı salgınlarının en büyük ve en yaygın kaynaklarından biri olarak kabul edildiğinden, soğutma kulelerinin kullanılması durumunda, *lejyonella* kontrolü için özel önlemler alınmalıdır[44].

17.4.4.1 Islak/venturi yıkama suyunun geri dönüşümü

Açıklama

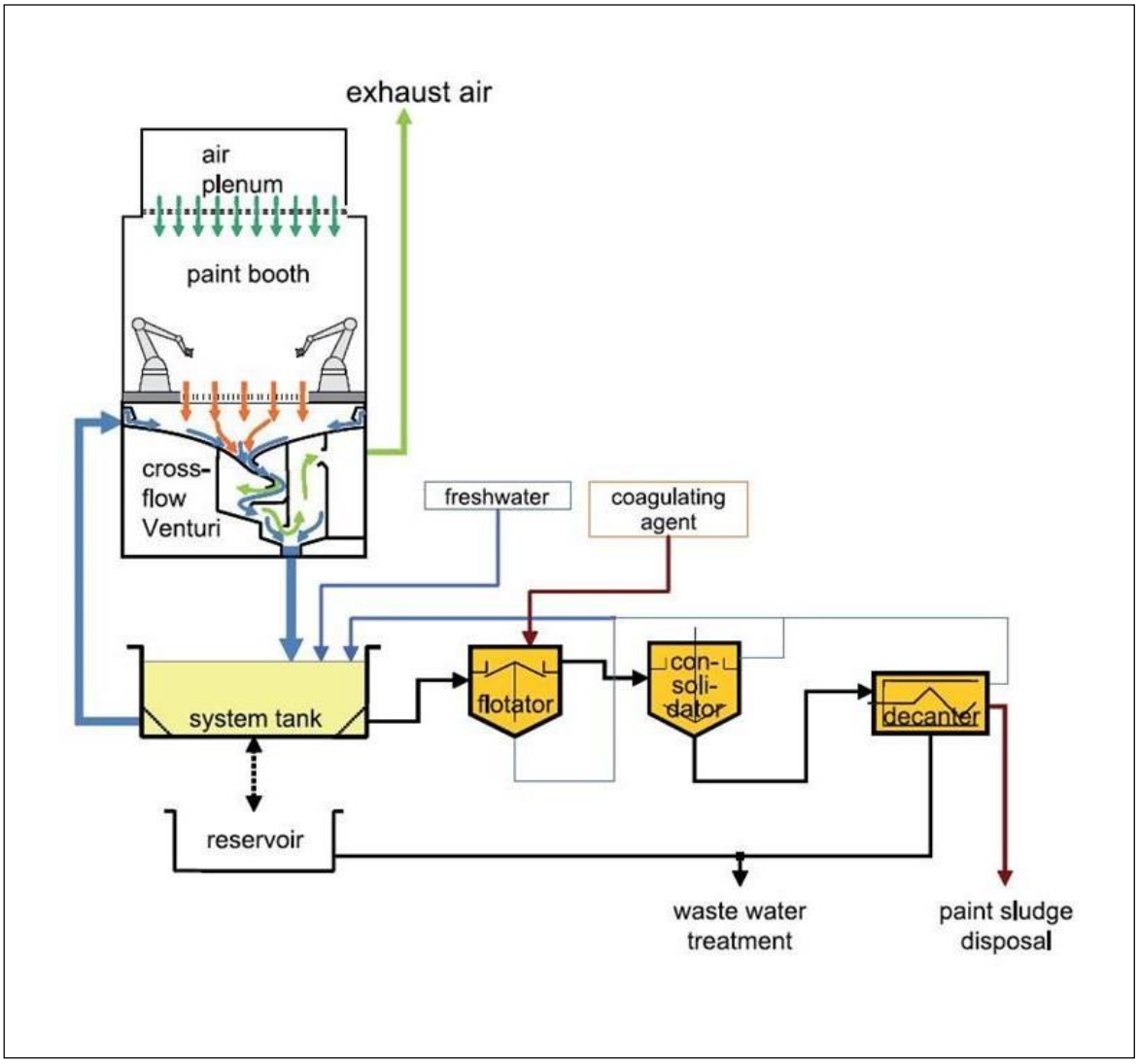
Islak/venturi yıkayıcıyıkayıcı çıkan atık su, sürekli olarak işlenir. Boya parçacıkları pıhtılaştırılır ve topaklanır ve ortaya çıkan boya çamuru sürekli olarak giderilerek suyun geri dönüştürülmesine izin verilir.

Teknik Açıklama

Yüksek akış hızı nedeniyle, venturi yıkayıcıyıkayıcı atıklarından gelen boya çamurunun pıhtılaşması genellikle sürekli olarak gerçekleştirilir. Boya parçacıkları, organik polimerler kullanılarak pıhtılaştırılır, ardından demir tuzları ve kireç sütü (kireç suyu) veya bentonit kullanılarak flokülasyon yapılır. Pıhtılaşmış boya çamuru, sedimantasyon veya yüzdürme yoluyla sürekli olarak uzaklaştırılır ve suyun yıkama sisteminde geri dönüştürülmesine izin verilir. İnce çamur genellikle dekantör santrifüjler kullanılarak susuzlaştırılır ve yoğunlaştırılmış çamur atık olarak bertaraf edilir.

[44] Garcia-Fulgueiras, Ana; Navarro, Carmen; Fenoll, Daniel; et al. (Ağustos 2003). İspanya Murcia'da 'Lejyoner Hastalığı Salgını'. Ortaya Çıkan Bulaşıcı Hastalıklar. 9 (8): 915–921.

DOI:10.3201/eid0908.030337. Erişim tarihi: 16 Haziran 2017.



Şekil 17.7: Boya çamuru pıhtılaşması ile boya kabini suyunun geri dönüştürülmesine ilişkin basitleştirilmiş süreç akış şeması

Sağlanan çevresel faydalar

- Su kullanımında önemli azalma.
- Çamur kalınlaştırılarak atık azaltılır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Püskürtülen fazla boyayı yakalamak için ıslak/venturi yıkayıcıyıkayıcı sistemlerine uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Su kullanımında maliyet tasarrufu.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle araç kaplama sektöründe ve trenlerin kaplanmasında kullanılmaktadır.

Referans literatür

[169, VDI 2013]

17.4.4.2 İyon değişimi ile rejenerasyon

Açıklama

İyon değişimi, atık sudaki istenmeyen veya tehlikeli iyonik bileşenlerin uzaklaştırılması ve bunların bir iyon değiştirici reçineden H^+ ve OH^- iyonları ile değiştirilmesidir. Bunu başarmak için gerekli olan bu teknik ve ilgili teknikler, STM BREF [23, COM 2006]'da açıklanmaktadır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Su akışlarındaki iyonik kirleticiler için geçerlidir.

17.4.4.3 Manyetik ayırıcı

Açıklama

Manyetik malzeme, manyetik bir kuvvet kullanılarak sudan çıkarılır. Ayrıca bk. Madde 17.11.1.3.

17.4.4.4 Filtrasyon (ultra ve nanofiltrasyon ve ters osmoz)

Madde 17.11.4.3'e bakınız.

17.5 Enerji yönetimi ve enerji verimliliği

17.5.1 Enerji verimliliği planı

Açıklama

Enerji verimliliği planı, Çevre Yönetim Sisteminin (ÇYS, bk. Madde 17.1.1) bir parçasıdır ve faaliyetin spesifik enerji tüketiminin tanımlanmasını ve hesaplanmasını, temel performans göstergelerinin yıllık bazda belirlenmesini (ör. MWh/ton ürün) ve periyodik iyileştirme hedefleri ile ilgili eylemlerin planlanmasını içerir. Plan, yürütülen süreç(ler), malzemeler, ürünler vb. açısından tesisin özelliklerine uyarlanır.

Enerji verimliliği planı, enerjiyi verimli bir şekilde kullanmayı amaçlayan bir dizi organizasyonel ve teknik önlemi bir araya getirir. Enerji yönetim sisteminin bir parçasıdır ve çevre yönetim sistemi (ÇYS) ile yakından bağlantılıdır.

Teknik Açıklama

Enerji verimliliği hakkında kapsamlı bilgiler ENE BREF'te [109, COM 2009] bulunabilir. STS faaliyetlerinde enerji verimliliğini artırmak için uygulanabilecek bazı teknikler şunlardır:

a. Farklı enerji seçeneklerinin maliyet ve faydalarının değerlendirilmesi.
b. Enerji akışlarının izlenmesi (kaynağa göre tüketim ve üretim) ve azaltım alanlarının hedeflenmesi.
c. Faaliyetin (veya faaliyetlerin) spesifik enerji tüketiminin tanımlanması ve hesaplanması ve yıllık bazda temel performans göstergelerinin belirlenmesi (ör. MWh/ton ürün veya kullanılan solventin tonu başına). Örneğin, tesisin ana amacına veya üretim kapasitesine en yakın ürün veya hammadde girdileri için birincil enerji tüketimine dayalı olarak.
ç. Daha fazla enerji tasarrufu fırsatlarını belirlemek için bir enerji araştırması yapılması.
d. Birleşik ısı ve güç (CHP) kullanma.
e. Aşağıdakiler gibi en ilgili enerji tüketim tesislerine işletme, bakım ve temizlik önlemlerinin uygulanması:

- iklimlendirme, işlem soğutma ve soğutma sistemleri (sızıntılar, contalar, sıcaklık kontrolü, buharlaştırıcı/yoğuşturucu bakımı);
- motorların ve sürücülerin çalışması (ör. yüksek verimli motorlar);
- sıkıştırılmış gaz sistemleri (sızıntılar, kullanım prosedürleri);
- buhar dağıtım sistemleri (sızıntılar, tuzaklar, yalıtım);
- oda ısıtma ve sıcak su sistemleri;
- yüksek sürtünme kayıplarını önlemek için yağlama (ör. püskürtmeli yağlama);
- kazan bakımı, örneğin fazla havanın optimize edilmesi;
- tesis içindeki faaliyetlerle ilgili diğer bakımlar;
- ekipman gerekliliklerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi.

g. Enerji tüketimini azaltan ve böylece hem doğrudan (yerinde üretimden kaynaklanan ısı ve emisyonlar) hem de dolaylı (uzak bir elektrik santralinden kaynaklanan emisyonlar) emisyonları azaltan tekniklerin kullanılması. Örneğin:

- bina yalıtımı;
- enerji tasarruflu saha aydınlatmasının kullanılması;
- araç bakımı;
- pompalama mesafelerini azaltmak için verimli tesis düzeni;
- elektronik motorların faz optimizasyonu;
- ısı geri kazanımı;
- güvenliyse, kullanılmadığında ekipmanın kapatılmasının sağlanması;

- sahadaki araç hareketlerinin en aza indirilmesinin ve kullanılmadığında motorların kapatılmasının sağlanması.

h. Yalıtım, muhafaza yöntemleri (örneğin, sızdırmazlık elemanları ve kendiliğinden kapanan kapılar) dahil olmak üzere büyük verimsizlikleri önlemek için temel, düşük maliyetli, fiziksel tekniklerin uygulanması ve ısıtılmış su veya havanın gereksiz yere boşaltılmasının önlenmesi (örneğin basit kontrol sistemleri takılarak).

i. Bina hizmetlerine enerji verimliliği tekniklerinin uygulanması.

Sağlanan çevresel faydalar

Enerji tüketiminin ve ilgili emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Enerji verimliliği planının ayrıntı düzeyi ve yapısı, genellikle tesisin yapısı, ölçeği ve karmaşıklığı ve kullanılan enerji türleri ile ilgili olacaktır. Daha büyük tesisin enerji verimliliği planının STS faaliyetini yeterince kapsaması koşuluyla, STS faaliyetinin daha büyük bir tesis içinde gerçekleştirilmesi durumunda geçerli olmayabilir.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanır.

Referans literatür

[109, COM 2009]

17.5.2 Enerji dengesi kaydı

Açıklama

Enerji dengesi kaydı, enerji tüketiminin ve üretiminin (enerji ihracatı dahil) kaynak türüne (ör. elektrik, fosil yakıtlar, yenilenebilir enerji, ithal edilen ısı ve/veya soğutma) göre dökümünü sağlar. Bu aşağıdakileri içerir:

(i) STS aktivitesinin enerji sınırının tanımlanması;
(ii) teslim edilen enerji açısından enerji tüketimi hakkında bilgiler;
(iii) tesisten ihraç edilen enerji hakkında bilgi;
(iv) enerjinin süreç boyunca nasıl kullanıldığını gösteren enerji akışı bilgileri (ör. Sankey şemaları veya enerji dengeleri).

Enerji dengesi kaydı, yürütülen süreç(ler), malzemeler vb. açısından tesisin özelliklerine göre uyarlanır.

İzleme ve ölçüm, enerji yönetimi gibi bir 'planla-uygula-kontrol et-önlem al' sisteminde kontrolün önemli bir parçasıdır (ayrıca bk. ENE BREF [109, COM 2009]). Aynı zamanda süreçlerin etkili kontrolünün bir parçasıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Enerji dengesi kaydının ayrıntı düzeyi ve yapısı, genellikle tesisin yapısı, ölçeği ve karmaşıklığı ve kullanılan enerji türleri ile ilgili olacaktır. Daha büyük tesisin enerji dengesi kaydının STS faaliyetini yeterince kapsaması koşuluyla, STS faaliyetinin daha büyük bir tesis içinde gerçekleştirilmesi durumunda geçerli olmayabilir.

Referans literatür

[109, COM 2009]

17.5.3 Soğutulmuş veya ısıtılmış sıvılar içeren tankların ve fıçıların ve yanma ve buhar sistemlerinin ısı yalıtımı

Açıklama

Bu, örneğin şu şekilde gerçekleştirilebilir:

- çift cidarlı tankların kullanılması;
- ön yalıtımlı tankların kullanılması;
- yanma ekipmanına, buhar borularına ve soğutulmuş veya ısıtılmış sıvılar içeren borulara yalıtım uygulanması.

Daha fazla bilgi için bk. ENE BREF [109, COM 2009].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

17.5.4 Kojenerasyon ile ısı geri kazanımı – CHP (birleşik ısı ve güç) veya CCHP (birleşik soğutma, ısı ve güç)

Açıklama

Endüstriyel işlemlerde/faaliyetlerde kullanılmak üzere sıcak su/buhar üretmek için ısının geri kazanımı (esas olarak buhar sisteminden). CCHP, soğutulmuş su üretmek için düşük dereceli ısı kullanan bir absorpsiyonlu soğutma grubuna sahip bir kojenerasyon sistemidir. Aynı zamanda trijenerasyon denir.

Daha fazla bilgi için bk. ENE BREF [109, COM 2009].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, tesis yerleşimi, sıcak gaz akışlarının özellikleri (ör. akış hızı, sıcaklık) veya uygun bir ısı talebinin olmaması nedeniyle kısıtlanabilir.

17.5.5 Sıcak gaz akışlarından ısı geri kazanımı

Açıklama

Sıcak gaz akımlarından (ör. kurutuculardan veya soğutma bölgelerinden) enerji geri kazanımı, örneğin işlem havası olarak devridaim yoluyla, ısı eşanjörleri kullanılarak, işlemlerde veya harici olarak.

Genel olarak ısı geri kazanımı ve ayrıca basınçlı hava sistemleri ve kurutma prosesleri hakkında daha fazla bilgi için ENE BREF'e bakınız [109, COM 2009].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, tesis yerleşimi, sıcak gaz akışlarının özellikleri (ör. akış hızı, sıcaklık) veya uygun bir ısı talebinin olmaması nedeniyle kısıtlanabilir.

17.5.6 Kapatma dönemlerinde oksitleyici ısı tasarrufu

Açıklama

Oksitleyici ısı, üretimin durdurulduğu dönemlerde (ör. hafta sonları) haznelerin içinde tutulur.

Örnek tesis

Tesis #121 [155, TWG 2016].

17.5.7 İşlem havası ve çıkış gazlarının debi ayarı

Açıklama

İhtiyaca göre işlem havası ve çıkış gazlarının debisinin ayarlanması. Bu, boşta çalışma veya bakım sırasında havalandırmanın azaltılmasını içerir. Ayrıca bk. Madde 17.10.3.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

17.5.8 Püskürtme kabini çıkış gazı devridaimi

Açıklama

Etkili boya fazla püskürtmeli ayırma ile birlikte püskürtme kabininden çıkan gazın yakalanması ve devridaimi. Enerji tüketimi, temiz hava kullanımına göre daha azdır.

Teknik Açıklama

Boya kabininden çıkan çıkış gazları, genellikle kuru boya fazla püskürtme ayırma işlemiyle birlikte yakalanır ve yeniden sirküle edilir. Bazı durumlarda, havadaki nemi gideren çıkış gazı resirkülasyonu, ıslak boya aşırı püskürtme ayırmalı mevcut tesislere yeniden takılmıştır. Ayrıca bk. Madde 17.10.3.2.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, sağlık ve güvenlik hususları nedeniyle kısıtlanabilir.

17.5.9 Bir hava türbülatörü kullanarak büyük hacimli bir kürleme kabininde sıcak havanın optimize edilmiş sirkülasyonu

Açıklama

Hava, kürleme kabininin tek bir bölümüne üflenir ve laminer hava akışını istenen türbülanslı akışa dönüştüren bir hava türbülatörü kullanılarak dağıtılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Kürlemede enerji tüketiminin azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Sadece püskürtmeli kaplama sektörleri için geçerlidir.

Örnek tesis

Tesis #078 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[155, TWG 2016]

17.5.10 Atık gaz çıkarma sisteminin ve azaltma sisteminin uygun şekilde boyutlandırılması

Açıklama

Ekstraksiyon sisteminin boyutlandırılması ve azaltma tekniğinin seçiminde aşağıdakiler dikkate alınır:

- emisyon modeli (sürekli/süreksiz);
- çıkış gazlarının enerji içeriği ve ototermal koşulların altındaki enerji tüketiminin etkisi;
- enerji tüketimi açısından düşük VOC konsantrasyonları ile emisyonları işlemenin maliyetleri ve faydaları.

Ayrıca bk. Madde 17.10.1.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Tesisin tasarımında veya büyük yükseltme durumlarında standart bir süreç olarak kabul edilir.

17.5.11 Atık gaz çıkarma ve azaltma işlemlerinin optimizasyonu

Ayrıca bk. Madde 17.10.1.

Bu optimizasyon şunlara

dayanmaktadır:

- çıkarılacak hava miktarı;
- solventlerin türü ve olası seviyesi;
- işleme türü ve maliyeti ve faydaları ve çapraz ortam etkileri (ör. malzeme, enerji tüketimi);
- yıllık çalışma saati sayısı.

17.6 Hammadde yönetimi (ikame dahil)

17.6.1 Düşük çevresel etkiye sahip hammadde kullanımı

Açıklama

Kullanılan malzemelerin (özellikle CMR maddeleri ve yüksek önem arz eden maddeler) olumsuz çevresel etkilerinin sistematik olarak değerlendirilmesi ve ürün kalite gereklilikleri veya spesifikasyonları dikkate alınarak, mümkün olduğunda çevresel ve sağlık etkileri olmayan veya daha düşük olan başkalarıyla ikame edilmesi.

Çok etkili bir teknik, yüksek uçuculuğa sahip VOC maddelerinin, VOC olmayan organik bileşikler veya daha düşük uçuculuğa sahip VOC'ler (ör. esterler) içeren diğer maddelerle ikame edilmesidir. Ayrıca bk. Madde 17.7.2.

Teknik Açıklama

Solventlerin kullanıldığı yüzey işleme, çok çeşitli süreçlerde çok çeşitli kimyasallar kullanır. IED, BAT'ı belirleme kriterlerinden birini daha az tehlikeli maddelerin kullanımı olarak listeler (Ek III (2)).

Daha az zararlı maddelerin kullanımı (ikame) üç yoldan biriyle sağlanabilir:

1. Bir maddenin doğrudan daha az tehlikeli olanla değiştirilmesi. Bu genellikle daha basit sistemlerle sınırlıdır, örneğin düşük parlama noktalı temizleyicilerin yüksek parlama noktalı temizleyicilerle değiştirilmesi (bk. Madde 17.9.5).
2. Daha az tehlikeli maddeler kullanan farklı işlem kimyaları veya teknikleri ile değiştirme. Bu, doğrudan değiştirmenin olmadığı durumlarda kullanılır. Farklı kaplama işlem kimyaları, aynı malzemeler için bile farklı özelliklere sahip işlemler sağlar. Örnekler için bk.
3.
4. Tablo 17.4. Bu, bu sektördeki zararlı maddeleri değiştirmenin ana yoludur ve uygun faaliyet ve endüstri bölümlerinde ele alınmaktadır.
5. Tesisatta yüzey işlem sürecinin ortadan kaldırılması ve örneğin üretimde (örneğin beyaz eşya veya inşaat levhası üretiminde) ön kaplamalı malzemelerin kullanılması. Bu tür bir ikamenin çevreye yararlı olduğu gösterilebilir (ör. yaşam döngüsü çalışmalarında) ve bir operatör tarafından VOC emisyonlarının azaltılması da dahil olmak üzere çeşitli hedeflere ulaşmak için düşünülebilir. Ancak, IED tesis ve kullanılan faaliyetleri ifade eder. Bu tür bir ikame (aslında tesis içindeki sürecin durdurulması) bu nedenle BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınması muhtemel bir teknik değildir ve bu belgede daha ayrıntılı olarak ele alınmamıştır.

Tablo 17.4: STS sektöründe kullanılan solvent ikamelerine örnekler

Düşük solventli kaplamalar	Yüksek katı içerikli maddeler
	İki bileşenli (kimyasal olarak etkileşimli)
	Su bazlı
	Toz çamuru
Solventsiz kaplamalar	Sıcak eriyikler
	Toz boya kaplama
	Toz polyester kaplama
	Radyasyonla kürlemeli kaplama

İkame, yalnızca alt tabakaların, ekipmanın ve tesislerin temizlenmesinde kullanılan solventler için değil, aynı zamanda pigmentler, koruyucular, bağlayıcılar, yüzey aktif maddeler vb. gibi işlemlerde kullanılan diğer bileşenler için de geçerlidir.

Bazı maddeler, diğer Avrupa ve/veya ulusal mevzuat veya kılavuzların kapsamındadır ve üreticilerin verileriyle sağlanan risk ifadeleri/tehlike ifadeleri, önemli sağlık ve çevre tehlikeleri olan malzemeleri belirlemek için yararlı bir başlangıç olabilir. Aşağıdakiler, bu sektörde kullanılan maddeler için olası tehlike nitelikleridir.

A. SVHC (yüksek önem arz eden maddeler) olarak sınıflandırma

Bir madde, REACH Tüzüğü [47, EU 2006] Madde 57'de verilen aşağıdaki kriterlerden birini veya daha fazlasını karşılıyorsa SVHC olarak önerilebilir:

- kanserojen olması;
- mutajenik olması;
- üreme için zehirli olması;
- REACH Tüzüğü Ek XIII'de belirtilen kriterlere göre kalıcı, biyobirikimli ve toksik olması (PBT maddeleri);
- 'insan sağlığına veya çevreye eşdeğer bir endişe düzeyine yol açan olası ciddi etkilerin bilimsel kanıtı' olması; bu tür maddeler vaka bazında tanımlanır.

IED'nin 58. Maddesi, CMR maddelerinin mümkün olan en kısa sürede mümkün olduğunca daha az zararlı maddeler veya karışımlarla değiştirilmesini gerektirir; söz konusu Madde'de şunlar ifade edilmektedir: "H340, H350, H350i, H360D veya H360F tehlike beyanları atanan veya bunları taşıması gereken, 1272/2008[45] (EC) sayılı Tüzük uyarınca kanserojen, mutajen veya üreme için toksik olarak sınıflandırılan maddeler veya karışımlar, mümkün olan en kısa sürede, olabildiğince daha az zararlı madde veya karışımlarla değiştirilecektir."

B. Cr(VI) için mevcut durum

Ön işlemeden sonra bobin kaplamada dönüşümlü kaplamalarda kullanılan geleneksel krom(VI) (kromat) durulamaları ve/veya boyama öncesi yüzey hazırlığı genellikle Cr(VI) içermeyen alternatiflerle değiştirilmiştir. REACH Tüzüğü kapsamında, bu durulamalarda kullanılan Cr(VI) bileşikleri, Ek XIV maddeleri olarak listelenmiştir ve kullanımdan kaldırılma tarihi olan 21 Eylül 2017'den sonra her kullanım için özel izin gerektirmektedir.

Bu belgenin taslağı hazırlanırken, yetkilendirme başvuruları kaydedilmiştir ancak yalnızca bir tanesi onaylanmıştır. Bu belgedeki hususlar, havacılık ve uzay endüstrilerinde ve muhtemelen belirli bobin kaplamalı ürünlerde sürekli kullanım olasılığına dayanmaktadır.
Boya pigmentleri, bileşiklerinin rengi ve korozyon direnci için kadmiyum, altı değerlikli krom, nikel ve kurşun gibi toksik metaller içermektedir. Ancak, bunların kullanımı artık yönetmeliklerle bu belgenin kapsamı dışında kalan faaliyetlerle kesin olarak sınırlandırılmıştır, bk. Madde 1.2.3. Boya pigmentlerinde potansiyel olarak kullanılan çeşitli Cr(VI) maddeleri için REACH kullanımdan kaldırma tarihi 22 Ocak 2019 olup, bazıları suda az çözünürlüğe sahiptir. Ekim 2017'de, havacılık kaplamalarında kullanıma yönelik olarak CAS numarası 7789-06-2 (stronsiyum kromat) için yaklaşık 10 üreticiden ve astar, sızdırmazlık maddesi ve kaplamalarda belirtilmemiş kullanıma yönelik olarak CAS 11103-86-9 için bir başvuru olmuştur.

C. Diğer faktörler

Ek olarak, kullanılan solventlerin spesifik etkileri ile ilgili diğer faktörler de dikkate alınabilir:

- **Fiziko-kimyasal etkiler**: aşağıdaki risk ibareleri çevresel etkinin ölçüsü olarak kabul edilmez ([53, COM 2003]'e tabi olanlar hariç): patlayıcı, oksitleyici, aşırı derecede yanıcı, yüksek düzeyde yanıcı ve yanıcı.
- **Fotokimyasal oksidan oluşumu (ozon oluşum potansiyeli, OFP).**

[45] Avrupa Parlamentosu ve Konseyin 16 Aralık 2008 tarihli ve 67/548/EEC ve 1999/45/EC sayılı Tüzüklerini tadil eden ve yürürlükten kaldıran ve 1907/2006 Sayılı (EC) Tüzüğünü tadil eden, madde ve karışımların sınıflandırılması, etiketlenmesi ve ambalajlanmasına ilişkin 1272/2008 sayılı (EC) Tüzük.

- **Stratosferik ozon incelme potansiyeli (ODP).**
  - **Küresel ısınma potansiyeli** (GWP): Bir maddenin GWP'si, 1 kg karbondioksitin salındığı duruma göre, 1 kg madde anında salındığında atmosferde hapsolan ekstra ısı miktarının bir ölçüsüdür.
  - **Koku**: Birçok VOC'nin kokusu vardır. Belirli durumlarda, VOC emisyonları lokalize rahatsız edici koku sorunlarına yol açabilir (bk. Madde 17.13).

Sağlanan çevresel faydalar

Planlı (ör. atık gazlarda) veya plansız (ör. kaçak emisyonlar, sızıntılar, elleçleme kazaları) olarak zararlı maddelerin, ör. solventlerin kullanımında ve daha sonra çevreye yayılan tehlikeli VOC maddelerinin miktarlarında azalma.

Süreçte veya atık gaz işlemede enerji tasarrufu, süreçte veya atık su işlemede daha az ham madde kullanımı, daha az su kullanımı, tehlikeli olarak sınıflandırılan daha az atık üretimi gibi çevresel performansta başka iyileştirmeler olabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Güvenlik bilgi formları, kullanılan malzemelerin çevresel etkilerini değerlendirmek için önemli bir girdi olarak kullanılabilir ve herhangi bir ikame kararı için bilgi sağlayabilecek yararlı girdiler sağlayabilir.

Çapraz ortam etkileri

Bu etkiler bireysel alternatif tekniklere bağlıdır. Bazılarının artan enerji kullanımı, artan atık üretimi veya artan su veya ham madde tüketimi gibi etkileri olabilir. Bazı alternatif malzemeler sağlık ve güvenlik risklerini artırabilir, daha yüksek fotokimyasal reaktiviteye sahip olabilir veya diğer çevresel riskleri artırabilir. Sağlık risklerinin artıp artmadığını değerlendirmeye yönelik basit bir yaklaşım, Buhar Tehlike Oranını kullanmaktır (aşağıdaki uygulanabilirlikle ilgili Teknik hususlara bakınız). Daha fazla bilgi ECM REF'te [50, COM 2006] bulunabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Değerlendirmenin kapsamı (ör. ayrıntı düzeyi) ve niteliği genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin aralığının yanı sıra kullanılan malzemelerin türü ve miktarı ile ilgili olacaktır.
İkame kararları, duruma göre verilmelidir ve ikame, gereken nihai performans özelliklerini yeterince sağlamalıdır (yani, uygun işlevselliğe sahip olmalıdır). Her durumda, değişikliği yapmadan önce değişiklikleri müşteriyle görüşmek önemlidir. Gerekli nihai performans özellikleri hakkında tam bilgi sahibi olmadan değişiklik yapmamak iyi bir uygulamadır. Bu özelliklerin sağlanmama riski nedeniyle, hem operatörün hem de müşterinin gerekli spesifikasyonlara göre kalite ve performansı izlemesi ve bunlar hakkında bilgi alışverişinde bulunması tavsiye edilir.

Tek maddelerin kullanıldığı bazı işlemlerde, ikame mümkün olmayabilir, örneğin, yayın rotogravür baskıda toluenin yerini almak şu anda mümkün değildir.

Bu sektörde kullanılan çok çeşitli kimyasallar göz önüne alındığında, çevreye zarar verme potansiyeline sahip tüm kimyasalların uygun şekilde değiştirilebileceği şüphelidir. Bazı süreçler, uygun bir ikamenin olmadığı veya çapraz ortam etkilerinin (yukarıya bakın) faydalardan daha ağır bastığı zararlı maddelere bağlı olabilir.

Muhtemel alternatif maddeleri karşılaştırmaya yardımcı olmak için oranlar türetilebilir. Örneğin, fizyolojik etkiler için Buhar Tehlike Oranı (VHR), aşağıda gösterildiği gibi bir ürünün buharlaşma eğilimini OEL (Mesleki Maruziyet Sınırı) ile karşılaştırır:

$$\text{VHR} = \frac{\text{Denge buhar konsantrasyonu (20 °C'de)}}{\text{OEL}}$$

Sonuç olarak:

- benzer bir OEL'e sahip ürünler için, en düşük uçuculuğa sahip ürün seçilir;
- benzer uçuculuğa sahip ürünler için daha yüksek OEL'li ürün seçilir.

Verilerin yorumlanmasının daha zor olduğu durumlarda, VHR'nin hesaplanması gerekebilir.

Toksisite ve ekotoksisite gibi diğer faktörler, daha düşük tehlike ifadesine sahip bir maddenin kullanılması gibi basit bir temelde değerlendirilebilir. Alternatif olarak, diğer ölçümler (ozon oluşturan reaktivite gibi) kullanılabilir. OFP gibi bazı durumlarda, VHR'ye benzer bir oran geliştirilebilir.

Ekonomik yönler

İkameler daha uygun maliyetli olabilir, ancak bunun duruma göre belirlenmesi gerekir. Bunlar, tesisin birden fazla yasal gerekliliği karşılamasını sağlayabilir (aşağıdaki Uygulama için itici güç bölümüne bakınız). Tasarruf, örneğin şunlarda bulunabilir:

- azaltılmış enerji, su ve hammadde kullanımı;
- azaltılmış atık gaz ve atık su işleme;
- işyerinde artan sağlık ve güvenlik uyumu;
- sürecin kalitesi ve güvenilirliğinin iyileştirilmesi.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çalışanların sağlığı ve güvenliği, daha az zararlı madde kullanmak için önemli bir itici güçtür. (Not: mevcut tüm kanıtlara göre ikamelerin gerçekte daha az zararlı olmasını sağlamak için iş sağlığı nedenleriyle ikame konusunda dikkatli olunmalıdır).

Müşteri (sağlık) kalite talepleri diğer bir itici güçtür.

Diğer çevresel mevzuat etkenleri arasında REACH Tüzüğü ve Seveso III Direktifi[46] bulunmaktadır.

Düzenlemelerin azaltılması başka bir etkendir: Bazı durumlarda, elde edilen solvent azaltımı, solvent kullanımının IED veya diğer düzenlemeler için dikkate alınan eşik seviyelerin altına düşürülmesine neden olabilir.

Örnek tesisler

Bk. Madde 2.4.3, 3.4.2, 4.4.4, 6.4.2, 10.4.1, 3.4.2 ve 14.4.2.

Referans literatür

[23, COM 2006] [38, TWG 2004] [42, Envirowise 2003] [50, COM 2006] [52, COM 2000] [73, COM 2012] [78, TWG 2005] [116, ESIG 2005]

[46] 96/82/EC, OJ L 197 sayılı Konsey Direktifini tadil eden ve ardından yürürlükten kaldıran, tehlikeli maddeler içeren büyük kaza tehlikelerinin kontrolüne ilişkin 4 Temmuz 2012 tarihli ve 2012/18/EU sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi.

17.6.1.1 Halojenli solventlerin ikamesi

Açıklama

Halojenli solventler, örneğin temizlik için güçlü solvent etkisinin gerekli olduğu durumlarda daha az tehlikeli solventlerle değiştirilebilir. Etanolamin gibi güçlü solventler kullanılabilir. Boyaların halojenli solventleri esas aldığı durumlarda, alternatif boya sistemleri kullanılabilir (bk. Madde 17.7).

Sağlanan çevresel faydalar

Elleçleme sırasında ve havaya emisyon riskinde azalma ve tehlikeli atık oluşumunda azalma.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Klorlu hidrokarbonlar bazen sürtünme balatalarının üretiminde yüzeylerin yağdan arındırılması için ve tarım ve inşaat araçlarının kaplanması için bazı kaplamaların solventi olarak kullanılır.

Esnek ambalajlamada, kalıcı kontaminasyonu gidermek için metilen klorür gibi halojenli solventler kullanılmıştır. Ancak bunların yerini etanolamin gibi uçucu olmayan solventler almıştır.

Çapraz ortam etkileri

Belirlenen etki yoktur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, spesifik tekniğe ve kullanımına bağlıdır. İkame, matbaacılık endüstrisinde (mevzuat ve AB çapındaki endüstri anlaşmaları yoluyla), sürtünme balatası imalatında başarıyla uygulanmıştır ve tüm endüstri sektörlerinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Halojenli solventler kullanan boyaların yerini alabilen boya sistemleri mevcuttur.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş yerinde sağlık ve güvenlik. IED, H341 veya H351 tehlike ifadelerine sahip halojenli VOC'lerin kütle akışının 100 g/h'ye eşit veya daha fazla olduğu durumlarda 20 mg/Nm^{3}lük bir emisyon sınır değeri belirler.

Almanya'da, halojenli solventlerin kullanımı artık geçerliliğini yitirmiştir.

Örnek tesisler

Halojenli solventler geniş bir ölçekte (ör. Almanya'da) değiştirilmiştir.

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [4, Almanya 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

17.6.2 İşlemde organik solvent kullanımının optimizasyonu

Açıklama

Gerekli eylemleri belirlemeyi ve uygulamayı amaçlayan bir yönetim planı (EMS'nin bir parçası olarak (bk. BAT 1)) işlemde solvent kullanımının optimizasyonu (ör. renk harmanlama, püskürtme pulverizasyonunu optimize etme).

Teknik Açıklama

Bu teknik, süreçte organik solvent kullanımını optimize etmek için bir yönetim planı oluşturmayı ve uygulamayı içerir. Yönetim planı, solventlerin kullanımını optimize etmek için eylemleri belirlemeyi ve uygulamayı amaçlar. Dikkate alınabilecek çeşitli teknikler vardır, örneğin renk harmanlama, püskürtme pulverizasyonu optimize etme. Organik solventlerin kullanımının optimizasyonuna yönelik yönetim planı, çevre yönetim sisteminin (EMS) önemli bir parçasıdır ve uygulanacak tekniklere ilişkin kararlar, diğer EMS bileşenleri ile etkileşime dayanmaktadır.

Solvent kütle dengesi (SMB) ilgili nicel verileri sağlar.

Sağlanan çevresel faydalar
Havaya VOC emisyonlarının azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Belirlenen etki yoktur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılır, araç kaplamadaki örneklere bakınız (bk. Madde 17.6.2.1).

Referans literatür
[155, TWG 2016]

17.6.2.1 Renk gruplaması (toplu boyama)

Açıklama

Aynı renkte büyük diziler elde etmek için ürün dizisinde yapılan değişiklik.

Teknik Açıklama
Toplu boyama veya bloktan bloğa boyama olarak da adlandırılan renk gruplaması, belirli bir ürün serisinin aynı renge boyanması anlamına gelir. Bu, farklı bir renkte daha az sıklıkta değişiklik yapılmasına neden olur.

Araç kaplamada, solvent bazlı boyahanelerde iki farklı araç boyama rengi arasında durulama işlemlerini azaltmak için, aynı renkle büyük seriler elde edecek şekilde üretim yeniden organize edilmektedir. Astar aşamasının sonunda, fırından sonra, üretim sonunda fırını boşaltmak için kullanılan konveyörler, aynı renkte küçük bir araç gövdesi konvoyu oluşturmak için araba gövdelerini depolamak ve yeniden planlamak için de kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar
Faydaları, farklı renkler arasında durulama işlemlerinin sayısını azaltarak durulama solventi kullanımının azaltılmasını içerir. Avantaj, doğrudan renk tankı ile boyama aleti arasındaki borunun uzunluğuna bağlıdır. Daha az boya kalıntısı oluşur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Ürünler için yeterli depolama alanı ve uygun bir lojistik planlama sistemi mevcut olmalıdır. Aynı zamanda, farklı renklerin sayısına ve bunların üretim programındaki nispi bolluğuna da bağlıdır. Otomotiv endüstrisi için ortalama renk grubu uzunluğu iki ile altı birim arasındadır.

Çapraz ortam etkileri
Belirlenen etki yoktur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Bu teknik yaygın olarak otomobil, kamyon ve ticari araçların kaplanmasında ve metal ambalajların kaplanmasında uygulanmaktadır. Üretim planlaması, müşteri gereklilikleri ve lojistik gereklilikler [ACEA yorumu #201, [212, TWG 2018]] nedeniyle uygulanabilirliğinde sınırlamalar olabilir.

Yapışkan bantların imalatında, üretim süresi boyunca (dolayısıyla daha uzun kampanyalar) farklı ürün sayısını azaltmaya ve böylece ara temizlik ihtiyacını ortadan kaldırmaya odaklanan benzer bir teknik uygulanır (ayrıca bk. Madde 7.3.2.2).

Ekonomik yönler

Boya, solvent ve temizleme/duruş süresindeki tasarruflar, daha yüksek depolama kapasitesi maliyetleriyle dengelenebilir.

Örnek tesisler

Çoğu otomotiv fabrikasında yaygın olarak kullanılır.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [212, TWG 2018]

17.7 Kaplama işlemleri ve ekipmanları

17.7.1 Boyama öncesi ön işlemeler (temizleme hariç)

Su bazlı ön işlemeler üç nedenden dolayı uygulanır: önceki işlemlerden gelen yağ ve kiri gidermek, korozyon direncini artırmak ve sonraki boya katmanlarının yapışmasını iyileştirmek. Uygulanan olağan ön işlemeler yağ giderme, fosfatlama ve kromatlamadır. Bu teknikler, STM BREF [23, COM 2006] ile birlikte malzeme muhafazası ve bakımı için ilgili BAT'ta açıklanmıştır ve bu nedenle burada tam olarak ele alınmamıştır.

17.7.1.1 Fosfatlama

Açıklama

Fosfat dönüştürme kaplamaları, korozyon direncini ve müteakip boya kaplamalarının çelik yüzeylere yapışmasını arttırmak için kullanılır. Bunlar genellikle demir, çinko, nikel ve manganez içerir. Püskürtme ile uygulanabilir, ancak şu anda daha eksiksiz ve tutarlı bir kaplama elde etmek için genellikle daldırma ile uygulanmaktadır. Daha fazla bilgi STM BREF'te [23, COM 2006] bulunabilir.

17.7.1.2 Krom(VI) içermeyen dönüşümlü (konversiyon) kaplamalar

Cr(VI) kullanımı ile ilgili mevcut durum

Ön işlemeden sonra bobin kaplamada dönüşümlü kaplamalarda kullanılan geleneksel krom(VI) (kromat) durulamaları ve/veya boyama öncesi yüzey hazırlığı genellikle Cr(VI) içermeyen alternatiflerle değiştirilmiştir. REACH Tüzüğü [47, EU 2006], kapsamında, bu durulamalarda kullanılan Cr(VI) bileşikleri, Ek XIV maddeleri olarak listelenmiştir ve kullanımdan kaldırılma tarihi olan 21 Eylül 2017'den sonra her kullanım için özel izin gerektirmektedir.

Bu belgenin taslağı hazırlanırken, yetkilendirme başvuruları kaydedilmiştir, ancak yalnızca sınırlı bir kısmı onaylanmıştır. Bu belgedeki hususlar, havacılık ve uzay endüstrilerinde ve muhtemelen belirli bobin kaplamalı ürünlerde sürekli kullanım olasılığına dayanmaktadır. Alternatifler hakkında ek bilgi için ayrıca Madde 6.4.2.1'e bakınız.

Açıklama

Organik kompozitler, zirkonyum florür solüsyonları, titanyum florür, tartrat, fosforik asit veya organik silikon türevleri (silanlar) ile işleme dayalı bazı kromsuz dönüştürme kaplama sistemleri mevcuttur. Gerekli korozyon direncini elde etmek için müteakip bir polimer tabakası gerektirebilirler.

Araç imalat endüstrilerinde, yüksek kaliteli korozyon koruması elde etmek için e-kaplama batırmalı astar kaplama, kromatlama olmadan doğrudan fosfat tabakası üzerine uygulanır.
Titanyum, fosforik asit ve organik polimer ile krom içermeyen ön işleme, olağan püskürtme ve daldırma işlemleri için bir kimyasal sağlayıcı ile daha da geliştirilmiştir. 1998 yılından beri bir firma bu yöntemi bobin kaplama makinelerinde başarıyla kullanmaktadır.

Tartrat ve fosforik asit bazlı krom içermeyen dönüşümlü kaplamalar artık uçak endüstrisinde anotlama için kullanılmaktadır.

17.7.2 Malzeme tabanlı teknikler

Aşağıdaki bölümlerde, birden fazla STS sektörü için ortak olan, tanımlanmış ana malzeme tabanlı teknikler tartışılmaktadır. Genellikle, tüzey işleme tekniklerinin seçimi, aktivite tipi, alt tabaka tipi ve şekli, ürün kalite gerekliliklerinin yanı sıra kullanılan malzemelerin, kaplama uygulama tekniklerinin, kurutma/kürleme tekniklerinin ve çıkış gazı işleme sistemlerinin birbiriyle uyumlu olmasını sağlama ihtiyacı ile de sınırlandırılabildiği kaydedilmektedir.

17.7.2.1 Yüksek katı içerikli solvent bazlı boyalar / kaplamalar / vernikler / mürekkepler / yapıştırıcılar

Açıklama

Düşük miktarda organik solvent ve artan katı içeriği içeren boyalar, kaplamalar, sıvı mürekkepler, vernikler ve yapıştırıcıların kullanımı.

Teknik Açıklama

Katı içeriği hacimce %65'in üzerindedir: örneğin yat kaplamasında su hattı altı alanlar için 450 g/l epoksiler kullanılır; bobin kaplama işlemlerinde %70-95 katı madde içeriği uygulanmaktadır. Kullanılan film oluşturucular temel olarak epoksi, iki bileşenli (2-K) poliüretan, polisiloksan, oksiran veya alkid reçinesine dayalıdır.

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent tüketiminin ve VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Daha yüksek katı içerikli boyaların kullanımı, gerekli miktarda kaplamayı uygularken, geleneksel solvent bazlı boyalara kıyasla solvent kullanımını azaltır. Çıkarılan VOC'lerdeki azalma, azaltma ekipmanına daha az talep getirir. Fırınlardaki azaltılmış solvent yüklemeleri, havadaki belirli bir konsantrasyon için çıkarılan hava akışlarında azalmaya veya hat hızlarında artışa olanak tanıyabilir. Bu, oksitleyicideki gaz tüketimini azaltır, solvent kullanımını azaltır ve taşınacak hacimleri azaltır.

Çapraz ortam etkileri

Atık akışındaki solvent buharlarının azaltılması, oksitleyicide gaz/fosil yakıt talebini artırabilir ve/veya fırın havasının ön ısıtılması için geri kazanılan enerjiyi azaltabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genellikle, yüzey işleme tekniklerinin seçimi, aktivite tipi, alt tabaka tipi ve şekli, ürün kalite gerekliliklerinin yanı sıra kullanılan malzemelerin, kaplama uygulama tekniklerinin, kurutma/kürleme tekniklerinin ve çıkış gazı işleme sistemlerinin birbiriyle uyumlu olmasını sağlama ihtiyacı ile de sınırlandırılabilir.

Tarım ve inşaat makineleri veya ev aletlerinin boyanmasında çoğunlukla akrilat ve polyester izosiyanat bazlı yüksek katı maddeli boyalar kullanılmaktadır.

Bazı pigmentler yüksek katı içerikli boyalarda iyi çalışmaz ve kalite sorunlarına yol açar.

Gemi ve yatların kaplanmasında katı madde oranı yüksek epoksi kaplamalar genellikle gemi ve yatların su altı kısımlarına uygulanmaktadır.

Uçağın kaplanmasında, bazen son katta yüksek katı maddeli kaplamalar uygulanır.

Trenlerin kaplanmasında katı madde oranı yüksek boya sadece tek kat son katta

uygulanır.

Otobüslerin kaplanmasında katı madde oranı yüksek boyalar tek kat son kat sisteminde uygulanmaktadır.

Bobin kaplamada, yüksek katı içerikli kaplamalar yaygın olarak uygulanır.

Sargı tellerinin imalatında katı içeriği yüksek emaye kaplamalar yaygın olarak uygulanmaktadır.

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda, yüksek katı maddeli vernikler ve yapıştırıcılar uygulanır.

Ekonomik yönler

Yüksek katı maddeli boyalar, geleneksel boyalardan daha pahalıdır, ancak daha geniş kapsama alanına sahip oldukları için m^2 başına maliyet genellikle daha düşüktür. İşçilik maliyetlerinde tasarruf beklenebilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Bazı kaplama faaliyetleri için potansiyel maliyet azaltma (ör. bobin kaplama, bk. Madde 6.4.2.3).
- Boya/kaplama/mürekkep/yapıştırıcı kullanım alanlarındaki VOC seviyelerine ilişkin sağlık ve güvenlik gereklilikleri.

Örnek tesisler

Çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [11, InfoMil 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.7.2.2 Su bazlı boyalar / kaplamalar / mürekkepler / vernikler ve yapıştırıcılar

Açıklama

Organik solventin kısmen su ile değiştirildiği yerlerde boya, kaplama, sıvı mürekkep, vernik ve yapıştırıcı kullanımı.

Teknik Açıklama

Boyalar

Su bazlı boyalar, su bazlı veya suda dağılabilen film oluşturucu maddeler içerir. Su bazlı boya sistemleri tek bileşenli boyalar olabilir; ancak ağırlıklı olarak iki bileşenli ve UV radyasyonla kürlenen boyalar uygulanmaktadır. Genellikle alkid, polyester, akrilat, melamin ve epoksi reçine esaslıdır. Su bazlı toz boyalar Madde 17.7.2.6'da tartışılmaktadır.

Su bazlı boya sistemleri normalde ağırlıkça %10-65 su içeriğine sahiptir ve ayrıca bir solvent olarak ve ıslak film tabakasının özelliklerinin iyileştirilmesi için sıklıkla < %3-18 organik solventler içerir. Tamamen organik solvent içermeyen boyalar da mevcuttur. Biyositler, boyaların depolanması, mimari uygulamalar ve (tanklarda tutulan ve kullanılan) elektro kaplama için koruyucu olarak formülasyonun bir parçası olabilir.

Bu malzemelerin ana iyileştirmeleri, korozyona karşı koruma ve iklimsel etkilere karşı dış dirençtir.
İki bileşenli su bazlı boyalar, özellikle mekanik olarak geliştirilmiş bir direnç ve ayrıca doğal yağlar açısından zengin ahşaplarda bile çok iyi bir izolasyon işlevi gösterir.

Yapıştırıcılar

Su bazlı yapıştırıcılar organik solventler içermez veya yumuşatıcı olarak %0,5'e kadar solvent içerir (ayrıca bk. Madde 7.4.1.2).

Sağlanan çevresel faydalar

Azaltılmış VOC emisyonları.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Boyalar

Su bazlı boyaların ana avantajları, VOC emisyonlarının azaltılması ve örneğin ultrafiltrasyon gibi belirli uygulamalarda boyanın geri dönüştürülmesi olasılığıdır. Püskürtme cihazlarının ve diğer aletlerin temizliği, solvent oranı yaklaşık %5 ila %20 olan su/solvent karışımları ile yapılabilir.

Ayrıca, bu boyanın kullanımıyla ilişkili parlama noktası tehlikeleri yoktur, bu da tutuşma ve patlama risklerini en aza indirir.

Su bazlı boyalar, su ve oksijen varlığından dolayı özellikle püskürtme sistemlerinde depolama, pompalama ve uygulama ekipmanlarında önemli korozyon sorunlarına neden olabilir. Geleneksel tesislerin su bazlı boya ile değiştirilmesi, genellikle, boya besleme hatlarının yüksek kaliteli paslanmaz çelikten yapılmış malzemelerle değiştirilmesi gibi, tesiste önemli ölçüde değişiklik yapılmasını gerektirir.

Ayrıca fırınlarda ve egzoz kanallarında korozyon ile ilgili problemler olabilir.

Ahşap yüzeylerin kaplanmasında püskürtme ekipmanının bloke edilmesinin arttığı bildirilmiştir. Bunun bir süreç sorunu olup olmadığı veya eğitim ve adaptasyon ile çözülebileceği bilinmemektedir.

Su bazlı boyalar işlenirse, genel olarak aşağıdaki gereklilikleri karşılanması gerekir:

- ortam sıcaklığı 18 °C ile 28 °C arasında olmalıdır;
- iş parçalarının yüzey sıcaklığı 15 °C'den düşük olamaz;
- 55 °C ile 75 °C arasındaki hava neminde optimum bir işleme sağlanır;
- su bazlı boyalar 0 °C'nin altında saklanamaz (don hasarı);
- yüzey boyunca iyi hava akışı.

Su bazlı boyaların uygulama verimleri daha düşük olduğu için boya sarfiyatı artabilir. Ancak uygulamada, harici şarj kullanılıyorsa (azami olarak %5 daha az) yüksek devirli elektrostatik zil uygulaması için düşük transfer verimliliği geçerlidir. Voltajın güvenlik nedenleriyle sınırlandırıldığı elektrostatik destekli manuel uygulamada aktarım verimliliğinde azalma meydana gelebilir. Alternatif teknikler (dahili şarj) mevcuttur ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Su bazlı kaplamalar çoğunlukla yeni veya yeniden tasarlanmış tesislerde kullanıldığından, ekipmanın daha iyi performansı ve muhtemelen daha yüksek 'ilk seferde doğru' oranları nedeniyle verimlilik genellikle artar. Otomotiv uygulamalarından elde edilen kanıtlar, solvent bazlı sistemlerle karşılaştırılabilir transfer verimlilikleri göstermektedir.

Organik solventlerle karşılaştırıldığında, su daha yüksek buharlaşma enerjisi gerektirir. Bu nedenle, solvent bazlı boyalarla aynı kuruma hızına ulaşılması gerekiyorsa, su bazlı boyaların kurutulması için enerji talebinin daha yüksek olması beklenebilir. Bununla birlikte, püskürtme kabinlerinin iklimlendirilmesi, alt tabakaların ısıtılması, fırın kayıpları vb. ile karşılaştırıldığında, birçok endüstriyel işlemde uçucu bileşiklerin buharlaşması için enerji talebi yalnızca %1 civarındadır. Organik solvent yerine suyun toplam işlem enerjisi üzerinde küçük bir etkisi vardır. Ek enerji gereksinimi, yalnızca ortam koşullarında kurutma için ve ıslak boya üstüne ıslak boya işlemleri durumunda önemlidir.

Su bazlı sistemler genellikle pH stabilizasyonu için aminler kullanır. Bir şirket, bu aminlerle çalışanların korunmasına ilişkin büyük sorunlarla karşılaşmıştır.

Su bazlı sistemler, solvent bazlı kaplamalarda kullanılanlardan daha güçlü temizlik maddeleri gerektirerek, kaplayıcı ekipman üzerindeki temizlik işlemlerinde zorluklar ortaya çıkarabilir.

Yapıştırıcılar
Su bazlı yapıştırıcılar, ilgili solvent emisyonlarını ortadan kaldırır.

Çapraz ortam etkileri

Boyalar ve mürekkepler
Bobin kaplama: Yaklaşık %10-35 solvent içeriği ve yüksek yıllık yük nedeniyle, çıkış gazının işlenmesi gereklidir. Termal atık gaz işleme, istenen emisyon seviyelerine ulaşmak için ek doğal gaz gerektirebilir.

Atık suda artan BOİve KOİ yükü ve buna göre işlenmesi gereken biyositler, organotin katalizörleri ve amonyak gibi daha fazla madde olabilir.

Solvent ve su bazlı atıklar, ileri geri dönüşüm veya bertaraf için ayrılmalıdır. Su bazlı kimyasalların atık sudan çıkarılması daha zordur [ACEA yorumu #312, [212, TWG 2018]].

Atıkların niteliği, solvent bazlı işlemlerle üretilenlerden farklı olacaktır. Bunların solvent bazlı işlemlere göre önemli ölçüde daha iyi veya daha kötü veya miktar olarak daha az veya daha fazla olması gerekmese de, çamurun solvent bazlı tortulardan daha fazla yağ veya hidrokarbon bazlı tortu içermesi muhtemeldir [ACEA yorumu #313 [212 , TWG 2018]].

Yapıştırıcılar
Kurutma için daha fazla enerji gerekir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Boyalar
Su bazlı boyalar uzun yıllardır piyasada bulunmakta ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu malzemelerin kalıcı gelişimi nedeniyle, uygulama alanları sürekli olarak artmaktadır.

Vernik katı uygulamalarında kullanılmasa da araç kaplama sektöründe yaygın olarak uygulanmaktadır. Kamyon ve ticari araçların kaplanmasında, ticari araçlar, kamyon kabinleri ve şasileri ile dingillerde kataforik daldırmalı kaplama, astar/dolgu ve baz katlarda yaygın olarak uygulanmaktadır. Otobüslerin kaplanmasında bazı durumlarda (kataforik daldırmalı kaplama ve gövde altı koruma) su bazlı boyalar kullanılmaktadır. Bununla birlikte, su bazlı boya teknolojilerinin kullanımında önemli bir potansiyel kısıtlama, gerekli tesis büyüklüğüdür. Su bazlı boyaların döşenmesi için bir araç kaplama hattı yaklaşık %30 oranında artar ve bazı şantiyeler bu gerekliliği fiziksel olarak karşılayamaz.

Plastik iş parçalarının kaplanmasında zemin kaplama, taban kaplama ve bazen de vernik katı için yaygın olarak su bazlı kaplama sistemleri uygulanmaktadır.

Trenlerin kaplanmasında zemin kat, astar/dolgu ve bazen de son kat olarak iki bileşenli kromat içermeyen epoksi bazlı su bazlı boyalar uygulanmaktadır. Alt gövdenin korunması için su bazlı boyalar da uygulanır.

Tarım ve iş makinelerinin kaplanmasında yaygın olarak kataforik daldırma kaplamada ve ayrıca tek kat son katlarda uygulanmaktadır.

Gemi ve yatların kaplanmasında su bazlı boyalar çeşitli uygulamalar için mevcut olmakla birlikte sınırlı sayıda kullanılmaktadır. Su bazlı uygulamalar, yüksek devirli bir elektrostatik zil yerine havasız bir püskürtme veya silindir kullanır.

Bobin kaplamada, eğer su bazlı kaplamalar kullanılıyorsa, uygulama çoğunlukla astar ve arka katlarla sınırlıdır (ayrıca bk. Madde 6.4.2.4).

Metal ambalajların kaplanmasında su bazlı boyalar kullanılır; ancak bunlar %38'e kadar organik solvent içerir. Dış tambur kaplamasında, < %10 organik solvent içeren su bazlı kaplamalar kullanılır.

Ahşap yüzeylerin kaplanmasında, bazı düz mobilya parçalarına montajdan önce genellikle iki bileşenli ve UV kürlü su bazlı boyalar uygulanır. Bununla birlikte, alt tabakaya bağlı olarak lif şişmesi gibi teknik sınırlamalar vardır. Su bazlı ürünlere geçildiğinde, ilave ara kumlama ve cilalama ile daha fazla boyama ve kurutma adımı gerektiğinden, kurutulacak toplam ürün hacmi artar. Hem kumlama hem de ek kurutma, artan enerji ve ham madde kullanımının yanı sıra artan iş gücü ile sonuçlanır. Alternatif olarak, başka türde kurutma sistemleri de sunulabilir. Bu, yeni geliştirme çalışmaları gerektirebilir ve maliyetleri artırabilir. Montajı yapılmış mobilyaların şon işlemleri UV ile kürlenen boyalarla mümkün değildir.

Yapışkan bantların imalatında, yeni ve mevcut tesislerde su bazlı yapıştırıcılar uygulanabilir. Bunlar, düşük kaliteli ambalaj ve maskeleme bantlarının yanı sıra çift taraflı bantların üretimi için uygundur.

Ekonomik yönler

Su bazlı kaplama sistemleri kullanımda büyük maliyet artışlarına neden olmaz. Korozyona karşı koymak için ekipmanın paslanmaz çelik alternatifleriyle değiştirilmesi genellikle daha pahalıdır. Mevcut otomatik boyama hatlarını değiştirmenin maliyeti bazı durumlarda çok yüksek olabilir. Güçlendirme genellikle mevcut tesisin teknik ömrünün sonunda yapılır. Boyamanın manuel olarak uygulandığı durumlarda, yenileme maliyetleri daha azdır, ancak yine de önemlidir ve manuel ekipmanın otomatik ekipmana oranına bağlı olacaktır.

Tesisler, solvent kullanımıyla ilişkili özel ekipman gerekliliklerinde de potansiyel tasarruf sağlayabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Teknolojinin ek CO_2 emisyonlarına neden olan ek enerji gerekliliklerine sahip olabileceği kaydedilmesine rağmen VOC emisyon azaltımları.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[2, IFARE ve diğ. 2002] [5, DFIU ve diğ. 2002] [6, DFIU ve diğ. 2002] [11, InfoMil 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [116, ESIG 2005] [27, VITO 2003] [96, Presti 2005] [212, TWG 2018]

17.7.2.3 Radyasyonla kürlenen mürekkepler / kaplamalar / boyalar / vernikler ve yapıştırıcılar

Açıklama

Belirli kimyasal grupların UV veya IR radyasyonu veya hızlı elektronlar tarafından ısıtılmadan ve VOC emisyonu olmadan etkinleştirilmesiyle kürlenmeye uygun sıvı mürekkepler, kaplamalar, boyalar, vernikler ve yapıştırıcıların kullanımı.

Teknik Açıklama

Radyasyonla kürlenen kaplamalar, kürlenmeleri için, belirli kimyasal grupların UV veya IR radyasyonu (bk. Madde 17.8.5.1) veya hızlı elektronlar (bk. Madde 17.8.5) ile aktivasyonuna dayanır. Bu özellik hem reçinelerde hem de sıvı seyrelticilerde bulunabilir, böylece ısı olmadan ve herhangi bir VOC emisyonu olmadan kürlenen ve sertleşen sıvı kaplama sistemleri üretmek mümkündür. Alternatif olarak, benzer kimyasal işlevsellik, su bazlı ve hatta katı (toz) kaplamalara dahil edilebilir. Baz reçineler arasında epoksi, polyester, poliüretan bulunur ancak tümü akrilik veya vinil işlevselliğe sahiptir.

Kürleme reaksiyonu doğrudan elektron ışını (EB) radyasyonu veya eklenen bir fotobaşlatıcı aracılığıyla ultraviyole (UV) radyasyon ile başlatılır.

Radyasyonla kürlenebilen kaplamaların bileşimi [216, Kopeliovich D. 2018]
Radyasyonla kürlenen kaplama aşağıdaki bileşenlerden oluşur:

- Oligomerler (prepolimerler) - daha fazla polimerizasyon yapabilen nispeten düşük moleküler ağırlığa (monomer ve polimer arasında ara madde) sahip reaktif maddeler. Kürlenmiş (polimerize) oligomerler, radyasyonla kürlenebilen kaplamanın ana özelliklerini (alt tabakaya yapışma, dayanıklılık, esneklik, korozyona karşı koruma) belirler. Oligomerlerin işlevi, solvent bazlı boyalar ve su bazlı boyalardaki bağlayıcılarınkine benzer. Radyasyonla kürlenebilen kaplamalarda aşağıdaki oligomerler kullanılır:
  - epoksi akrilat (en popüler oligomer);
  - üretan akrilat;
  - polyester akrilat;
  - polieter akrilat;
  - akrilik akrilat;
  - silikon akrilat.
- Monomerler – radyasyonla kürlenebilen kaplamaların viskozitesini azaltan düşük molekül ağırlıklı maddeler. Monomerler, solvent bazlı boyalardaki solventlere benzer şekilde hareket eder. Bir monomerin tek işlevi viskoziteyi düşürmekse buna tek işlevli monomer (ör. izobornil akrilat) denir. Çok işlevli (di-, tri-, tetra-, vb.) monomerler ayrıca başka işlevlere de sahiptir, bunlar örneğin radyasyon kürü sırasında oligomerlerin çapraz bağlanmasına katılan polimer ağının oluşumunda yer alır.
- Fotobaşlatıcılar ışığı (UV veya görünür) emer ve çapraz bağlanma reaksiyonlarını başlatır. Başlatma mekanizması, serbest radikallerin (serbest radikallerle polimerize sistemlerde) veya katyonların (katyonik ışıkla başlatılan sistemlerde) üretimiyle tetiklenir. Fotobaşlatıcılar %1-20 konsantrasyonlarda eklenir.
- Katkı maddeleri, radyasyonla kürlenebilen kaplamaların çeşitli işlevlerini değiştirmek ve iyileştirmek için kullanılır: pigmentler, viskozite kontrolü için dolgu maddeleri, ıslatma maddeleri, köpük gidericiler ve boyalar için diğer katkı maddeleri.

Daha fazla bilgi için:

- UV (ultraviyole) radyasyonla kürleme: bk. Madde 17.8.5.4;
- UV ile kürlenen yapıştırıcılar: bk. Madde 7.4.1.3;
- kızılötesi radyasyonla kürleme: (bk. Madde 17.8.5.1);
- EB (elektron ışını) radyasyonla kürleme: bk. Madde 17.8.5.5.

Sağlanan çevresel faydalar

- Ne su bazlı ne de solvent içermeyen radyasyonla kürlenen boyalar atık su veya VOC emisyonu oluşturmaz.
- Düşük enerji tüketimi
- Düşük yangın tehlikesi.
- Yüksek üretim hızı.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

UV ile kürlenen boyalar, fırçalama, haddeleme, döküm, püskürtme ve vakumlu kaplama gibi çeşitli tekniklerle uygulanabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Ahşap ve plastik yüzeylerde yaygın olarak uygulanabilir, ancak metallerde radyasyonla kürlenen kaplamalar daha az kullanılır.

Metal ambalajların kaplanmasında, UV ile kürlenen kaplamalar, üç parçalı kutu imalatında geniş bir ürün yelpazesine yaygın olarak uygulanmaktadır: aerosoller, yiyecek kutuları, genel hat konteynerleri, muhafazalar ve kapaklar. UV cilaları aynı zamanda aerosoller, gıda kutuları ve bazı genel ürünler için, özellikle gıda temasıyla ilgili kısıtlamalar olduğundan kutuların dışı için kullanılır. Ancak DWI teneke ve alüminyum boru imalatında uygulanmaz.

Plastik iş parçalarının kaplanmasında, UV ile kürlenen kaplamalar, örneğin jant kapakları üzerine vernik katları şeklinde uygulanır.

Mobilya ve ahşap boyamada, UV ile kürlenen su bazlı kaplamalar, bazı mobilya ve ahşap kaplamalarda yaygın olarak uygulanmaktadır. Burası genellikle düz panellerin ayrı ayrı kaplanabildiği ve kaplamanın mobilya montajından önce yapıldığı yerdir.

UV ile kürlenen kaplamalar şu anda otomotiv endüstrisinde (otomotiv plastik parçaları hariç), uçak, gemi, tren, tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanmasında veya bobin kaplamada uygulanmamaktadır (ayrıca bk. Madde 19.4.1).

Ekonomik yönler

Maliyetler özelliklere, miktarlara ve tedarikçiye bağlı olacaktır. Örnek olarak, UV su bazlı boyaların maliyeti (yaklaşık %50 katı madde) kg başına yaklaşık 6,50 Euro'dur ve bu, geleneksel boyalardan daha fazladır (ör. iki bileşenli PU boyanın maliyeti kg başına 4,35 Euro) (2006 verileri). Bununla birlikte, yüksek katı içeriği ile daha yüksek bir verim elde edileceği ve fazla püskürtmenin en az %50'si yeniden kullanılabildiğinden, saf UV ile kürlenen boyalarla (%100 katı olan), m^2 başına toplam maliyet daha düşük olacaktır.

UV ile kürlenen toz boya için kg başına yaklaşık fiyat 3,01-5,38 EUR aralığındadır (2006 verileri).

Yeni bir UV kürlemeli toz kaplama ünitesinin yatırım maliyeti yaklaşık 875 000 Euro'dur – uygulama kabini ve kurutma tesisi için yaklaşık 275 000 Euro ve otomasyon, malzeme tamponları, taşıma sistemi vb. için 600 000 Euro'dur (2006 verileri). Operasyonel maliyetler, mevcut geleneksel solvent bazlı uygulama birimleriyle aşağı yukarı aynıdır.

Örnek tesisler

Plastik yüzeylerin kaplanması: Tesis 128.
Metal ambalaj: Tesis #112, #121, #122, #123, #116, #118, #119, #114, #111, #120 (yalnızca baskıda UV ile kürlenen mürekkepler kullanılır), #117 ve #124 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[5, DFIU ve diğer. 2002] [27, VİTO 2003] [38, TWG 2004] [105, CEPE 2006] [155, TWG 2016] [216, Kopeliovich D. 2018]

17.7.2.4 Solventsiz iki bileşenli yapıştırıcılar

Açıklama

Reçine görevi gören birinci bileşen ve sertleştirici görevi gören ikinci bileşen içeren solventsiz iki bileşenli yapıştırıcı malzemeler. Ayrıca bk. Madde 12.4.2.7.

17.7.2.5 Sıcakta eriyen yapıştırıcılar

Bk. Madde 7.4.1.1.

17.7.2.6 Toz boya kaplamalar

Açıklama

İnce toz halinde uygulanan ve termal fırınlarda kürlenen solventsiz kaplama kullanımı.

Teknik Açıklama

Toz boya kaplamalar, partikül boyutu 25-60 µm aralığında olan tozlardan oluşan solvent içermeyen malzemelerdir. Madde 17.7.2.3'te, toz boyaların ışınımla kürlenmesinin gelişimi tartışılmaktadır, ancak toz boyaların çoğu geleneksel yüksek sıcaklıklı fırınlarda kürlenmektedir.

Ana film oluşturucu maddeler polyester veya epoksi reçineleridir. Toz parçacıkları normal olarak püskürtme tabancalarında veya bir bulut odasında elektrostatik yükleme ile uygulanır ve daha sonra topraklanmış alt tabakaya çekilir.

Kürleme için malzeme, eridiği ve bir film halinde kaynaştığı bir konveksiyon fırınında

ısıtılır. Bununla birlikte, aşağıdaki dezavantajlar da vardır:

- Film kalınlığının kontrolü zordur (aşağıdaki Çevresel performans ve operasyonel verilere bakınız). Örneğin, otomotiv endüstrisinde gereğinden daha yüksek bir tabaka kalınlığı (yaklaşık 65 µm) oluşturulacak ve bu da daha yüksek boya tüketimine yol açacaktır; ancak günümüzde giderek daha ince katmanlar (yaklaşık 55-60 µm) elde edilebilmektedir.
- Daha yüksek kürleme sıcaklıkları (yaklaşık 140-200 °C) gereklidir ve bu nedenle teknik tüm yüzeylere uygulanamaz. Bununla birlikte, yaklaşık 60-100 °C sıcaklıklarda kürlenen düşük sıcaklıklı toz kaplamalar daha kolay elde edilebilir hale gelmektedir.
- Uygulama koşulları kesin olarak tanımlanmıştır (sıcaklık, nem).
- Manuel uygulama ancak belirli güvenlik düzenlemelerine (toza, elektrostatik voltajlara karşı) uyulması halinde mümkündür.

Sağlanan çevresel faydalar

VOC emisyonları ortadan kaldırılır veya önemli ölçüde azaltılır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Toz boya kaplamalarda film kalınlığı basit bir konu değildir. Uygulanabilecek olası film kalınlığı aralığı, tozun partikül boyutu dağılımının yanı sıra uygulama hızı ve kürleme koşulları ile sınırlıdır. Bu nedenle teknik olarak 5 mikron kadar ince bir kat uygulamak mümkündür ancak tozun çok ince öğütülmesi ve hassas bir şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu, ilgili maliyeti artırabilir. Ek olarak, bu çok ince tozlar zayıf akış ve taşıma özelliklerine sahiptir, dolayısıyla uygulanmaları zordur. 30 mikronda uygulama yapabilen toz boya kaplamalar, bazı son kullanımlar için kesinlikle mevcuttur. Diğer uçta, toz sinterleme ile çok kalın kaplamalar uygulanabilir, ancak burada sınırlama, transfer edilen ısının tozu eritmesi, akıtması ve kaynaştırması için gereken süredir. Formülasyon termoset (ısı ile sertleştirme) ise, yüzey tam erimeden ve füzyon meydana gelmeden önce kürlenebilir ve film içinde hava kabarcıkları tutulur. Belirli bir son kullanım ile talep edilmedikçe, 90 mikronun üzerindeki film kalınlıkları, sadece ekonomik açıdan olağan dışıdır.

Çevresel performans ve operasyonel bilgiler

Toz boya kaplama sistemleri aşağıdaki olumlu özellikleri gösterir:

- neredeyse hiç solvent emisyonu içermez;

- egzoz oksidasyonuna artık ihtiyaç kalmayabileceğinden, azaltılmış gaz tüketimi potansiyeli vardır;
- boya kabinindeki cila partiküllerini emmek için su gerekmez;
- atık su üretilmez, bu nedenle işleme ve katkı maddelerinin (pıhtılaşma maddeleri gibi) kullanılması gerekmez;
- boya geri dönüşümü olasılığı kullanılırsa düşük atık oluşumu;
- boya geri dönüşümü teknik olarak mümkündür (%95'e kadar) ve ekonomik nedenlerle gereklidir;
- %100'e varan yüksek uygulama verimliliği;
- uygulama aletleri ve tüm kabinler elektrikli süpürgeyle veya basınçlı hava üfleyerek temizlenebilir; bu şekilde kaynaklar korunur ve solvent emisyonları önlenir;
- boya kabininde dolaşan havanın yüksek oranı, enerji tüketiminin azalmasına neden olur.

Örneğin triglisidil izosiyanürat (TGIC) gibi mutajenik maddelerin kullanılması nedeniyle olası iş sağlığı riskleri vardır.

Potansiyel elektrostatik tehlikeler olabilir.

Çapraz ortam etkileri

Film kalınlığı sınırlamaları, kullanılan kaplama malzemelerinin miktarını artırabilir. Reaksiyon ürünlerinin gelişmesi, tozun füzyonu ve reaksiyonu sırasında kürleme fırınında koku yayabilir, bu da bir azaltma tekniğinin sürekli olarak kullanılmasını gerektirebilir.

Yüksek kürleme sıcaklıkları gereklidir. Bununla birlikte, kızılötesi ve hava sirkülasyonu tekniklerinin kombinasyonları ile kürleme, geleneksel kürleme tekniklerine kıyasla daha yüksek bir enerji verimliliğine sahiptir.

Reaksiyon kimyası nedeniyle kürleme sırasında bazı düşük seviyelerde VOC'ler yayılabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Pek çok sektörde, toz boya kaplama uygulaması halihazırda yerleşik bir tekniktir. Çevresel avantajlarla ilgili olarak, fazla püskürtmenin geri dönüştürülme olasılığı nedeniyle otomasyon ve iyi karlılık olanakları vardır ve toz boyaların kullanımı sürekli olarak artmaktadır. Toz boya kaplamalar, elektrostatik uygulama teknikleri gerektirir ve bu nedenle öncelikle metal için uygundur.

Otomotiv endüstrisinde, toz boya kaplamalar Avrupa'da otomobillerin ve kamyonetlerin kaplanması için kullanılmaz ve yalnızca bazı üreticiler tarafından ticari araç kabinleri ve şasi boyaması için kullanılır (ayrıca bk. Madde 2.4.3.2). Şu anda, işlem değişikliğiyle ilgili operasyonel problemler nedeniyle (doğru renkleri ve bitişi korumak gibi), toz boya kaplama sistemi çoğu Avrupalı üreticinin kalite şartlarını karşılamamaktadır.

Bunlar şu anda uçak, gemi veya trenlerin kaplanmasında uygulanmamaktadır. Ancak, araç bileşenlerinin kaplanmasında uygulanmaktadır (Bölüm 3'te plastik ve diğer metal yüzeylerin kaplanması ile ilgili olarak açıklandığı gibi). Plastik yüzeylerin kaplanmasında, araba radyatörleri için metal ve plastik kompozit parçalar gibi küçük parçaların kaplanmasında şu anda yalnızca küçük partiler halinde uygulanmaktadır. Tekniklerin uçak ve gemilerin kaplanması için uygulanmamasının nedeni, zorunlu kurutma aşamasına ihtiyaç duyulmasıdır ve bu nedenle bu endüstrilerde yalnızca kapatılabilecek kadar küçük bileşenlere uygulanabilir.

Bu teknik, tarım ve inşaat ekipmanlarının seri üretimi için hazırdır.

Bobin kaplamada hız ve kontrol güçlüğü nedeniyle toz boya kaplama sınırlı olarak kullanılmaktadır. Özellikle inşaat sektörü ürünleri için, örneğin düz paneller, pencere çerçeveleri, sıhhi kabinler ve sac işleme endüstrisinde kullanılır.

Metal ambalajların kaplanmasında üç parçalı tenekelerin kaynak yerlerine toz boya kaplama uygulanabilir. Ancak DWI kutularının kaplaması üzerinde uygulanamaz.

Mobilya ve ahşap boyamada şu anda sadece MDF üzerine başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

Ekonomik yönler

Maliyetler özelliklere, miktarlara ve tedarikçiye bağlı olacaktır. Şu anda, toz boya kaplama sistemlerinin fiyatı hala geleneksel kaplama sistemlerinden daha yüksektir. Kg başına fiyat 3,01-5,38 Avro aralığındadır (2006 verileri).

Bir toz hattı için sermaye ekipmanı ve işletme maliyetleri, geleneksel sıvı hatlarına göre daha düşüktür[47].

Konvansiyonel bir solvent bazlı uygulama ünitesinin bir toz boya kaplama ünitesi ile sonradan donatılması, yalnızca boya uygulama sistemlerinin değiştirilmesini gerektirir; fırınların değiştirilmesi gerekmeyebilir. Bununla birlikte, otomotiv endüstrilerinde toz boya kaplamalar tamamen yeni püskürtme kabinleri, besleme sistemleri ve kürleme fırınları gerektirir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Solventlerin ortadan kaldırılması.

Örnek tesisler

Bobin kaplama sektöründe, alüminyum ve çelik bobinler için Avrupa'da birkaç tam genişlikte toz boya kaplama tesisi bulunmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002] [27, VITO 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [105, CEPE 2006] [116, ESIG 2005] [42, Envirowise 2003] [43, Envirowise 1998] [212, TWG 2018]

17.7.2.7 Ön kaplamalı malzemeler

Açıklama

Kesmeden ve/veya şekillendirmeden ve/veya montajdan önce kaplanmış malzemelerin kullanılması. Bu yaygın olarak kullanılan bir teknik olmasına rağmen, esas olarak emisyonların 'dış kaynak kullanımını' ifade ettiğinden, tesisin çevresel performansı ile ilgili değildir.

Teknik Açıklama

Ürünlerin montajında ön kaplamalı malzemeler kullanılabilir, bu da boya kaplama sayısını azaltır veya boyama ihtiyacını ortadan kaldırır. Bobin kaplamalı metaller, ahşap veya lif levhalar vb. gibi tektip boyutlarda kaplama alt tabakaları için, kaplamalar, monte edilmiş ürünlere veya ürün parçalarına uygulanması daha zor olan, ancak çevreye daha faydalı olan teknikler kullanılarak uygulanabilir. (bk. Madde 17.7.3).

Sağlanan çevresel faydalar

- Bobin kaplamalı malzemelerin uygulanması, püskürtme faaliyetlerinin yerini aldığında VOC emisyonlarında önemli azalma.
- Malzemelerin daha verimli kullanılması.

[47] Otomotiv Gövde Kaplama Sürecinin Evrimi Üzerine İnceleme, Kaplamalar 2016, 6, 24.

- Daha verimli kurutma veya kürleme.
- Kaplamaların uygulanması ve sürekli düz bir yüzeyde atık gazların çıkarılması, şekillendirilmiş bileşenlerin ve gövdelerin kaplanmasından daha kolay ve daha verimli olduğundan, bobin kaplaması sırasında emisyonların daha verimli toplanması ve yok edilmesi.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Ön kaplamalı malzemeler bobin kaplama ile üretilir, bk. Bölüm 6.

Çapraz ortam etkileri

Emisyonlar, bobin kaplama tesisine aktarılır, ancak azaltılır (yukarıdaki Sağlanan çevresel faydalar başlığına bakınız).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bobin kaplamalı metal genellikle son kat ile birlikte tedarik edilir, ancak sonraki kat(lar) için astara hazır olarak da tedarik edilebilir. Bina ve inşaat ürünleri, elektrikli ev aletleri (beyaz eşya), otomotiv endüstrisi, karavanlar ve taşınabilir evler, metal dolaplar vb. dahil olmak üzere giderek artan şekilde uygulanmaktadır.

Trenlerin kaplamasında, yük vagonlarının üretiminde bobin kaplamalı malzemeler giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Tarım ve inşaat ekipmanlarında, bazı üreticiler montaj yapılmadan önce elektro kaplama ve son kat uygulamaktadır; bobin kaplamalı malzemeler burada bir seçenek olabilir.

Metal ambalajların kaplanmasında, üç parçalı kutu imalatında yaygın olarak bobin kaplamalı malzemeler kullanılmaktadır.

Ekonomik yönler

Üretim adımlarında azalma ve ana faaliyet konusuna yoğunlaşma.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İşyerine ve çevreye yapılan emisyonlarda azalma.

Örnek tesisler

Metal ambalaj ve bobin kaplamada yaygın olarak kullanılır.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

17.7.2.8 Web veya bobin kaplamalar için laminat film kullanımı

Açıklama

Estetik veya işlevsel özellikler kazandırmak için bobin veya web üzerine uygulanan polimer filmlerin kullanılması, gereken kaplama katmanlarının sayısını azaltır.

Bobin kaplamaya uygulanmasına ilişkin ayrıntılı bilgi için Madde 6.4.2.6'ya bakınız. Plastik ve diğer metal yüzeylerin kaplanmasında, metal ambalajların kaplanması ve basılmasında, fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda, uçak, ahşap yüzeylerin, kumaşların, folyoların ve kağıdın kaplanmasında ve ayrıca yapışkan bant imalatında da uygulanmaktadır.

17.7.3 Boya uygulama süreçleri ve ekipmanı

Yüksek uygulama verimliliğine sahip süreçler arasında doldurma, haddeleme, döküm, daldırma, taşırma ve vakumla kaplama yer alır. Bu işlemler, püskürtme uygulamalarından daha az aşırı püskürtme üretir ancak evrensel olarak uygulanabilir değildir. İki daldırma işlemi vardır: geleneksel ve elektro kaplama.

Püskürtme, elektrostatik yardımla veya bu olmadan yapılabilir. Elektrostatik destekli püskürtme için iş parçası ile püskürtme tabancası arasında bir elektrik alanı oluşturulur. Daha sonra çevre ve kaplama etkinliği ile ilgili aşağıdaki avantajlar elde edilir:

- daha düşük malzeme tüketimi, daha düşük emisyon, daha az miktarda boya çamuru ve boyama alanlarının daha az kirlenmesi (daha az temizlik);
- boyama süreçlerinin otomasyonu, daha hızlı kaplama ve dolayısıyla daha yüksek üretkenlik için geliştirilmiş olanaklar;
- daha az hava tüketimi (daha az enerji talebi).

Elektrostatik destekli püskürtme uygulamalarının dezavantajları, bu alanlardaki boya malzemelerinin konsantrasyonu nedeniyle boşluklarda ve iç kenarlarda çok derin olan kenar taşmaları ve katman kalınlıkları riskidir. Elektrostatik destekli birkaç püskürtme uygulaması kullanılmaktadır ve bunlar aşağıdaki maddelerde açıklanmıştır. Ayrıca, elde edilen kalite, geometri, boya malzemeleri, elektrik iletkenliği (ör. yüzeyleri yeniden kaplama olanağını etkileyen) ve kullanılan yüksek gerilimlere yönelik işyeri güvenliği ile ilgili özel gereklilikler olabilir.
Elektrostatik uygulama tekniklerinin artan kullanımına rağmen, elektrostatik yük olmadan püskürtme, çeşitli uygulamalar için hala yaygın olarak kullanılmaktadır ve bazı durumlarda, örneğin daha düşük hacimli üreticiler için geleneksel manuel püskürtme sistemleri daha uygun olabilir. Elektrostatik işlemlerle karşılaştırıldığında, yatırımlar önemli ölçüde daha küçük çaplıdır. Ayrıca geometri, boya malzemeleri, elektriksel iletkenlik ve iş yeri güvenliği ile ilgili özel bir gereklilik yoktur. Bu uygulama tekniklerinin dezavantajları düşük verimliliklerdir. Bu nedenle, fazla püskürtmeyi en aza indirmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir ve bunların verimliliği elektrostatik işlemlere benzerdir [78, TWG 2005] [212, TWG 2018].

Genellikle uygulama tekniklerinin seçiminin, düşük verim ve/veya yüksek ürün çeşitliliğine sahip tesislerde ve ayrıca alt tabaka tipi ve şekli, ürün kalitesi gerekliliklerinin yanı sıra kullanılan malzemelerin, kaplama uygulama tekniklerinin, kurutma/kürleme tekniklerinin ve gazdan arındırma sistemlerinin karşılıklı olarak uyumlu olmasını sağlama ihtiyacı ile sınırlandırılabileceği belirtilmektedir.

Kaplama uygulama teknikleri aşağıdaki sırayla sunulmaktadır:

- püskürtmesiz uygulama teknikleri (Madde 17.7.3.1, 17.7.3.2, 17.7.3.3, 17.7.3.4, 0, 17.7.3.6, 17.7.3.7);
- püskürtme atomizasyon teknikleri (Madde 17.7.3.8, 17.7.3.9, 17.7.3.10, 17.7.3.11, 17.7.3.12, 17.7.3.13; 'püskürtme, silme ve durulama' tekniği için bk. Madde 17.7.3.14).

Uygulamanın otomasyonu Madde 17.2.5'te tartışılmaktadır.

17.7.3.1 Silindir ile kaplama

Açıklama

Sıvı kaplamayı veya mürekkebi bir mürekkep kutusundan hareketli şeride aktarmak veya ölçmek için silindirlerin kullanıldığı bir makinede uygulama.

Teknik Açıklama

Uygulama, kauçuk veya köpük kaplı silindirler döndürülerek gerçekleştirilir; iki taraflı kaplama da mümkündür. Uygulama ağırlığı, silindirler arasındaki boşluk değişimi ile ayarlanabilir. İş parçası ve rulo aynı yönde hareket ediyorsa sadece 12 µm'ye kadar katmanlar uygulanabilir,

ve sadece belirli bir viskoziteye sahip kaplama malzemeleri kullanılabilir. Silindirin iş parçasının hareketine göre ters yönde döndüğü ters kaplama işlemlerinde bu sorunlar oluşmaz. Ayrıca bk. Madde 6.4.3.3 ve Şekil 6.18.

Basınç veya ölçüm silindirindeki mürekkebin/kaplamanın kalınlığını ayarlamak için sıyırma bıçağı da (bk. Madde 17.7.3.2) takılabilir.

Ters kaplamanın özel bir kullanımı, dolgu maddelerinin ahşaba uygulanmasıdır. Otomatik süreçlerde dolgu malzemesi ters kaplayıcılarda haddelenerek uygulanır ve fazla malzeme silinir. Sertleştikten sonra düzgün bir yüzey elde etmek için aşındırma gereklidir.

Sağlanan çevresel faydalar

İş parçasına ve işleme koşullarına bağlı olarak yaklaşık %90-100 arasında malzeme verimliliği elde edilebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bk. Madde 6.4.3.3.

Çapraz ortam etkileri

Bk. Madde 6.4.3.3.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yalnızca düz alt tabakalarda uygulanabilir.

Silindir ile kaplama, özellikle yüksek viskoziteli veya %100 katı içerikli bir ve iki bileşenli malzemeler ve polimerizasyon malzemeleri için geçerlidir.

Metal ambalajların kaplanmasında, kutuların dış kaplamasının uygulanması için silindirli kaplayıcılar yaygın olarak uygulanır. Üç parçalı kutu imalatında silindirli kaplayıcılar sadece sacların boyanması için kullanılır ve 'yan şeritler' silindirler kullanılarak da uygulanabilir. Ekstrüde alüminyum boru imalatında, silindirli kaplayıcılar, yalnızca baz kat uygulanması için kullanılır.

Bu teknik, bobin kaplamada yaygın olarak uygulanmaktadır, bk. Madde 6.4.3.3.

Ahşap yüzeylerin kaplanmasında, haddeleme esas olarak ahşap kompozitlerden yapılmış paneller (plakalar) gibi düz iş parçalarına uygulanabilir, ancak ahşap paneller gibi hafif kavisli ürünler de işlenebilir. Daha kavisli yüzeyler için palet bıçağı gibi el aletleri ile dolgu uygulaması yapılır.

Balık ağlarının kaplanması için denizcilik endüstrilerinde de kullanılır.

Ekonomik yönler

1,3 metre çalışma genişliğine ve 5,5 kW kurulu elektrik yüküne sahip ahşap ve mobilya kaplama endüstrisinde uygulanan hafif bir dolum makinesi 2000 yılında 55.000 Euro'ya mal olmuştur. Başka bir örnekte, çalışma genişliği 1,3 metre ve elektrik yükü 3 kW olan bir köpük rulonun maliyeti yaklaşık 26 000 Euro'dur. Aynı çalışma genişliğine ve 6 kW elektrik yüküne sahip iki silindir (çift sistem) uygulayan bir makinenin maliyeti 52.000 Euro'dur. Her iki örnek de 2000 yılına aittir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Çok yüksek aktarım verimliliği ve dolayısıyla asgari malzeme kaybı.

Örnek tesisler

Ağırlıklı olarak bobin kaplama, ahşap kaplama ve metal ambalaj tesislerinde.

Referans literatür
[5, DFIU ve ark. 2002] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

17.7.3.2 Silindir üzerinde sıyırma bıçağı (rakle bıçağı)

Açıklama

Kaplama, bıçak ve silindir arasındaki boşluktan alt tabakaya uygulanır. Kaplama ve alt tabaka geçerken, fazlalık kazınır.

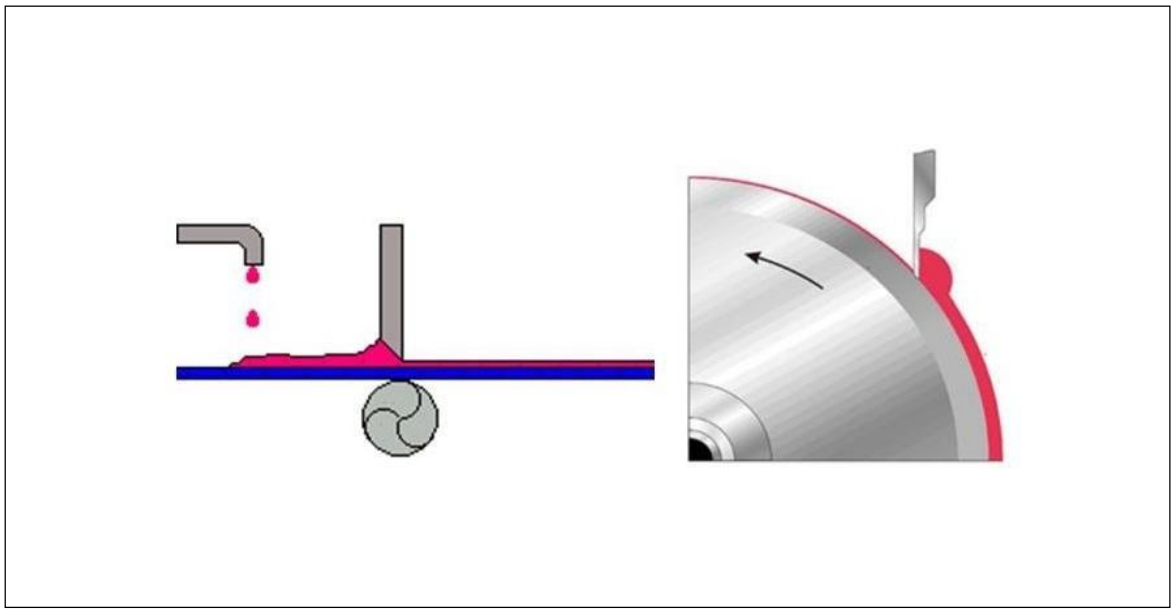
Teknik Açıklama
Sıyırma bıçağı (rakle bıçağı) fazla mürekkebi/boyayı çıkarır ve alt tabakaya yalnızca gerekli ağırlığın (kalınlığın) aktarılmasına izin verir.

Bu işlem, alt tabakaya uygulanan ve daha sonra bir "bıçak" ile destek silindiri arasındaki bir "boşluktan" geçen kaplamaya dayanır. Kaplama ve alt tabaka geçerken, fazlalık kazınır.

Sağlanan çevresel faydalar
Düşük hammadde tüketimi.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bu işlem, yüksek viskoziteli kaplamalar ve plastisoller ve kauçuk kaplamalar gibi çok yüksek kaplama ağırlıkları için kullanılabilir. Bu nispeten basit işlemin çeşitli versiyonları vardır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.



Şekil 17.8: Sıyırma bıçağı (rakle bıçağı)

Örnek tesisler
Tekstil, folyo ve kağıdın fleksografi ve kaplamasında yaygın olarak uygulanır.

Referans literatür
[208, TCI ve ark. 2017]

17.7.3.3 Bobin kaplamasında durulama gerektirmeyen (yerinde kuruyan) uygulama

Açıklama

Bir silindirli kaplayıcı (chemcoater) veya silme silindirleri kullanılarak ilave bir su durulaması gerektirmeyen dönüşüm kaplamalarının uygulanması.

Ayrıca bk. Madde 6.4.3.2.

17.7.3.4 Perde kaplama (döküm)

Açıklama

İş parçaları, bir kolektör tankından boşaltılan laminer bir kaplama filminden geçirilir.

Teknik Açıklama

Boya veya kaplama bir kolektör deposunda tutulur ve içinden iş parçalarının/alt tabakanın geçtiği laminer bir film içine boşaltılır. Fazla kaplama malzemesi bir haznede tutulur ve lavabonun içine geri pompalanır.

Çoğunlukla solvent içermeyen polyester bazlı vernikler uygulanır ancak diğer kaplama malzemeleri de işlenebilir. Perde kaplama ile çok düzgün katmanlar elde edilebilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Yararları arasında, malzemelerin optimizasyonunu vardır. İş parçasına ve işleme koşullarına bağlı olarak yaklaşık %90-98 oranında malzeme verimliliği elde edilebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Perde kaplama sistemleri, kapalı döngü yakalama ve devridaim tesisi içerir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Teknik sadece düz alt tabakalara uygulanabilir. Perde kaplamada düz veya düze yakın iş parçaları kaplanır. Makine tipine göre 40 gr/m^2 den 500 gr/m^2ye kadar uygulama ağırlıkları işlenebilir.

Perde kaplama ağırlıklı olarak mobilya sektöründe kapı, duvar üniteleri ve diğer panellerin kaplanmasında kullanılmaktadır.

Ayrıca baskılı devre kartlarının kaplanmasında da yaygın olarak kullanılmaktadır (daha fazla bilgi STM BREF [23, COM 2006]'da bulunabilir).

Metal ambalaj sektöründe gıda kutularının dıştan korunması için kullanılmaktadır. İki parçalı olarak uygulanır ve germe ve yüzeyi incelterek çekme (DWI) yoluyla imal edilebilir.

Ekonomik yönler

Ahşap ve mobilya kaplama endüstrisinde uygulanan 1,3 metre çalışma genişliği ve 3 kW kurulu elektrik yüküne sahip döküm tesisi 2000 yılında 35.000 Euro'ya mal olmuştur.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Maliyet ve çevresel fayda.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [27, VİTO 2003] [23, COM 2006] [29, UKDEFRA 2003] [38, TWG 2004] [212, TWG 2018]

17.7.3.5 Akış kaplama

Açıklama

İş parçaları, konveyör sistemleri aracılığıyla kapalı bir kanala taşınır ve daha sonra enjeksiyon boruları aracılığıyla kaplama malzemesi ile doldurulur. Fazla malzeme toplanır ve yeniden kullanılır.

Sargı teli imalatında, bu tekniğin benzer bir varyasyonu, sargı tellerinin bir emaye uygulama ünitesinden geçtiği yerlerde kullanılır, burada fazla emaye sağlanır ve fazla malzeme bir emaye kalıbı tarafından sıyrılır ve %100 yeniden kullanım için emaye tankına geri aktarılır.

Sağlanan çevresel faydalar

İş parçasına ve işleme koşullarına bağlı olarak %95-99 verim alınabilir.

Çapraz ortam etkileri

Daldırma uygulamalarına göre buharlaşma kayıpları daha fazladır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. İşlem özellikle ısıtma elemanları gibi geniş yüzey alanına sahip büyük iş parçaları, kamyon veya tarım makineleri için parçaların boyanması ve ayrıca otomotiv endüstrisinde dolgu macunu uygulanması için uygundur.
60-200 g/m^2 uygulama ağırlıkları işlenebilir.

Sargı teli üretimi için de geçerlidir.

Örnek tesisler

Tüm sargı teli üretim tesisleri; diğer sektörler için ise bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [212, TWG 2018]

17.7.3.6 Elektro kaplama

Açıklama

Su bazlı bir çözelti içinde dağılan boya parçacıkları, bir elektrik alanının etkisi altında (elektroforetik biriktirme) batırılmış alt tabakalar üzerinde biriktirilir. Özel bir daldırmalı kaplama türüdür.

Teknik Açıklama

Bu aynı zamanda elektro boyama, elektroforetik daldırma, e-kaplama, ELPO, kataforetik daldırma vb. olarak da bilinir.

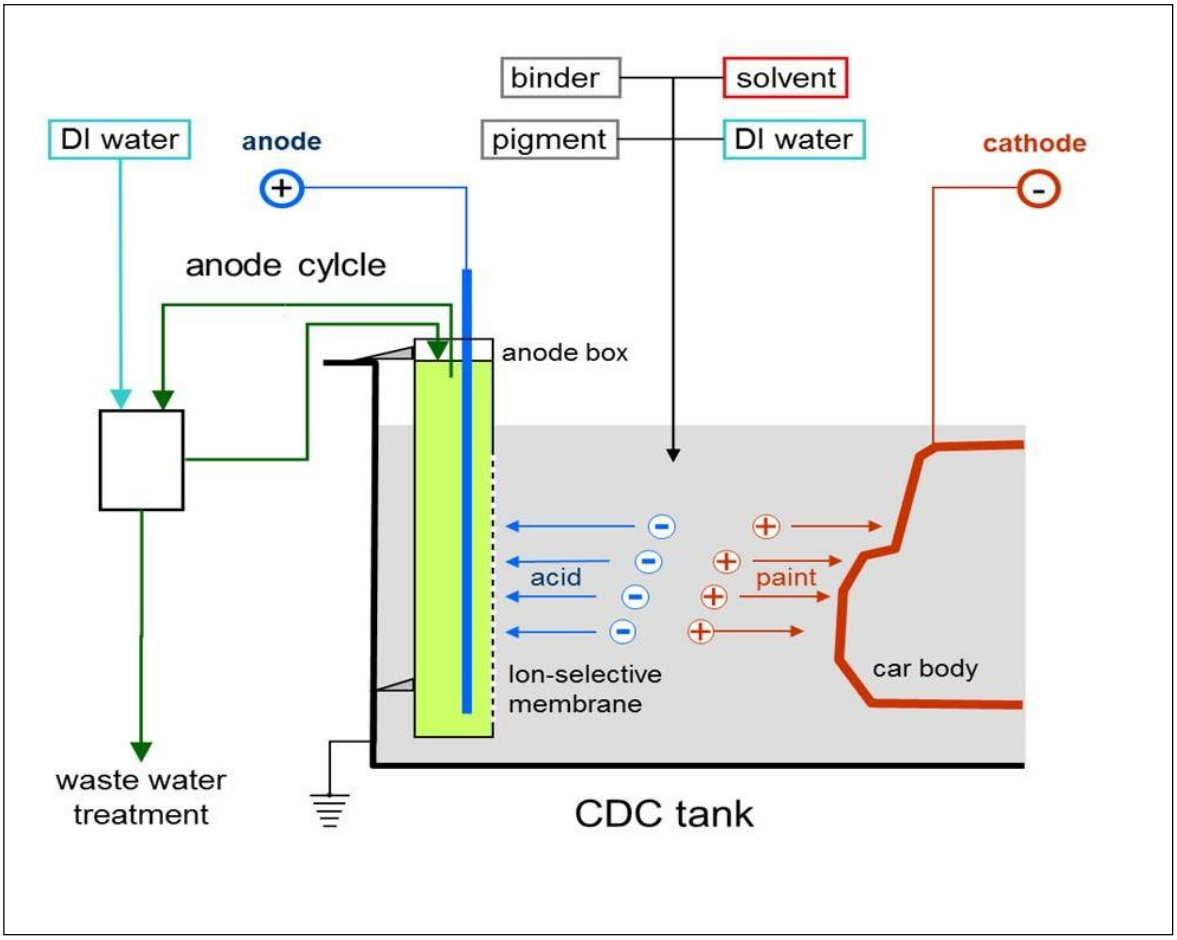
Ön işlemden geçirilmiş araç gövdeleri, bir elektro-batırma kaplama banyosundan geçirilirken elektrikle yüklenir. E-kaplama boyasının katı bileşenleri, elektroforetik bir işlemle araç gövdesinde biriktirilir. Bu işlem sayesinde, tüm boşluklar dahil olmak üzere araç gövdelerinin tüm iç ve dış yüzeylerinin kaplanması mümkündür. Hesaplanan e-kaplama alanı, boyut ve tasarıma bağlı olarak, araç başına genellikle 70 m^2 ile 130 m^2 arasındadır.

Katodik veya anodik biriktirme arasında ayrım yapmak gereklidir. Katodik daldırmalı kaplama yaygın olarak kullanılmaktadır ve yüksek kalite gerekliliklerini karşılayabilmektedir.

Kaplamalar genellikle su bazlıdır ve deiyonize su ile seyreltilir. Bunlar genellikle amin işlevli modifiye epoksi reçineye dayanır.

Boya reçinesi ve biriktirme işleminin kombinasyonu, kürlendikten sonra çok dayanıklı bir film oluşturur ve bu, iç ve dış mekanlar için korozyon korumasına önemli katkı sağlar.
E-kaplama boyasının solvent içeriği genellikle %2-4 aralığındadır.

Kaplama işlemini, elektrobirikim yapılmamış boya partiküllerini çıkarmak için çok aşamalı kademeli durulama izler. Durulama ortamı ultrafiltrasyon yoluyla temizlenir. Tutma maddesi içinde konsantre edilen boya bileşenleri, CDC (katodik daldırmalı kaplama) tankına geri beslenir, süzüntü (su ve düşük moleküllü CDC kimyasalları) durulama döngüsünde yeniden kullanılabilir. Opsiyonel olarak son deiyonize su (DI) durulama aşamasından taşınan boya ayrılabilir ve işleme banyosuna geri beslenebilir.



Şekil 17.9: Elektrokaplama işlemi

Sağlanan çevresel faydalar

İki bileşenli e-kat boyaların (bağlayıcı solüsyon ve pigment pasta) piyasaya sürülmesiyle solvent içeriği en aza indirilebilir. Bu malzemenin solvent içeriğinin düşük olması ve malzemenin püskürtme işlemlerinde olduğu gibi atomize olmaması nedeniyle VOC emisyon seviyeleri çok düşüktür.

Tipik emisyonlar, boyanmakta olan aracın elektro kaplamalı yüzey alanına bağlı olarak 2 g ile 4 g VOC/m^2 arasındadır. Fırından çıkan gazın azaltılması ile 1 g VOC/m^2den daha düşük emisyon seviyeleri elde edilebilir.

Kullanılan tüm elektro kaplamalar kurşunsuzdur.

Durulamada sürüklenen boyanın çok yüksek bir oranı (yaklaşık %100), ters kademeli durulama ile membran filtrasyonunun birleştirilmesi yoluyla geri kazanılır.

Boya tüketiminin düşük olmasına ek olarak, az miktarda atık oluşur. Katodik daldırmalı kaplama, çok yüksek bir uygulama verimliliğine sahiptir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Uygulama, hava tahliyesi olan amaca yönelik bir tesiste gerçekleştirilir. E-kaplamalı gövdeler, sonraki kaplamalar uygulanmadan önce bir fırından geçmelidir.

Kaplama, kapalı bir daldırma tankında gerçekleştirilir. Biriktirme gerilimi 300 V ile 450 V arasındadır. Yüksek amperlerde, araç gövdesi başına 5 kWh ila 10 kWh arasında bir enerji miktarı CDC banyosuna verilir. Bu çökeltme işlemi ve pompalardan gelen sürtünme ısısı nedeniyle, daldırma kaplama banyosu ısınır ve boya soğutma sistemi yardımıyla < 30 °C'ye soğutulmalıdır. Pigmentlerin, dolgu maddelerinin ve bağlayıcıların çökmesini önlemek için daldırma tankında elektro-daldırma boyalar sürekli karıştırılır.

Atık suyun biyolojik/bakteriyel kontrolüne ve büyük miktarlarda yüksek KOİ/BOİatıklarının depolanması ve işlenmesi dahil olmak üzere önemli atık işleme gerekliliklerine ihtiyaç vardır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik sadece metal alt tabakalara uygulanabilir. Bu teknik, iç boşluklar ve ulaşılması zor diğer yüzey alanları dahil olmak üzere tüm araç gövdeleri ve metal bileşenler (otomotiv olmayanlar gibi) için kullanılabilir.

Şu anda, bu batırma tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak yalnızca e-kat uygulaması (kataforetik uygulama) için kullanılmaktadır. Lake son işlemin optik kalitesi otomobil üretiminde çok önemlidir, bu nedenle astar ve son kat uygulaması için sadece püskürtme teknikleri kullanılmaktadır.

Ekonomik yönler

Elektro kaplama genellikle yüksek oranda otomatik olduğundan ve dışarı sürüklenen boyayı geri kazanmak için ters akımlı çoklu durulama sistemleri ve membran filtrasyonu ile eksiksiz olarak sağlandığı için, genellikle yüksek yatırım ve malzeme maliyetleri vardır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Düşük VOC emisyonları.
- İç yüzeyleri kaplayabilme.
- Düşük işçilik maliyetleri
- Düşük işyeri güvenliği etkileri.

Örnek tesisler

Araç üretim endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır; tüm VW fabrikaları; Cropu SA, Burgos, İspanya (bileşenler için).

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [23, COM 2006] [78, TWG 2005] [127, TWG ve ark. 2003] [128, Çek Cumhuriyeti 2006] [129, ACEA 2003] [169, VDI 2013] [183, ACEA 2017] [212, TWG 2018]

17.7.3.7 Ko-ekstrüzyon

Ayrıntılı bir açıklama için Madde 12.4.2.8'e bakınız.

Ko-ekstrüzyon fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda, yapışkan bant imalatında ve ahşap yüzeylerin kaplanmasında uygulanmaktadır.

17.7.3.8 Hava takviyeli havasız püskürtme

Açıklama

Havasız püskürtme tabancasının püskürtme konisini değiştirmek için hava akımı (şekillendirme havası) kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Hava takviyeli havasız teknik için malzeme verimliliği yaklaşık %35-70'dir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Hava destekli havasız püskürtme genellikle havasız püskürtmeden daha iyi performans gösterir. Operatörün uygun şekilde bir eğitilmesi yoluyla, özellikle astarlar için geleneksel püskürtme ile aynı performans elde edilebilir. Havasız püskürtme yüksek viskoziteli, kozmetik olmayan boyalar için kullanıldığından otomotiv endüstrisinde gerekli olmasa da, temel yüksek basınç pompaları nedeniyle hızlı renk değişimi mümkün değildir. Havasız püskürtme kullanımı, daha fazla rafine kaplamalar uygulanmadan önce zımparalanması gerekebilecek kaba bir profil verir [ACEA yorumu 325 [212, TWG 2018]].

Çapraz ortam etkileri

Aşırı püskürtme ile daha az atık oluşur, ancak temizlemeden kaynaklanan atık daha fazladır. Genel olarak muhtemelen biraz daha az atık vardır, ancak atıkların niteliği ve dolayısıyla yönetimi farklıdır. Basınçlı hava gerekliliklerinin olmaması aynı zamanda miktar açısından enerji tasarrufuyla da sonuçlanır [ACEA yorumu 324 [212, TWG 2018]].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Bu teknik esas olarak büyük parçaların veya yüzeylerin kaplanması için uygulanır. Genellikle ahşap ve mobilya boyamada uygulanır. Yat son işleminde hava takviyeli havasız püskürtme kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Ekonomik yönler

Püskürtme tabancası, pompa ve diğer gerekli ekipmanı içeren yatırım maliyetleri 2 600-5 200 EUR (2005 verileri) aralığındadır. Operatörlerin eğitimi için ek maliyetler gereklidir.

Belirli bir durumda, bu tekniğin uygulanması için ilk maliyetler 2 900 Euro iken, boya tüketiminde ayda 3 100 Euro tasarruf sağlanmıştır. Bu özel durumda, geri ödeme süresi bir aydan az olmuştur (2005 verileri).

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Havasız püskürtme, yüksek viskoziteli malzemeleri püskürtmenin etkili bir yoludur [ACEA yorumu 326 [212, TWG 2018]].

Örnek tesisler

Çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [27, VITO 2003] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

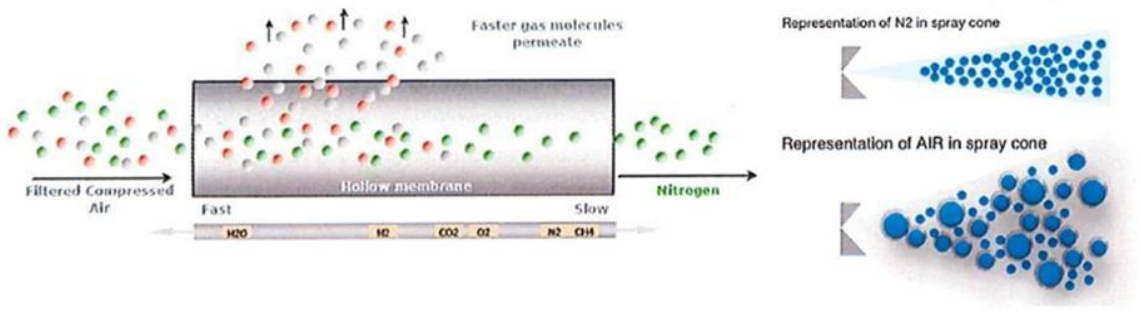
17.7.3.9 Soy gazlarla pnömatik atomizasyon

Açıklama

Basınçlı soy gazlarla (ör. nitrojen, karbon dioksit) pnömatik boya uygulaması.

Teknik Açıklama

Azot destekli püskürtme, normal basınçlı hava yerine nitrojen ile püskürtmeye izin veren bir püskürtmeli boyama yöntemidir. Bağımsız bir makine, polimerik bir membran ('moleküler ayırıcı') kullanarak doğrudan basınçlı havadan nitrojen üretebilir.



Kaynak: [183, ACEA 2017]

Şekil 17.10: (a) Polimerik membran kullanılarak nitrojen üretimi ve (b) püskürtme konilerinin karşılaştırılması

Azot bakımından zengin hava daha sonra boya atomizasyonu ve püskürtme jetinin şekillendirilmesi için kullanılabilir.

Azot molekülleri havadan yaklaşık iki kat daha hızlıdır ve daha az türbülansa sahiptir. Bunun nedeni, geleneksel hava ile birlikte hareket eden safa yakın nitrojen yerine düzensiz hareket eden bir molekül karışımı olmasıdır, bk. Şekil 17.10.

Alternatif bir seçenek karbondioksit (CO_2) kullanmaktır. Bu işlemde havanın yerini, yüksek viskoziteli boya malzemesine beslenen CO_2 alır. Boya-CO_2 karışımı 40-70 °C sıcaklıklarda ve yaklaşık 100 bar basınçta işlenir. Atomizasyon, havasız püksürtme uygulaması ile yapılır. CO_2'nin hızlı buharlaşması nedeniyle, normal havasız püskürtme ile karşılaştırıldığında, daha düşük hızda boya parçacıklarına sahip çan şeklinde bir püskürtme levhası kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Azot takviyeli püskürtmeli boyama tekniği, kısmen daha yüksek boya aktarım verimliliğine sahiptir. Olası artan aktarım verimliliği, iş parçasının şekline bağlıdır ve 'en iyi durum' olarak kabul edilmelidir. Önemli ölçüde daha yüksek aktarım verimliliği durumunda, fazla püskürtülen boya miktarını azaltabilir; bu, kullanılan boya miktarını azaltır. Kullanılan boya miktarı azaltılarak toz emisyonları ve VOC emisyonları da azaltılır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Teknik birçok fayda sağlar:

- daha az aşırı püskürtme / geliştirilmiş aktarma verimliliği;
- geliştirilmiş desen kontrolü;
- daha küçük meme boyutu ve dolayısıyla daha ince atomizasyon;
- geliştirilmiş sıcaklık kontrolü;
- gelişmiş iyonizasyon kontrolü.

Çapraz ortam etkileri

Azot kullanımı ile ilgili herhangi bir bilgi verilmemiştir.

CO_2 kullanımı durumunda, ısıtma için enerji kullanılır. Salınan CO_2, miktar önemli olmasa da küresel ısınma etkisine sahiptir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Teknik, ahşap yüzeylerin kaplanması için geçerli olmayabilir.

CO_2 atomizasyonu birkaç sektörde uygulanabilir. CO_2 kürleme maddesi ile reaksiyona girdiğinden, CO_2 atomizasyonunda epoksi reçineler kullanılmaz. Boya/CO2 karışımı 40-70 °C sıcaklıklarda işlendiğinden

alt tabaka ısıya dayanıklı olmalıdır. Bu sıcaklık bazen ahşap için çok yüksektir (lekelenme riski).

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Daha iyi aktarım verimliliği.

Örnek tesisler

Tesis #065 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[183, ACEA 2017] [191, Nitrosistem 2017] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.7.3.10 Yüksek hacimli düşük basınçlı (HVLP) atomizasyon

Açıklama

Boyayı yüksek hacimde hava ile düşük basınçta (azami 1,7 bar) karıştırarak püskürtme memesinde boya atomizasyonu. HVLP tabancaları, > %50'lik bir boya aktarım verimliliğine sahiptir.

Teknik Açıklama

Boya malzemesinin atomizasyonu basınçlı hava kullanılarak mekanik olarak gerçekleştirilir. Atomizasyon için, boya malzemesi ve basınçlı hava, boyanın bir püskürtme tabancasında püskürtüldüğü bir jet içine verilir. Boşaltılan hava, boya partiküllerini yüzeye taşır. Daha yüksek hava basıncı ile daha fazla boya püskürtülür, ancak dağınık hava akışı nedeniyle aşırı püskürtme kayıpları da daha yüksektir. Hava basıncı çok düşükse, sonuç olarak kötü bir yüzey kalitesi elde edilecektir. HVLP atomizasyonu, azaltılmış bir hava basıncı uygulandığından, geleneksel püskürtme tekniklerine kıyasla daha az miktarda atomize küçük boya parçacıkları ile sonuçlanır.

HVLP konsepti, atomizasyon basıncını 0,7 bar ile sınırlayarak %60 aktarım verimliliği elde etme ana fikriyle 1980'lerde geliştirilmiştir. Ancak bu basınç, gerekli bitirme kalitesine veya uygulama hızına ulaşmaz. Gerekli aktarım verimliliğinin yanı sıra istenen yüzey kalitesi ve uygulama hızını sağlamak için ancak daha yüksek atomize hava basıncı altında çalışan yeni hava başlıkları tasarımları geliştirilmiştir. Bu tabancalardaki püskürtme basıncı, HVLP atomizasyonuyla ilgili basınçtan daha yüksektir, ancak yine de geleneksel hava püskürtmeli püskürtme tabancalarında kullanılan basıncın yarısından azdır. Alçak basınçlı tabancalar, tabancaya, basınç beslemeli tanka veya pompaya bağlı her türlü boya kabından beslenebilir. Boya kabı tabancanın üstünde veya tabancanın altına yerleştirilebilir; üstteki kap tamamen boşalana kadar kullanılabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

HVLP atomizasyonu, %40-80 aralığında bir malzeme kullanımı sağlar. Yüksek basınçlı basınçlı hava püskürtmeye kıyasla, boya kabı püskürtme tabancasının üzerindeyse %20'ye varan malzeme tasarrufu elde edilebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Çoğu yüzey kaplanabilir. Geleneksel yüksek ve düşük basınçlı püskürtme kullanımı yüksek kaliteli yüzeyler için en uygun yöntem olarak görülmese de yüksek yüzey kaliteleri elde edilebilir [ACEA yorumu #321 [212, TWG 2018]].

Daha büyük boya parçacıklarının oluşması nedeniyle optik görünüm, geleneksel püskürtme ile karşılaştırıldığında farklı olabilir. Bununla birlikte, modern düşük basınçlı tabancalar, benzer iş yüküne sahip yüksek basınçlı tabancalarla elde edilene eşit kalitede kaplama sağlar. HVLP atomizasyonu kullanılırken çalışma hızı yavaş olabilir ve çok az kuru film kalınlığı kontrolü vardır.

250 g/m^{2}ye kadar uygulama ağırlıkları işlenebilir.

Çapraz ortam etkileri

Diğer uygulama tekniklerine kıyasla kaynak tüketimi yüksektir ve bu teknik, düşük aktarım verimlilikleri nedeniyle daha yüksek VOC emisyonları ile ilişkilidir. Süreç ayrıca yüksek seviyede çamur üretir [ACEA yorumu #320 [212, TWG 2018]].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. HVLP atomizasyonu tüm yüzeylere uygulanabilir. Ahşap ve mobilya boyamada, düşük viskoziteli ahşap lekeleri için HVLP atomizasyonu uygulanmaktadır, ancak diğer boya sistemleri için de giderek daha fazla kullanılmaktadır. Otomobil endüstrisinde, HVLP boyama bazen metallerin (baz kat) uygulanması için elektrostatik destekli çanlarla birlikte kullanılır, ancak son kat uygulamasında kullanılmaz. Bu durumda, HVLP [ACEA yorumu #320 [212, TWG 2018]] ile yalnızca ince bir tabaka uygulanır. Daha az ölçüde, tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanmasında bir değişken olabilir. Trenler manuel olarak kaplandığından, son katlar için HVLP atomizasyonu uygulanabilir. Aynı zamanda plastik iş parçalarının kaplanması için de uygulanır, ancak binek otomobiller için ve parçalar için uygulanmaz [DE yorumu #183 [212, TWG 2018]].

Bu teknik, gemilerin (bazı son kat uygulamalarında ve muhtemelen vernik için HVLP atomizasyonunun kullanıldığı yerlerde) veya uçakların kaplanmasında yaygın olarak uygulanmaz.

Ekonomik yönler

HVLP püskürtme tabancaları, kompresörü ve basınçlı hava borularını daha yüksek akışlara uyarlama maliyetleri hariç, yaklaşık 275-550 Euro'ya (2005 verileri) mal olur. Personelin yaklaşık 1 ila 2 günlük eğitim masrafları da hesaba katılmalıdır.

Uygulanan boya miktarına ve elde edilen mevcut verimliliğe bağlı olarak geri ödeme süresi genellikle 1 yıldan azdır.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [27, VITO 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]
[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.7.3.11 Elektrostatik atomizasyon (tam otomatik)

Açıklama

Yüksek hızlı dönen diskler veya çanlarla atomizasyon ve püskürtme jetini elektrostatik alanlarla şekillendirme ve havayı şekillendirme.

Teknik Açıklama

Çanlar boya malzemelerini merkezkaç kuvvetleriyle fiziksel olarak atomize etse de, boya malzemesinin elektriksel özellikleri çok önemlidir. İlave şekillendirme havası olmayan elektrostatik atomizasyonla karşılaştırıldığında, bu işlemler boya malzemeleri ve malzeme akışları açısından daha yüksek esneklik gösterir.

Şarj harici veya dahili olarak yüklenebilir. Galvanik olarak yalıtılmış sistemlerle gerçekleştirilen dahili şarj daha pahalıdır ancak çoğu zaman daha yüksek aktarım verimliliği sağlar.

Harici bir şarj cihazında boya partikülleri çan çanağından ayrıldıktan sonra atomizerin dışındaki elektrostatik alana yüklenir. Su bazlı boyaların uygulanması için genellikle harici şarj kullanılır.

Özel ve hassas boya sistemleri (metalik boyalar) uygulanırsa, renk ve yüzey kalitesinde değişiklik olabilir ancak uygulama parametrelerinin uygun modifikasyonu ile ayarlanabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Yüksek aktarım verimliliği nedeniyle sürecin malzeme tüketimi ve atık üretimi en aza indirilir.

İş parçasına ve işleme koşullarına bağlı olarak %70 ile %95 aralığında verim elde edilebilir. Geleneksel püskürtme ile karşılaştırıldığında, daha az fazla püskürtme oluşur ve püskürtme kabinleri daha az kirlenir, dolayısıyla daha az temizlik maddesine ihtiyaç duyulur.

Olası yüksek malzeme akışları ve %70 ila %95'lik ulaşılabilir aktarım verimliliği nedeniyle, süreç; otomotiv, kamyon ve ticari araç endüstrisi için binek otomobil ve plastik malzemelerin seri üretimi gibi evrensel endüstriyel boyama operasyonları için en verimli uygulama yöntemidir.

Yüksek iletkenliğe sahip su bazlı boyalar da işlenebilir.

Su bazlı boyalar ayrıca çandan çıkmadan önce elektrostatik olarak yüklenebilir (dahili şarj). Özel vernikler (metalik boyalar) uygulanırsa renk ve yüzey kalitesinde değişiklik olabilir.

Hava atomizasyonu ile karşılaştırıldığında, bu işlemler boya direncine veya elektrik iletkenliğine karşı daha yüksek hassasiyet gösterir.

Çapraz ortam etkileri

Belirlenen etki yoktur

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Diğerlerinin yanı sıra tipik uygulamalar, profillerin ve bisiklet çerçevelerinin boyanmasıdır. Bu işlem su bazlı boyalar dahil hemen hemen tüm boya malzemeleri için uygundur.

1 000 ml/dk'ya kadar malzeme akışları elde edilebilir. Birkaç saniye içinde renk değişikliği yapılabilir.

1.500 ml/dk'ya varan malzeme akışları ve %95'e varan malzeme verimliliği sayesinde süreç, evrensel endüstriyel boyama işlemleri için uygundur.

Bu teknik, çanların yüksek dönüş hızı nedeniyle sadece otomatik uygulamalarda kullanılabilir.

Elektrostatik destekli yüksek devirli çanlar, otomotiv endüstrisinde astar, baz kat ve vernik katı uygulaması için ve giderek artan şekilde otomotiv parçaları için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kamyon ve ticari araçların kaplamalarında elektrostatik destekli püskürtme uygulaması yaygın olarak gerçekleştirilmektedir.

Ekonomik yönler

Dahili olarak ücretlendirilen süreçlerin maliyeti, otomasyonun boyutuna ve miktarına bağlı olarak genellikle 250.000 Euro ile 1600 000 Euro (2005 verileri) arasındadır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Elektrostatik destekli yüksek devirli çanlar, yüksek aktarım verimliliğine sahiptir, böylece malzeme kullanımını ve VOC emisyonlarını azaltır. Bunlar aynı zamanda tutarlı ve yüksek kaliteli bir son kat boya sağlar ve yüksek üretim hızlarını karşılayabilir. Boyama süresi de azalır.

Örnek tesisler

Bu teknik, dünya çapında araç boyama ve plastik parçaların kaplanması için standart uygulama tekniğidir.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.7.3.12 Elektrostatik destekli havalı veya havasız püskürtme

Açıklama

Elektrostatik bir alanla pnömatik veya havasız atomizasyonun püskürtme jetini şekillendirme. Elektrostatik boya tabancaları > %60 aktarım verimine sahiptir. Sabit elektrostatik yöntemler, %75'e kadar aktarım verimliliğine sahiptir.

Teknik Açıklama

Elektrostatik destekli basınçlı hava, havasız ve hava destekli püskürtme için, boya malzemesi atomizasyonu, havasız teknik dışında normal basınçlı hava püskürtmeye benzer. Burada malzemenin hidrostatik basıncı ile atomizasyon gerçekleştirilir. Ek olarak, boya parçacıkları elektrostatik olarak yüklenir; ancak su bazlı boyalar uygulandığında bu gerçekleşmez. Uygulama şartlarında malzeme 1 000 ml/dk'ya kadar basınçlı hava miktarına göre akar. Havasız veya hava destekli havasız teknikler için malzeme akışı 3 000 ml/dk'ya kadar çıkabilir.

Bu teknik aynı zamanda toz boya uygulaması için de kullanılmaktadır. Toz parçacıkları elektrostatik olarak yüklenir ve basınçlı hava kullanılarak topraklanmış iş parçasına püskürtülür. %80-95 aralığında malzeme verimliliği sağlanır. Püskürtme kabinleri ve uygulama aletleri, vakumlu temizleme veya basınçlı hava ile üfleme yoluyla temizlenebilir. Bu şekilde kaynaklar korunur ve VOC emisyonları önlenir.

Sağlanan çevresel faydalar

Malzeme verimliliği yaklaşık %85'tir. Toz boyalar kullanıldığında malzeme verimliliği %95'e kadar çıkabilir. Mobilya ve ahşabın boyanmasında %50-70 aralığında verim seviyelerine ulaşılabilmektedir. Geleneksel püskürtme ile karşılaştırıldığında, daha az artık üretilir ve püskürtme kabinleri daha az kirlenir, bu nedenle daha az temizlik maddesine ihtiyaç duyulur. Boyama süresi de azaltılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Boyama süresi genellikle azalır.

Plastik iş parçalarının kaplanmasında, iletken bir astar gerekli olmasına rağmen elektrostatik destekli püskürtme uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır [ACEA yorumu #334 [212, TWG 2018]].

Uygulanan tedarik ekipmanına göre (sadece bir pompa veya her renk için birer pompa), renk değişimleri için gereken süre değişkenlik gösterir.

Çukurlu karmaşık geometrili olanlar, basınçlı hava püskürtme ile boyanabilir.

Çapraz ortam etkileri

Atık üretimi ana çapraz ortam etkisidir. Ancak, elektrostatik destekli olmayan diğer sistemlere kıyasla daha yüksek aktarım verimliliği nedeniyle daha az atık üretilir.

Basınçlı hava enerji gerektirir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Tüm elektrostatik teknikler, su bazlı ve geleneksel malzemeler için kullanılabilir. Bu teknikler tam otomatik veya manuel olabilir. Mobilya ve ahşabın boyanmasında, havasız veya hava destekli havasız teknikler esas olarak, mobilyaların otomatik kaplanması, pencere çerçevelerinin otomatik kaplanması (çöküntülere sahip iş parçaları) veya büyük iş parçalarının manuel kaplanması gibi yüksek malzeme tüketimi veya yüksek yüzey kapasiteleri için kullanılır.

Hava taşıtlarının kaplamasında elektrostatik destekli püskürtme uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Trenlerin kaplamasında astar uygulaması için havasız püskürtme sistemleri kullanılabilir; ancak, trenlere elektrostatik destekli püskürtme hakkında hiçbir bilgi sunulmamıştır.

Plastik iş parçalarının kaplanmasında elektrostatik destekli püskürtme uygulamaları yaygın olarak uygulanmaktadır.

Bu teknik, gemilerin kaplanmasında yaygın olarak uygulanmaz, zira açık havada çok fazla hava hareketi vardır ve diğer kötü havalandırılan alanlarda patlama riski vardır. Ancak Hollanda'da bazı bahçelerde kullanılmaktadır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Daha az atık oluşumu ve daha az boyama süresi.

Örnek tesisler

Tesis #141 [155, TWG 2016]. Ayrıca yukarıdaki uygulanabilirlikle ilgili Teknik hususlara bakınız.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.7.3.13 Sıcak püskürtme

Açıklama

Yüksek viskoziteli boya uygulaması için kullanılan sıcak hava veya ısıtılmış boya ile pnömatik atomizasyon.

Teknik Açıklama

Boya malzemesinin atomizasyonu, basınçlı hava kullanılarak veya sıcak havasız püskürtme kullanılarak gerçekleştirilebilir. Boya malzemesi ve/veya basınçlı hava ısıtılır, bu nedenle boya sisteminin viskozitesi düşürülür ve tiner miktarı azaltılabilir, bu da daha düşük VOC emisyonları ile sonuçlanır. Boya malzemesinin ısıtılması (60-70 °C'ye kadar) püskürtme tabancası kabında veya basınçlı hava ve boya malzemesi için ısıtılmış borular aracılığıyla gerçekleştirilir. Basınçlı havanın ısıtılması için akış ısıtıcıları boya malzemeleri için kullanılır (aksi takdirde bu sıcaklıklarda malzemeler halihazırda reaksiyona girmeye başlayacaktır). Bu, su bazlı, solvent bazlı veya solventsiz iki bileşenli epoksi sistemlerle kullanılabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Azaltılmış tiner miktarı, VOC emisyonlarının daha düşük olmasına veya hatta hiç olmamasına neden olur. Geleneksel püskürtme ile karşılaştırıldığında, katman sayısı azaltılabilir.

%40-60 malzeme verimliliği elde edilebilir. Geleneksel püskürtmeye kıyasla %10'a varan verimlilik artışı sağlanabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Teknik, yüksek katı içeriği olan boyalar için yaygın olarak kullanılır, ancak aynı zamanda sıcak mum püskürtme için de geçerlidir. Aşağıdaki koşullar altında çalıştırılabilir:

- 60-200 bar, yüksek solvent veya su içeriği içeren boyaları püskürtürken;
- 200-400 bar, yüksek kalın katı içeriğe sahip boyaları püskürtürken;
- çevrimiçi karıştırma uygulanırsa iki bileşenli boyalar için (bk. Madde 17.2.4.1).

Artan sıcaklık ile kenar taşmaları oluşmadan daha yüksek katman kalınlıkları uygulanabilir. Ancak, aşağıdaki kısıtlamalar da geçerlidir:

- uygulama süresi çok kısadır;
- ekipman pahalıdır;
- tek tamsayılı hacim karışım oranı gereklidir;
- yüksek katı maddeli/solventsiz epoksi boya kullanılır;
- ekipmanın kullanımı zor olduğu için operatörün eğitime ihtiyacı vardır.

Çapraz ortam etkileri

Isıtma için enerji kullanılır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Renk değişimlerinden sonra gerekli yeniden ısıtma, bu tekniği sık renk değişimi olan işlemler için uygunsuz hale getirir.

Sıcak püskürtme bazen mobilyaların boyanmasında (örneğin dolaplarda) kullanılır. Teknik, gemilerin ve yatların kaplanması için uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Daha kalın katmanlar uygulandığı için işçilik maliyetleri geleneksel kaplamalara ve uygulama yöntemlerine göre daha düşüktür.

Örnek tesisler

Dingil boya atölyesi Mercedes-Benz Kassel, Almanya.

Referans literatür

[183, ACEA 2017] [212, TWG 2018]

17.7.3.14 Bobin kaplamada 'püskürtme, silme ve durulama' uygulaması

Püskürtme, temizleyicilerin uygulanması, ön işlemler ve durulama için kullanılır. Püskürtmeden sonra, solüsyonun sürüklenmesini en aza indirmek için silecekler kullanılır, ardından durulama yapılır.

Ayrıntılı açıklama için ayrıca bk. Madde 6.4.3.1.

17.8 Kurutma ve/veya kürleme teknikleri

Kurutma/kürleme en çok enerji tüketen işlemlerden biridir. Kurutma/kürleme aşağıdakiler için kullanılır:

- boyanın kurutulması/kürlenmesi;
- mürekkebin kurutulması/kürlenmesi;
- yapıştırıcıların kurutulması/kürlenmesi;
- ön işleme veya durulama bölgelerinden kalan suyun veya diğer sıvıların buharlaşması;
- yapıştırıcıların veya gövde altı koruma malzemelerinin jelleşmesi ve katılaşması;
- iş parçalarının ön işlemi (ahşabın cila kaplamasında soğuk yüzeylere veya sıkışmış havaya karşı).

Sonraki bölümlerde, tanımlanmış ana kurutma/kürleme teknikleri tartışılacaktır. Kurutma/kürleme tekniklerinin seçiminin; alt tabaka tipi ve şekli, ürün kalite gerekliliklerinin yanı sıra kullanılan malzemelerin, kaplama uygulama tekniklerinin, kurutma/kürleme tekniklerinin ve atık gaz işleme sistemlerinin karşılıklı olarak uyumlu olmasını sağlama ihtiyacı ile sınırlandırılabileceği belirtilmektedir.

17.8.1 Soy gaz konveksiyonlu kurutma/kürleme

Açıklama

Soy gaz (nitrojen), ısı eşanjörleri veya akaryakıt yoluyla gaz veya buharla ısıtılarak, LEL üzerinde solvent yüklenmesi sağlanır. Normal hava yerine soy gaz uygulayarak > 1 200 g/m^3 nitrojen solvent yükleri mümkündür.

Sağlanan çevresel faydalar

Soy gaz, normal havadan çok daha fazla solvent içerebilir. Soy gaz kurutma işlemine ilişkin, örneğin, 400 kg/saat'lik bir solvent miktarı için 2000 m^3lük bir gaz hacmi sirküle edilir (dolaştırılır). Havayla kurutma, LEL değerinin %40'ını karşılamak için 10 kat daha fazla hacme ihtiyaç duyar.

Enerji tasarrufu sağlanır ve çıkış gazı işleme sistemleri, normal hava kullanımına kıyasla daha küçük kapasiteler için tasarlanabilir. Yanıcılık azalır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Kurutma için soy gazın kullanıldığı durumlarda, solventlerin geri kazanılması için bir teknik olarak yoğuşma kullanılabilir (bk. Madde 17.10.6.1).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yeni ve mevcut fabrikalar ve tesisler için geçerlidir. Ancak, güçlendirme (retrofitting) zor olabilir. Bu teknik, genellikle yapışkan bantların imalatında bir ön kurutma adımı olarak uygulanır.

Teknik, kurutucuların düzenli olarak açılması gereken durumlarda uygulanamaz. Kurutucuyu açarken temizleme gereklidir: başka bir deyişle hava soy gazla değiştirilmelidir. Bu maliyetlidir ve zaman alır. Bazı baskı işlemleri gibi iş değişikliklerinin günlük olduğu sektörlerde uygulanmamasının nedeni budur.

Referans literatür

[6, DFIU ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [95, CEI-BOIS 2006] [212, TWG 2018]

17.8.2 İndüksiyonla kurutma/kürleme

Açıklama
Fırın tarafından indüklenen osilasyon akımı ile metalik iş parçasının içinde ısı üreten elektromanyetik indüktörler tarafından çevrimiçi termal kürleme veya kurutma.

Teknik Açıklama
Boyalı rulonun yakınına monte edilen elektromanyetik bobinler, metal içinde saniyede yüzlerce derecelik ısıtma hızları üretecek şekilde ayarlanabilen osilasyon akımlarını indükler.

Sağlanan çevresel faydalar
Fosil yakıt kullanımından kaynaklanan emisyon yoktur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Elektrikli ısıtma, yerel emisyonlar olmadan oldukça kontrol edilebilir ve verimlidir.

Çapraz ortam etkileri
Gazın yerine elektriğin kullanılması ve ardından emisyonların elektrik üreten tesislere aktarılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yalnızca metal yüzeylere uygulanabilir.

Mevcut tesisler için, geleneksel kurutuculara kıyasla ısıtma süreleri çok daha kısa olduğu için çıkış gazı işleme ünitesinin yeniden tasarlanması gerekliliği vardır.

Bu teknoloji rutin olarak metal temperleme ve tavlama için kullanılır, ancak aynı zamanda hızlı boya kürleme için de uygundur. Kurutulacak alt tabaka veya nesne elektriği iletiyorsa uygulanır. Mevcut gazla çalışan fırınların yerine veya ek olarak uygulanabilir. Potansiyel olarak çok yüksek elektrik talebi uygulanabilirliği sınırlayabilir.

Metal ambalajların baskısında, tüm kurutmalı kaplama veya baskı malzemelerine ve ferromanyetik alt tabakalara uygulanabilir. Bununla birlikte, kaplama formülasyonları, farklı ısıtma hızları için ince ayar gerektirebilir. Çok hızlı ısıtma oranları ile elde edilebilecek boya filmi kalınlığında bazı sınırlamalar olabilir.

İndüksiyon esas olarak otomotiv endüstrisinde yapısal bağların (yapıştırıcıların) sertleştirilmesi gibi özel uygulamalarda kullanılmaktadır. Bobin kaplamada birkaç hatta kullanılmaktadır.

Ekonomik yönler
Yalnızca yeni tesisler için veya fırınların değiştirilmesi gerektiğinde ekonomik olarak uygundur.

Örnek tesisler
Bobin kaplama tesisleri # 152, # 172 ve # 173'te [155, TWG 2016].

Referans literatür
[5, DFIU ve ark. 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [95, CEI-BOIS 2006] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.8.3 Mikrodalga ve HF ile kurutma/kürleme

Açıklama

Mikrodalga veya yüksek frekanslı radyasyon kullanarak kurutma veya kürleme.

Teknik Açıklama

Bu işlemde ıslak boya tabakası elektromanyetik mikrodalgalar vasıtasıyla ısıtılır. Mevcut iki teknik, mikrodalga ile kurutma ve yüksek frekanslı kurutmadır (HF). Bu elektromanyetik dalgaların etkisiyle dipoller salınır ve böylece elektromanyetik enerji ısı enerjisine dönüşür. Bu sayede içerdiği su hızla buharlaştırılır ve çıkarılması gerekir.

Yüksek frekanslı kurutucular, yüksek frekanslı bir jeneratör, iletim ünitesi, kolektör elektrotları ve buharlaşan suyun uzaklaştırılması için uygun flash-off bölgesinden oluşur. Alternatif olarak, ıslak boya tabakası elektromanyetik mikrodalgalarla ısıtılır. Buharlaşma ve kuruma, boya tabakasının içinden dışına doğru gerçekleşir. Isıtma homojendir.

Sağlanan çevresel faydalar

Fosil yakıt kullanımından kaynaklanan emisyon yoktur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Elektromanyetik dalgalı kurutucular, yalnızca su bazlı kaplamalara ve mürekkeplere ve metalik olmayan yüzeylere uygulanabilir.

Yüksek frekanslı kurutucular aşındırıcıların imalatında, yapışkan bantların imalatında veya sargı teli endüstrisinde uygulanmaz [DE yorumu #194 [212, TWG 2018]].

Mikrodalga ile kurutma, ahşabın kaplanması için, montaj öncesi iş parçaları için ve büyük ürünlerin daha yüksek enerji maliyetleri olan büyük bir mikrodalga fırına ihtiyaç duyması nedeniyle küçük boyutlu parçalar için uygulanır.

Ekonomik yönler

60 kW kurulu elektrik yüküne ve 1500 m3/saat hava çıkışına sahip ahşap yüzeylerin kaplanmasında uygulanan 2 dakikalık bir mikrodalga kurutucu 2000 yılında 75.000 Euro'ya mal olmuştur. Elektrik kontrol ve taşıma üniteleri hariçtir.

120 kW kurulu elektrik yüküne ve 1500 m3/saat hava çıkışına sahip ahşap yüzeylerin kaplanmasında uygulanan 2 dakikalık bir yüksek frekanslı kurutucu 2000 yılında 150.000 Euro'ya mal olmuştur. Elektrik kontrol ve taşıma üniteleri hariçtir.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [95, CEI-BOIS 2006] [212, TWG 2018]

17.8.4 Kombine konveksiyon ve IR radyasyonla kurutma/kürleme

Açıklama

Dolaşan sıcak hava (konveksiyon) ve kızılötesi radyatör kombinasyonu ile ıslak bir yüzeyin kurutulması.

Teknik Açıklama

Birleşik bir konveksiyon ve IR radyasyonlu kurutucu (termal reaktör olarak da adlandırılır), konveksiyon ısısının yanı sıra kızılötesi radyasyon yayan bir radyatördür. Kızılötesi radyasyon, doğal gazın veya propanın yanması ile üretilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Enerji talebi, yalnızca dolaşan (sirkülasyon) hava uygulayan kurutuculara kıyasla daha düşüktür.

Boya sistemine ve üretim çeşidine bağlı olarak toplam kuruma süresi 6 ila 10 dakika arasındadır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir. Solvent bazlı veya solventsiz tüm kurutmalı kaplama veya baskı malzemelerine ve toz boya kaplamalara uygulanabilir. Termal reaktörler su bazlı boya sistemleri için de uygundur.

Kaplanmış veya basılmış alt tabakanın geometrisi önemli değildir; ancak, ısıya dayanıklı olmalıdır.

Aşağıda bazı maliyetler verilse de, tekniğin ahşabın kaplanmasında ticari olarak uygulanıp uygulanmadığı bilinmemektedir. Sıcaklık çok yüksekse ahşabın lekelenmesi ve yanması riski vardır.

Ekonomik yönler
10 kW kurulu elektrik yüküne ve 2000 m^3/saat hava çıkışına sahip, doğal gazla ısıtılan ahşap yüzeylerin kaplanması için 6 dakikalık kuruma süresine sahip bir termik reaktör 2000 yılında 95.000 Euro'ya mal olmuştur. Elektrik kontrol ve taşıma üniteleri hariçtir.

Referans literatür
[5, DFIU ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [95, CEI-BOIS 2006] [212, TWG 2018]

17.8.5 Radyasyonla kürleme işlemleri

Radyasyonla kürleme, radyasyona [kızılötesi radyasyon (IR), yakın kızılötesi radyasyon (NIR), ultraviyole (UV)] veya yüksek enerjili elektron ışınlarına (EB) maruz kaldığında reaksiyona giren reçinelere ve reaktif seyrelticilere (monomerler) dayalı olarak uygulanır.

Reçineler genellikle akrilat veya metakrilat işlevselliğine sahip polyesterler, poliüretanlar veya epoksilerdir, ancak başka kaplama kimyasalları da kullanılabilir. Formülasyonlar sıvıdır ve kürleme, genellikle ortam sıcaklığında veya hafifçe yükseltilmiş sıcaklıklarda, sadece birkaç saniye gibi çok hızlı olabilir.

Spesifik radyasyonla kürleme süreçleri aşağıdaki bölümlerde tartışılmaktadır.

17.8.5.1 Kızılötesi radyasyonla kurutma/kürleme

Açıklama

Boyaların kızılötesi radyasyonla kurutulması/kürlenmesi.

Teknik Açıklama
Kızılötesi radyasyonla kurutma/kürleme için iş parçası kızılötesi radyasyon absorpsiyonu yoluyla ısıtılır. Kurutma işlemi içeriden yüzeye doğru başlar. Kızılötesi radyasyonun yoğunluğu dalga boyu aralığına ve dolayısıyla radyatörün sıcaklığına bağlıdır. Işınların absorpsiyonu, yüzeyin düzgünlüğüne, rengine veya hafifliğine, yansıtıcılığına ve kimyasal bileşimine bağlıdır.

Sağlanan çevresel faydalar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Enerji talebi, sirkülasyonlu hava uygulayan kurutuculara kıyasla daha düşüktür.

Hızlı bir ısıtma tekniğidir (NIR orta veya uzun dalga durumunda 1-5 saniye, bk. Madde 17.8.5.3, ancak IR daha uzun sürebilir) ve boya kurutma/kürleme sırasında alt tabakanın sıcaklığı düşük olduğunda, sadece kısa soğutma süreleri gerektirir. Solvent bileşimi radyasyonun enerjisine göre ayarlanmalıdır.

Kenarlarda ve nişlerde gölgelenme riski vardır.

Kullanılan dalga boyuna göre farklı radyatörler mevcuttur. Akış yolu veya program kontrollü kurulumlar, kuruma ve yüzey kalitesi koşullarına göre uygulanır.

Çapraz ortam etkileri

Kurutuculardan gelen radyan ısı nedeniyle solventler, geleneksel ısıtma işlemlerinde olduğu gibi buharlaştırılır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Belirli kaplamalara ve mürekkeplere uygulanabilir. Çok hızlı kürleme sürelerinin gerekli olduğu durumlar (ör. bobin kaplamada olduğu gibi alt tabakanın hızla hareket ettiği durumlar) dışında, tabaka kalınlığında herhangi bir sınırlama yoktur.

Kaplanmış veya basılmış alt tabakanın geometrisi önemli değildir. Ancak ısıya dayanıklı olmalıdır. Bazı durumlarda, lekelenme ve yanma riskinin olduğu ahşap için sıcaklık çok yüksek olabilir.

Kızılötesi kürleme, az sayıda bobin kaplama hattında kullanılır. Bobin kaplamadaki mevcut durumlar için, geleneksel kurutuculara kıyasla ısıtma süreleri çok daha kısa olduğundan çıkış gazı işleme ünitesinin yeniden tasarlanmasına ihtiyaç vardır.
Teknik; otomotiv endüstrisinde, ıslak boya üzerine ıslak boya tekniği ile uygulanan son katların ön kurutması için yaygın olarak uygulanmaktadır. Yapışkan bant imalatında da giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Aşındırıcıların imalatında uygulanmaz.

Baskı endüstrisinde, geliştirilmiş mürekkepler nedeniyle artık kullanılmamaktadır. Kızılötesi radyasyonla kürlemeyi kullanmanın dezavantajları, basılı tabakaların yığınında üretilen ısı ve blokaj olmuştur (yani, basılan görüntü, yukarıdaki tabakanın arkasında kendini yeniden üretir).

Ekonomik yönler

Yatırım maliyetleri nispeten düşüktür; ancak, mevcut kurutucuları yenilemek maliyetli olabilir. Bobin kaplama endüstrisinde, bu teknik yalnızca yeni tesisler için veya fırının değiştirilmesi gerektiğinde ekonomik olarak uygundur.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Düşük enerji talebi.
- Kurutma hızı.
- Sürecin esnekliği.

Örnek tesisler

Araç kaplaması: Opel Eisenach GmbH, Almanya,
Bobin kaplama: tesisler #099, #105 [155, TWG 2016
].

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [95, CEI-BOIS 2006] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.8.5.2 VOC azaltma ile katalitik IR kurutma ve kürleme

Açıklama

IR radyasyonu, kurutuculardan buharlaştırılmış VOC'lerin oksidasyonu dahil olmak üzere gazın katalitik oksidasyonu ile üretilir. Yöntem, geleneksel kurutma yöntemlerine kıyasla daha az enerji kullanır ve düşük bir kurutma sıcaklığı ve kısa bir kuruma süresi sağlar. Aynı zamanda, kurutma fırınından çıkan VOC emisyonunun %50'den fazlası gazla birlikte yanar.

Teknik Açıklama

IR radyasyonu, kurutma fırınından gelen VOC içeren hava kullanılarak gazın katalitik alevsiz yanması ile üretilir. Kurutma sıcaklığı, geleneksel kurutma fırınlarında 200 °C'ye kıyasla 110 °C kadar düşüktür. Bu, ahşap malzemelerin ve yüksek sıcaklıklara dayanamayan diğer malzemelerin kurutulması için bir avantajdır.

Katalitik paneller, tipik olarak 17 kW/m^{2}den 26 kW/m^{2}ye kadar farklı performansa sahip farklı boyutlarda üretilir.

İşlem, düz hatlı bir işlemde, bir taşıma işleminde veya bir kurutma kutusunda uygulanabilir. Sabit bir tesisin uygun olmadığı durumlarda esnek bir mobil IR tesisi kullanmak da mümkündür.

Sağlanan çevresel faydalar

Katalitik oksidasyon işlemi için kurutma işleminden gelen VOC içeren hava kullanıldığından, VOC emisyonları en az %50 oranında azaltılır. Kuruma süresinin kısa olması ve kurutma sıcaklığının düşük olması nedeniyle enerji tüketimi %60-80 oranında azalır. Ayrıca, kaplamanın daha iyi mekanik özellikleri olduğundan, belirli bir kaliteyi elde etmek için daha az cila gerektiğinden, cila tüketimi geleneksel bir kurutma işlemine göre daha düşüktür.

Avantajları:

- azaltılmış kurutma süresi (%60-80);
- diğer kurutma yöntemlerine kıyasla önemli ölçüde daha az enerji maliyeti (%60-80 daha az);
- azaltılmış VOC emisyonu (%60);
- diğer kurutma yöntemlerinin çoğundan daha az yer gerektirir (%60-90 daha az);
- azaltılmış cila tüketimi (%10-45 daha az);
- kurulumu hızlı ve kolay olan basit bir kurutma işlemi;
- ATEX onaylı [48].

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Kurutma işleminden gelen VOC içeren hava, IR radyasyonu üretmek için katalitik sistemde kullanılır. Bu, VOC emisyonunu %50-60 oranında azaltacaktır. Ayrıca, katalitik brülörde püskürtme işleminden elde edilen VOC içeren filtrelenmiş havanın kullanılması da mümkündür. Bu sayede VOC emisyonunu boyama işlemine göre toplamda %70-80 oranında azaltmak mümkündür. Bu, pahalı bir gazdan arındırma sistemine yatırım yapılmadan elde edilir.

[48] Üye Devletlerin potansiyel olarak patlayıcı ortamlarda kullanılması amaçlanan ekipman ve koruyucu sistemlerle ilgili yasalarının yakınlaştırılmasına ilişkin 23 Mart 1994 tarihli Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 94/9/EC sayılı Direktifine göre.

Çapraz ortam etkileri

Belirlenen etki yoktur

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

IR kurutma sistemi tüm metaller için kullanılabilir ancak alüminyum ve parlak metaller IR radyasyonunu reddedebilir. Kaplama öncesi ve toz kaplama öncesi ıslak ürünlerin kurutulması için de geçerlidir.

Düşük yüzey sıcaklığının gerekli olduğu ahşap, plastik ve tekstil ürünlerinin kurutulması için özellikle uygundur. Yüzey sıcaklığı gerektiğinde 45-50 °C kadar düşük veya 45-100 °C aralığında tutulabilir.

IR ile kürlemenin diğer bir avantajı, vernik, boya, su ve plastik malzemeler (6-8 µm) için IR dalga boyu ile alıcı dalga boyu arasında iyi bir ilişki olmasıdır.

Kurutma sistemi ayrıca yel değirmeni bileşenleri, açık deniz endüstrisi ve çelik işleri için de uygundur. Bu ürünler için yüzey sıcaklığı genellikle 75 °C ile 200 °C arasındadır.

Ekonomik yönler

Eksiksiz bir IR kurutma sistemi, çoğu geleneksel kurutma sisteminden muhtemelen %25-50 daha pahalıya mal olacaktır. Ancak enerji ve cila tasarrufunun yanı sıra VOC emisyonlarının azaltılması, çok kısa kuruma süresi ve küçük ayak izi 1-3 yıllık bir geri ödeme süresine işaret etmektedir.

Ekipmanın kullanım ömrü 10 yıldan fazladır ancak katalitik malzemelerin 20 000 - 25.000 saatlik çalışmadan sonra yenilenmesi gerekmektedir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Daha düşük işletme maliyetleri,
- Daha düşük enerji tüketimi (daha az CO_2),
- Çok kısa kurutma süresi ve geleneksel kurutma işlemine göre en az %50 daha düşük VOC emisyonu.

Örnek tesisler

Danimarka, Norveç, Finlandiya, İsveç, Almanya, Polonya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Çin, Malezya ve Kanada'da bu türden 100'den fazla IR ile kurutma sistemi kurulmuştur. Tesislerin toplam %50'si metal malzemeler, %40'ı ahşap malzemeler ve %10'u plastik malzemelere yöneliktir. Boyalı parçalar arasında yel değirmenleri, cep telefonları, mobilyalar, mutfak elemanları ve kaplar için bileşenler yer almaktadır.

Kullanılan sistemlerin toplam %40'ı kurutma kutuları, %20'si konveyör hatları, %10'u düz hat ve %30'u mobil kurutma kutularıdır.

Seçilen referans tesisler:

- Dancoat A/S, Gram, Danimarka/ Yel değirmenleri ve açık deniz endüstrisi için çok büyük bileşenlerin kaplanması. 585 kW kurulu IR etkisi. Geleneksel kurutma işlemi yerine IR kullanılarak kuruma süresi 18 saatten 2 saate düşürülmüştür.
- Cimbria Manufacturing A/S, Thisted, Danimarka, Tohumların depolanması ve taşınması için kullanılan konteyner ve siloların kaplanması. 225 kW IR etkisine sahip bir konveyör tesisi ve 80 kW IR etkisine sahip bir kutu tesisi.

Referans literatür

[DK yorum #17 [212, TWG 2018]]

17.8.5.3 Yakın kızılötesi radyasyon (NIR) ile kürleme

Açıklama

Çok kısa dalga boyuna sahip kızılötesi ışıkla boyaların termal kürlenmesi.

Sağlanan çevresel faydalar
Daha kısa kürleme süresi.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Yakın kızılötesi radyasyon (NIR) ile kürleme, kürleme süresini dakikalardan saniyelere düşürmenin gerekli olduğu durumlarda kullanılır. NIR absorpsiyonu pigment seçimine bağlıdır.

NIR yayıcılar çok yüksek sıcaklıklarda çalışır ve çok yüksek güç yoğunluğunda çok kısa dalga boylu kızılötesi radyasyon üretir. Spesifik dalga boyunun kaplama tarafından absorpsiyonu ve kısa bekleme süreleri, alt tabakanın ısınmasını azaltabilir.

Çapraz ortam etkileri
Elektrik enerjisi talepleri yüksektir. NIR, güvenilir bir yüksek güçlü elektrik kaynağı gerektirir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Çok kısa (1-5 saniye) kürleme süreleri nedeniyle, bu teknik ahşap ve plastik gibi ısıya duyarlı malzemeler için çok uygundur. Toz boyalar genellikle ahşap üzerine su bazlı boyaların yanı sıra NIR ile kürleme uygulanarak kürlenir. Ahşap yüzeylerin kaplanması için, NIR tekniği en kısa kuruma ve çevrim sürelerini sağlar.

NIR ile kürleme, ince kaplamaların hızlı kürlenmesi için bobin kaplamada ve toz boyalarda kullanılmaya başlanmıştır. Genel işleme hatlarına genişletilmesi, daha sonraki denemelere bağlı olacaktır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Daha kısa, daha kompakt fırınlar, yüksek hız ve kontrol edilebilir güç.

Örnek tesisler
Tesis #086 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[5, DFIU ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

17.8.5.4 Ultraviyole (UV) ile kürleme

Açıklama

Uygun boyaların UV ışığı ile 'soğuk' çapraz bağlanması (boyaların UV ile kürlenebilir olması gerekir).

Teknik Açıklama
Orta basınçlı cıva buharlı lambalar veya elektrotsuz gazla doldurulmuş lambalar, 200-400 nanometre dalga boyuna sahip ultraviyole radyasyon üretir. Radyasyon, boya veya mürekkep tabakası içinde kimyasal bir çapraz bağlanma başlatır. UV ile kürleme, bir foto başlatıcının varlığını gerektirir.

Sağlanan çevresel faydalar
UV ile kürlenen sistemler daha az solvent kullanır veya hiç solvent kullanmaz. Enerji tüketimi düşüktür.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Ahşap veya plastik yüzeyler sararma gösterebilir ve kırılgan hale gelebilir. Bu teknik az yer kaplar ve kürleme birkaç saniye içinde gerçekleşir (yüksek hız).

Lambalar, ışığı kürlenen kaplama üzerine odaklamak için yarı eliptik veya parabolik reflektörlerle donatılabilir. UV lambaları ayrıca personeli ultraviyole radyasyondan koruyan bir kalkan ile donatılmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Ozon emisyonları meydana gelir ve ozon genellikle çıkarılır ve katalizörlü bir ozon eliminatörüne veya bir termal oksitleyiciye yönlendirilir. Cıva içeren ve uygun atık işleme tesislerinde atılması gereken cıva buharlı lambalar kullanılır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yalnızca UV ile kürlenen boyalar için

geçerlidir. Yeni ve mevcut tesisler için

geçerlidir.

Teknik; doymamış polyesterler, poliakrilatlar, epoksi reçineler vb. için geçerlidir. Özellikle yüksek katman kalınlıklarına kadar olan vernik katı ve sırlara uygulanabilir. Pigmentli kaplamalar için UV ile kürleme yalnızca küçük katman kalınlıkları için geçerlidir. Ayrıca UV kürlemeli mürekkepler UV ile kürleme yoluyla kurutulur.

Kaplanmış veya baskılı yüzeyler UV kürüne dayanıklı ve tercihen düz veya iki boyutlu olmalıdır. Toz boya kaplı üç boyutlu ahşap veya plastik parçaların kürlenmesi daha karmaşıktır; bununla birlikte, iyi performans gösteren kurutma sistemleri mevcuttur.

UV radyasyonu, kağıt ve karton yüzeylere yaygın olarak uygulanır. Düz panellerin ayrı ayrı kaplanabildiği ve mobilya parçası monte edilmeden önce kaplamanın yapıldığı boyalı mobilyaların kurutulması için uygulanır. Yapışkan bantların üretiminde de giderek daha fazla uygulanmaktadır.

Bobin kaplamada, teknik şu anda değerlendirme aşamasındadır (ayrıca bk. Madde 19.4.1).

Ekonomik yönler

Geleneksel kurutucularla karşılaştırıldığında, enerji maliyetleri %70'e kadar azaltılabilir. Su bazlı boyalar için geleneksel gaz yakıtlı fırın (vantilatör dahil) ile karşılaştırıldığında, enerji maliyetleri %40-50 oranında azaltılır. Baskıda enerji tüketimi geleneksel kurutmada olduğu kadar yüksek olabilir. Lambanın yalnızca asıl alt tabaka lambanın altındayken çalıştığı flaş kürleme sistemleri kullanılarak enerji kullanımı %50 oranında azaltılır. Bunun, örneğin gövde dışı baskı yapıldığında ekonomik faydaları vardır.

Örnek tesisler

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür: Tesisler #012, #019 ve #028. Metal ambalaj: Tesis #122.
Ahşap yüzeylerin kaplanması: Tesis #177.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [27, VITO 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [197, FPE 2017] [155, TWG 2016]

17.8.5.5 Elektron ışını ile kürleme (EB)

Açıklama

EB ile kürlenebilen boyaların yhızlı elektronlarla 'soğuk' çapraz bağlanması.

Teknik Açıklama

EB ile kürleme, sıcak katot tüpünden yayılan bir elektron ışını ile başlatılır. Polimerizasyon ve dolayısıyla boyanın sertleşmesi, elektronların monomerler üzerindeki etkisinden kaynaklanır. .

Yüksek düzeyde otomasyon mümkündür. Elektronlar yüksek bir hıza çıkarılır, kaplama maddesine nüfuz eder ve çok kısa sürede kürlenir.

Yüzeyde yoğunlaşan UV enerjisinin aksine, elektron ışını enerjisi birçok malzemeye nüfuz edebilir ve çok kalın kaplama katmanları için tam bir kürleme sağlar. EB enerjisinin absorpsiyonu, kaplamanın veya alt tabakanın renginden etkilenmez.

Sağlanan çevresel faydalar

- EB ile kürlenen sistemler daha az solvent kullanır veya hiç solvent kullanmaz.
- Düşük enerji tüketimi.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

- Alt tabakanın kırılgan hale gelmesi ve renk atması riski vardır.
- Çok az taban alanı gereklidir.
- Radyasyon işçiler için bir risk oluşturmaktadır. İşçiler, kurşun levhalar veya beton duvarlarla elektron ışınından korunmalıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

EB ile kürlenebilen boyalara uygulanabilir: doymamış polyesterler, poliakrilatlar, poliüretanlar, epoksi reçineler, vb. Katman kalınlığı veya pigmentasyon sınırı yoktur.

Tüm geometriler, EB radyasyonuna karşı şeffaf yüzeyler (özellikle kağıt, ahşap veya folyolar) için uygundur; metaller için EB, düz yüzeylerle sınırlıdır. Yüksek yatırım maliyetleri nedeniyle, bu teknik şu anda yalnızca büyük yüzey çıktılarına uygulanmaktadır.

EB ile kürleme, yapışkan bantların üretiminde giderek daha fazla uygulanmaktadır.

Bobin kaplama endüstrisinde EB, gelişmekte olan bir teknoloji olarak kabul edilebilir (ayrıca bk. Madde 19.4.1).

Ekonomik yönler

EB ile kürleme, geleneksel kurutuculardan daha yüksek yatırım maliyetlerine sahiptir. Ancak, EB ile kürlemenin enerji tüketimi çok daha düşük olabilir.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

17.8.6 Isı geri kazanımı ile birlikte konveksiyonla kurutma/kürleme

Açıklama

Çıkış gazlarından gelen ısı geri kazanılır ve konveksiyonlu kurutucu/kürleme fırınının giriş havasını önceden ısıtmak için kullanılır. Hava, kurutulacak nesne veya yüzey ile doğrudan temas halindedir.

Teknik Açıklama

Konveksiyonlu kurutmada, ısıyı iş parçasına taşımak için ısıtılmış hava kurutucuda veya fırında dolaştırılır. Hava, kurutulacak nesne veya yüzey ile doğrudan temas halindedir. Kurutma süresi nesneye veya alt tabakaya, kaplama tipine ve kaplama kalınlığına bağlıdır ve birkaç saniye ile bir saat arasında değişir. Çıkış gazı oksidasyonundan kaynaklanan fazla enerjinin yeniden kullanılması, kurutma için enerji tüketimini azaltır.

Su bazlı kaplamaların kurutulması veya ıslak boya üzerine ıslak boya katman yapılarının ön kurutma adımı için, ek bir nem alma adımına sahip konveksiyon kurutucularla birlikte nemi alınmış hava kullanılır. Su alımı nedeniyle, kurutma süreleri önemli ölçüde azaltılabilir.

Kurutucular düz hatlı kurutucular, nozullu kurutucular, tepsi sistemleri veya kule kurutucular olarak üretilmiştir. Enerji talebi büyük ölçüde kurutucunun ısı kayıplarına bağlıdır.

Normalde, kurutma işlemi sırasında yanıcı maddeler buharlaşma ve kürleme yoluyla açığa çıkar.

Avrupa Standardı EN 1539, izin verilen kurutma sıcaklığına ve kurutucu içinde salınan yanıcı maddelerin izin verilen azami konsantrasyonuna göre izin verilen çalışma aralıklarını tanımlar.

Üniteler tipik olarak üç ila altı bağımsız bölge içerir ve 50 metreye kadar uzunlukta olabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Kürleme tekniğinin çevresel performans üzerindeki genel etkisi, yalnızca fırınların kendilerine değil, aynı zamanda çevredeki hava işleme ve hava sirkülasyon cihazlarına da bağlıdır. Solvent bazlı kürleme teknikleri kullanıldığında (bobin kaplama durumunda olduğu gibi), LEL'in altındaki fırınlardaki VOC konsantrasyonunun önemli bir hava girişi ile seyreltilmesi gerekir. VOC içeren havanın daha sonra yüksek sıcaklıkta oksitlenmesi gerekir. Kürleme bölümünün enerji dengesi, oksitleyicinin veriminin ve oksitleyicide serbest kalan fazla enerjinin yeniden kullanımının sonucudur.

Optimum konfigürasyon ve enerji kullanımı, hattın çalıştırıldığı ürün türüne, hattın programlanma şekline ve sıcak havanın yeniden kullanım derecesine bağlı olacaktır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Kararlı çalışma profilleri ve güvenilirlikleri, yüksek kaliteli kürlenmiş kaplamalar sağlayabilecekleri anlamına gelir.

Bobin kaplama endüstrisinde konveksiyonla kurutma durumu için Madde 6.4.4.1'e bakınız.

Çapraz ortam etkileri

Hava ısıtma ve dağıtımı için enerji gereklilikleri.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Hızlı hareket eden, kağıt ve plastik folyo ağlar gibi sürekli alt tabakalar veya içecek kutuları gibi küçük nesnelerin sürekli akışları için kullanılan kurutucularda, kurutma süresi saniye cinsinden ve kurutucunun uzunluğu santimetre cinsinden ölçülür. Sıcaklık değil, hava akışı çok önemlidir. Hava devridaimi yaparak enerji tasarrufu yapılabilir, ancak bu, yangın veya patlamayı önleme ve son üründe kokuyu önleme ihtiyacı ile sınırlıdır. Kurutucular alev, buhar, termal yağ veya elektrikle ısıtılır.

Solvent bazlı veya solventsiz tüm kurutmalı kaplama veya baskı malzemelerine uygulanabilir. Katman kalınlığı veya pigmentasyon konusunda herhangi bir sınırlama yoktur. Kaplanmış alt tabakanın geometrisi ilgili değildir; ancak, ısıya dayanıklı olmalıdır.

Konveksiyonlu kurutucular, su bazlı boya katmanlarının kurutulması, ön kurutma aşaması veya ıslak boya üzerinde ıslak boya katman yapıları için kullanılabilir. Genellikle plastik tamponların kaplanmasında, bobin kaplama işlemlerinde (aşağıya bakınız), ahşap ve mobilya boyamada, yapışkan bantların imalatında ve otomotiv endüstrisinde uygulanır.

Sıcak hava fırınları, bir bobin kaplama hattının en yaygın kürleme tekniğidir (ayrıca bk. Madde 6.4.4.1). İşlem penceresi büyüktür ve tekniğin verimliliği alt tabakaya bağlı değildir.

Basit sıcak hava fırınları, sıcaklık profilinin iyi bir şekilde kontrol edilmesini sağlayan üç ila altı bağımsız bölgeye sahip katener fırınlardır. Bu tür fırınların toplam uzunluğu hat hızına bağlıdır ve genellikle 25-50 metre aralığındadır.

Flotasyon fırınları, şeride çok yakın sıcak hava jetlerine dayanan alternatif bir tekniktir. Bu ünitelerin elektrik tüketimi katener fırınlara göre daha yüksek olmasına rağmen, flotasyon tekniği şeride verimli ısı aktarımı nedeniyle daha kısa kürleme sürelerini kolaylaştırır. Ayrıca fırında şerit kateneri yoktur. Bu nedenle, işlem penceresi normal konveksiyonlu fırınlara göre daha büyüktür ve fırınlar daha kompakttır.

Konveksiyonlu kurutucular, aşındırıcıların imalatında ve sargı tellerinin imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ekonomik yönler

Yatırım maliyeti açısından sıcak hava fırınları, alternatif kürleme tekniklerinden daha ucuzdur. İşletme maliyeti, büyük ölçüde ürün türüne, hattın programlanma şekline ve kürleme-yakma-devridaim sisteminin genel tasarımına bağlıdır.

Kurutma maliyetleri, otomotiv endüstrisinde boyama hattının toplam enerji maliyetlerinin %15-20'sine kadar çıkmaktadır.

30 kW kurulu elektrik yüküne ve 1500 m3/saat hava çıkışına sahip ahşap yüzeylerin kaplanmasında uygulanan 10 dakikalık bir konveksiyon kurutucu 2000 yılında 60 000 Euro'ya mal olmuştur. Elektrik kontrol ve taşıma ünitesi hariçtir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Yetenekte sınır yoktur ve 'normal' kürleme tekniği olarak kabul edilen iyi bilinen bir tekniktir.

Örnek tesisler

Bobin kaplama, sarma teli imalatı, metal ambalaj ve araç kaplama gibi çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [27, VİTO 2003] [4, Almanya 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.9 Temizleme teknikleri

[97, TWG 2006] [108, ESVOCCG 2006] [155, TWG 2016]

Temizlik faaliyetlerinin VOC emisyonları, özellikle kaçak emisyonlar ve diğer çevresel parametreler (örneğin atık üretimi) üzerinde önemli bir etkisi olabilir. Bu nedenle uygun temizleme tekniğinin (süreç ve temizlik malzemeleri) seçimi, tesisin genel çevresel performansı üzerinde bir etkiye sahiptir. Aşağıdaki bölümlerde, tanımlanan ana temizleme teknikleri tartışılmaktadır. Temizleme tekniklerinin seçiminin, işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile kısıtlanabileceğine dikkat edilmelidir.

17.9.1 Solvent bazlı temizlik maddelerinin kullanımının en aza indirilmesi

Açıklama

Temizleme ihtiyacının en aza indirilmesi ve aşağıdakileri özelliklere sahip temizleme yöntemlerinin seçilmesi:

- temizlenecek yüzeylere ve kirlilik tipine uygun;
- solvent bazlı temizlik maddelerinin tüketimini, atık oluşumunu ve emisyonları azaltan.

Ekipman parçalarının ve/veya alt tabakaların temizlenmesi için çeşitli seçenekler vardır [ACEA yorumu 347 [212, TWG 2018]]:

- yıkama makinesini kullanan (gerekirse tekrar tekrar);
- güçlü düşük uçucu solventlere sahip;
- güçlü solventler kullandıktan sonra veya aşındırıcı eklendikten sonra yüksek basınçlı suya sahip;
- ultrasonik temizlemenin kullanıldığı;
- kuru buz püskürtmenin kullanıldığı;
- akışkan yatak temizliği;
- sıcak kostik yıkama;
- buharlı temizleme.

Bu seçeneklerden bazıları aşağıdaki bölümlerde daha ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Çeşitli durumlarda (ör. erişilmesi zor ekipman, hassas ekipman) uçucu solventler kullanarak manuel temizlik gerekli olabilir, ancak otomatik temizleme seçeneklerinin uygun olduğu durumlarda yüksek VOC emisyonları nedeniyle genel olarak bundan kaçınılabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Doğru temizleme sisteminin seçilmesi solvent emisyonlarını azaltabilir. Kullanılacak temizleme teknikleri seçilirken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

1. Temizlik türü:

- Süreç ekipmanı temizliği. Tüm faaliyetlerde süreç ekipmanlarının temizliği yapılacaktır. Bu iki şekilde olur:
  - Operasyonel veya ara temizlik. Uygulama sisteminin düzenli aralıklarla temizlenmesi gereklidir, ör.
    - renk değişikliği ve kalite nedenleriyle;
    - püskürtme kabinlerinin temizliği;

- baskı işleri arasında.

o Bakım, periyodik veya derinlemesine temizlik. Birikmiş tortuları gidermek ve hızlı bir şekilde temizlenmesi daha zor olan ekipman parçalarını temizlemek için uygulama ekipmanının periyodik olarak iyice temizlenmesi gerekir. Bu genellikle bir miktar sökme gerektirir.

Kullanılan tekniğin türü, ekipmanın *yerinde* temizlenip temizlenmediğine veya tamamen veya kısmen sökülmesine bağlı olacaktır.

- Alt tabaka veya iş parçası temizliği. Boyama ve cilalama, alt tabakanın veya iş parçalarının gresi çıkarmak için temizlenmesi vb. gibi bazı faaliyetler için, kaplamadan önce kir çok önemlidir. Baskı gibi bazı faaliyetlerde gerekli değildir.

2. Kirlenme (kontaminasyon) türü:

- Süreç ekipmanı için:
  - Kalıcı olmayan kirlenme. Kirlenme tazedir, örneğin kurumaz, hala orijinal solventin bir kısmı mevcuttur veya kaplama reaksiyonu tamamlanmamıştır. Bu tür kirlerin çıkarılması kolaydır, örneğin manuel olarak (bk. Madde 17.9.4), kaplamada kullanılan orijinal veya benzer solventle, düşük uçucu solventlerle (bileşenlerin kurutulması ihtiyacına bağlı olarak, bk. Madde 17.9.5).), yıkama makinelerinde (bk. Madde 17.9.7), vb.
  - Kalıcı kirlenme. Bu, kurutulmuş solvent bazlı ürünler, UV veya diğer radyasyonla kürlenen ürünler, su bazlı veya reaktif (iki bileşenli) ürünler vb. olabilir. Uçucu solventlerle elle temizlik etkili değildir. Parçalar temizlenebilir, örneğin:
    - yıkama makinesinde (gerekirse tekrar tekrar), (bk. Madde 17.9.7);
    - düşük uçuculuğa sahip güçlü solventler ile (bk. Madde 17.9.5);
    - güçlü solventler kullandıktan sonra yüksek basınçlı su ile veya aşındırıcı katkı ile (bk. Madde 17.9.9);
    - ultrasonik temizleme kullanarak (bk. Madde 17.9.10);
    - kuru buz püskürtme kullanarak (bk. Madde 17.9.11).
- Alt tabakalar ve iş parçaları için kontaminasyon önceki işlemlere bağlıdır ve depolamadan kaynaklanan korozyonu, pres yağlarını, kesme, şekillendirme ve taşlamadan kaynaklanan kir ve döküntüleri, kullanımdan kaynaklanan parmak izlerini vb. içerebilir. Bu temizleme seçenekleri STM BREF [23, COM 2006]'da tartışılmaktadır. Bu sektörde, parçalar genellikle mendil veya bezlerle (bk. Madde 17.9.4) veya yüksek verim için su bazlı deterjan sistemlerinde (bk. Madde 17.9.6) elle temizlenir. Solventler, yıkama makinelerinde daha küçük bileşenler için kullanılabilir (bk. Madde 17.9.7). Ultrasonik veya kuru buz teknikleri de kullanılabilir (bk. Madde 17.9.10 ve 17.9.11).

3. Teknik ve/veya solvent seçimi. Kullanılan teknik ve/veya solvent:

- süreçte gerekli olan temizliğe sağlayabilmeli;
- temizlenen parçalarla uyumlu olmalı (ister alt tabakalar, ister iş parçaları veya ekipman parçaları olsun);
- süreç ve yüzey işlemleri ile uyumlu olmalıdır; örneğin, esnek ambalaj baskısında, yeni mürekkepler eklenmeden önce sistem tüm solventlerden arındırılmalıdır; diğer faaliyetlerde, temizleme sistemleri süreçle uyumlu olabilir ve kurutma gerekli olmayabilir;
- solvent emisyonunu azaltmalı;
- mevcut zamanı dikkate almalıdır; bazı durumlarda temizlik için ayrılan süre sınırlıdır; diğer durumlarda daha fazla zaman alan temizleme sistemleri kullanılabilir.

Bazı işlemlerde, bakım temizliği için ekipmanın sökülmesi ve bazı elle temizlik kaçınılmazdır. Operasyonel temizlik için otomatik sistemler kullanılabilir.

Bu bölümde tartışılan teknikler ile Madde 17.7.2'de (Malzemeye dayalı teknikler) tartışılan teknikler arasında örtüşmeler vardır. Burada tartışılan faktörler, iki bölümdeki olası tekniklerle birlikte Tablo 17.5'te özetlenmiştir. Gerekli temizliği elde etmek için teknikler de birleştirilebilir ve/veya tekrar edilebilir.

Tablo 17.5: Temizleme teknikleri ve seçeneklerinin uygulanabilirliğine ilişkin örnekler

Temizleme teknikleri		Süreç ekipmanı		Alt tabaka veya iş parçası
Madde	**Teknik**	**Kalıcı olmayan kirlenme**	**Kalıcı kirlenme**	
Bu madde	Temizliğin en aza indirilmesi	Evet	Evet	Evet
17.9.2	Püskürtme alanlarının ve ekipmanlarının korunması	Evet	Evet	No
17.9.3	Tam temizlikten önce katıların uzaklaştırılması	Evet	No	No
17.9.5	Düşük uçuculuktaki maddelerin kullanımı	Evet	Evet	Evet
17.9.6	Su bazlı temizlik	Evet	Evet	Evet
17.9.4	Emprenye edilmiş bezlerle manuel temizlik	Evet	No	Evet
17.9.7	Kapalı yıkama makineleri	Evet	Evet	No
17.9.8	Solvent geri kazanımı ile temizleme	Evet	No	No
17.9.9	Yüksek basınçlı su püskürtme ile temizlik	No	Evet	No
17.9.10	Ultrasonik temizleme	No	Evet	Evet
17.9.11	Kuru buz (CO_2) ile temizleme	No	Evet	Evet

Çapraz ortam etkileri

Geleneksel teknikleri değiştirmek, daha fazla enerji kullanımına, daha fazla atık suyun işlenmesine veya daha fazla atık üretilmesine neden olabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yukarıdaki Teknik açıklamaya ve Madde 17.9.2 ila 17.9.12'deki bireysel tekniklere bakınız. Temizlik tekniklerinin belirli endüstrilerde uygulanabilirliği de endüstriye özel bölümlerde tartışılmaktadır.

Ekonomik yönler

Alan ve tekniğe özel.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- İş sağlığı ve güvenliği.
- Kalite ve müşteri talepleri.

Örnek tesisler

Tüm tesiste temizlik yapılmaktadır.

Referans literatür

[108, ESVOCCG 2006] [212, TWG 2018]

17.9.2 Püskürtme alanlarının ve ekipmanlarının korunması

Açıklama

Aşırı püskürtmeye ve damlamaya, vb. duyarlı uygulama alanları ve ekipman (ör. püskürtme kabini duvarları ve robotlar), folyoların yırtılmaya veya aşınmaya maruz kalmayacağı kumaş örtüler veya tek kullanımlık folyolarla kaplanır.

Sağlanan çevresel faydalar

VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu teknik, temizlik ihtiyacını ve kullanılan temizlik malzemelerinin, özellikle solventlerin tüketimini en aza indirir.



Şekil 17.11: Bir kumaş örtü ile korunan mastik robot aplikatörü

Çapraz ortam etkileri

Kullanılan koruyucu kapaklardan atık oluşumu.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak püskürtme kaplamada veya sızdırmazlık maddelerinin/mumunun robot uygulamasının gerçekleştiği yerlerde, örneğin araçların seri kaplamasında uygulanabilir (bk. Şekil 17.11).

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Hammadde tasarrufu ve daha az sıklıkta temizlik.

Örnek tesisler

Tesis #146 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[181, COM 2017] [155, TWG 2016]

17.9.3 Tam temizlikten önce katı maddelerin uzaklaştırılması

Açıklama

Katı maddeler, (kuru) konsantre bir biçimde, genellikle elle, az miktarda temizleme solventinin yardımı ile veya olmadan uzaklaştırılır. Bu, sonraki temizleme aşamalarında solvent ve/veya su ile uzaklaştırılacak malzeme miktarını ve dolayısıyla kullanılan solvent ve/veya su miktarını azaltır.

Teknik Açıklama

Kaplama malzemesinin, boyanın veya mürekkebin ekipmandan mümkün olduğunca konsantre halde çıkarılması, solvent ve/veya su kullanılarak çıkarılacak malzeme miktarını azaltır. Madde 17.2.4'te açıklananlar gibi ham madde tasarrufu teknikleri kullanılabilir.

Ekipman parçaları solventler veya su bazlı deterjan sistemleri kullanılarak temizlenir. Kirlenmenin kalıcılığına bağlı olarak fırça, bez, aşındırıcı ped, el aletleri vb. ile fiziksel ovalama, kazıma veya yıkama yapılır. Solvent, küçük bir kaynaktan (örneğin testi), musluktan veya püskürtmeden (çeşme) veya açık banyolardan bez veya fırça ile uygulanır. Solventlerle önceden emprenye edilmiş bezler kullanılabilir (ayrıca bk. Madde 5.2.2.2, 6.4.3.4 ve 17.2.2).

Sağlanan çevresel faydalar

Sonraki temizleme aşamalarında azaltılmış solvent kullanımı ve VOC emisyonları.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu teknik, boşaltımdan önce ön işleme gerektirebilecek solvent, temizlik malzemeleri ve su kullanımını azaltır. Hammadde tasarrufu sağlayabilir.

Solventler kullanıldığında, VOC emisyonları aşağıdakiler ile kontrol edilebilir:

- Solvent miktarının sınırlandırılması (ör. önceden emprenye edilmiş bezler kullanarak bir testide kullanılacak miktarı ölçerek ve kısıtlayarak).
- Uçucu solventleri elle uygulamak ve harcanan solventin hemen kapalı bir kaba taşmasına izin vermek. Temizlenecek nesneye yakın iş istasyonunda hiçbir açık sıvı solvent yüzeyi açığa çıkmamalıdır. Bu aynı zamanda mesleki maruziyeti de azaltır. Gerektiğinde bir musluktan pompalanabilen veya tamburun üzerindeki kısmen kapalı bir çalışma alanında temizlenecek nesneye püskürtülebilen solvent içeren kapalı bir tamburdan oluşan ekipman mevcuttur. Fazla solvent (kaba filtrelerden geçerek) tambura geri döner. Solvent, solventin yüzeyinden pompalanır ve kirlerin çökmesi sağlanır. Solvent, artık kullanılamayacağı zaman geri dönüştürülebilir.
- Düşük uçuculukta solventlerin kullanılması (bk. Madde 17.9.5).

Çapraz ortam etkileri

Atık üretimi ve solventler kullanıldığında: solvent tüketimi, VOC emisyonları ve solvent/boya atığı.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir.

İşyeri sağlığı ve güvenliği kapsamında genellikle kullanımı sınırlandırılsa da, bazı elle temizlik durumları tüm sektörlerde neredeyse kaçınılmazdır.

Arıza süresini artırabilir. Ayrıca tehlikeli maddelerle personelin temasını artırabilir. İşyeri sağlığı ve güvenliği yoluyla bu tekniğin uygulanması sınırlanabilir.

Ekonomik yönler
Düşük maliyetlidir, ancak aksama süresini artırabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
- Düşük maliyetli.
- Sonraki temizleme adımları için solvent kullanımında tasarruf.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [5, DFIU ve ark. 2002] [27, VITO 2003] [180, COM 2017]

17.9.4 Önceden emprenye edilmiş bezlerle manuel temizlik

Açıklama
Elle temizlik için temizlik maddeleri ile önceden emprenye edilmiş bezler kullanılmaktadır. Temizlik maddeleri solvent bazlı, düşük uçuculukta solventler veya solventsiz olabilir.

Teknik Açıklama
Elle temizlemenin gerekli olduğu yerlerde yapışkan bezler (kuru, emprenye edilmiş, yapışkan bir bez) dahil olmak üzere temizlik maddeleriyle önceden emprenye edilmiş bezler kullanılır; bu, kullanılan solventlerin miktarını ve türünü sınırlar. Mendiller tek kullanımlık olabilir veya temizlik ve yeniden kullanım için geri dönüştürülebilir.

Sağlanan çevresel faydalar
- Asgari ve kontrollü solvent kullanımı,
- solvent emisyonlarının azaltılması,
- enerji, su ve hammaddelerde küçük tasarruflar.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
El emeği gereklidir. Solunum yoluyla veya deri yoluyla maruziyeti önlemek için işyeri güvenlik önlemleri dikkate alınmalıdır.

Çapraz ortam etkileri
Tek kullanımlık önceden emprenye edilmiş bezler durumunda, atık oluşumu.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Uygulanabilirlik işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir.

Ayrıca, işyerindeki sağlık ve güvenlik hususları, uygulanabilirliğini sınırlayabilir.

Ekonomik yönler
Düşük maliyetli.

Örnek tesisler
bobin kaplama ve uçak endüstrisinde kullanılır.

Referans literatür
[212, TWG 2018]

17.9.5 Düşük uçuculuktaki temizlik maddelerinin kullanımı

[78, TWG 2005]

Açıklama

Düşük uçuculuk ve yüksek temizleme gücüne sahip organik solventlerle manuel veya otomatik temizleme.

Teknik Açıklama

Kaplama genellikle en kolay çözünür veya orijinal solventlerde yeniden süspanse edildiğinden, zor temizleme işlerine yardımcı olmak için ara sıra geleneksel düşük parlama noktalı temizlik maddelerinin kullanılması gerekli olacaktır. Bunların küçük bir miktarının (ör. toplamın %5'i kadar) stokta tutulması gerekecektir.

Solventlerin buharlaşma hızı, temizleme faaliyeti ve kontamine mendillerin daha sonraki depolanması sırasında buharlaşacak solvent miktarını belirler (standart bir test kullanılabilir: DIN 53170[49]). Düşük uçuculuktaki temizlik maddeleri aşağıdaki alt sınıflara ayrılır:

a) > 40 °C parlama noktası;
b) > 55 °C parlama noktası;
c) > 100 °C parlama noktası (yüksek kaynama noktalı solventler, HBS);
d) bitkisel temizlik maddeleri (VCA);
e) güçlü uçucu olmayan solventler.

Geleneksel solventlerin buharlaşma hızı, > 40 °C parlama noktasına sahip solventlerin buharlaşma hızından önemli ölçüde yüksektir. Sonuç olarak, orta parlama noktalı solventler kullanılarak temizlik sırasında buharlaşma azaltılabilir. Bu solventler, uçucu temizlik maddelerinden daha az uçucu temizlik maddelerine geçiş yaparken bir ara adım olarak faydalı olabilir.

Parlama noktası 55 °C'den fazla olan solventlerle karşılaştırıldığında, geleneksel solventlerin buharlaşma hızı yaklaşık 100 kat daha yüksek olabilir. Sonuç olarak, yüksek parlama noktalı solventler kullanılarak temizlik sırasında buharlaşma önemli ölçüde azaltılabilir.

Parlama noktası > 100 °C olan temizlik maddelerine yüksek kaynama noktalı solventler (HBS) de denir. Bunlar, parlama noktası > 55 °C olan solventlerden bile daha az buharlaşma (neredeyse sıfır) gösterir.

Parlama noktası > 100 °C olan temizlik maddeleri grubuna bitkisel temizlik maddeleri (VCA'lar) dahildir. İlk nesil VCA'lar, oldukça kalın ve işlenmesi zor olan basit rafine bitkisel yağlardır. Mevcut VCA nesli, farklı doygunluk derecelerine (iyot sayıları) ve yağ asidi içeriğine (asit sayıları) sahip farklı yağ asitlerinin mono-esterleridir. Özellikle VCA'lar ile kullanılmak üzere yapılmış otomatik temizleme sistemleri mevcuttur.

Güçlü solventler, genellikle temizlikte, güçlü bir solvent eyleminin gerekli olduğu yerlerde kullanılabilir. Bunlar, halojenli solventlerin yerini alabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Avantajlar arasında, kullanım sırasında ve ayrıca kullanılmış solventlerin ve temizlik malzemelerinin depolanması sırasında havaya salınan emisyonların azaltılması ve tehlikeli atık üretiminin azaltılması yer alır. Solventle zenginleştirilmiş havadan toprak kontaminasyonu riski de azalır.

Daha az solvent buharlaştıkça solvent kirlenme ile temas halinde kalır ve solvent tüketimi azalır.

[49] DIN 53170: Boyalar ve vernikler için solventler – buharlaşma hızının belirlenmesi, Alman Standardizasyon Enstitüsü.

Havaya VOC emisyonlarının azaltılması başlangıçtaki duruma bağlıdır: parlama noktası < 21 °C olan solventlerin değiştirilmesi yaklaşık %90'lık bir azalma sağlayabilir; 21-55 °C parlama noktasına sahip solventlerin ikame edilmesi, yaklaşık %50'lik bir azalma ile sonuçlanabilir.

Bitkisel temizlik maddeleri (VCA'lar) yenilenebilir bir kaynaktan yapılır ve bu nedenle sera gazı nötr olarak kabul edilecektir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Daha yüksek parlama noktalı solventler, temizlemede geleneksel solventler kadar etkili ve verimli olmayabilir ve temizlik daha fazla zaman gerektirecektir, ancak daha fazla deneyimle, sonuçlar bazı durumlarda kabul edilebilirdir.

Düşük uçuculuktaki maddelerin sağlık ve güvenlik ile çevresel etkilerini dikkate almak önemlidir (bk. Madde 17.6.1). Örneğin, bazen çok düşük OEL'ler meydana gelir, örneğin etil asetat için 150 ppm'ye karşı 1 ppm veya 2 ppm. Bazı VCA'ların muhtemelen %15'e kadar solvent veya toksik içerik içerdiği bildirilmiştir (bunlar daha fazla tanımlanmamasına rağmen). Açıkçası, bu tür VCA'lar herhangi bir çevresel değer veya sağlık ve güvenlik koruması sağlamayabilir. Bu maddede tartışılan VCA kullanımı; solvent ve toksik içeriğe sahip olmayan VCA'ları esas almaktadır.

Oda sıcaklığında kullanıldığında, düşük uçuculuğa sahip güçlü solventlerin emisyonu yoktur ve sınırlı sağlık ve güvenlik ekipmanı gereklidir. Bununla birlikte, etkinliklerini artırmak için daha yüksek bir sıcaklıkta kullanıldığında bu avantajlar ortadan kalkabilir.

Alternatif temizlik maddesi aşağıdaki kriterleri karşıladığında avantajlar sağlanır:

- önemli ölçüde daha düşük mesleki maruziyet sınırı veya diğer toksikolojik etkilerin olmaması;
- solventteki değişikliğin, ısıtma gerektirmemesi;
- solventin, yüksek basınçlı (HP) hava ile zorla buharlaştırılarak kurutulmaması.

N-metil-2-pirolidon (NMP, güçlü, uçucu olmayan bir solvent) artık bir CMR maddesi olarak sınıflandırılmıştır.

HBS ile temizlik, suyla gerçekleştirilen bir temizleme sonrası adımı gerektirir. HBS normalde su ile seyreltildiği için su tüketimi ve atık su deşarjı da artacaktır. Su-HBS karışımları filtreleme uygulanarak işlenebilir, ardından HBS yeniden kullanılabilir ve su kalıntısı normal olarak kanalizasyon sistemine boşaltılabilir.

Uçucu temizlik maddelerinin kullanılmasının gerekebileceği durumlara ilişkin bazı örnekler şunlardır:

- nemlendirme silindirlerinin temizlenmesi;
- bakım;
- UV ile kürlenen mürekkeplerin temizlenmesi;
- zorlu renk değişiklikleri.

Zeminleri temizlemek için daha düşük uçuculuk/daha yüksek parlama noktasına sahip alternatif solventler kullanıldığında, bu solventler (tanım gereği) hızla buharlaşmaz ve bu nedenle zemini kaygan bırakır. Bu nedenle zeminleri bazen az miktarda uçucu solventlerle kurutmak gerekir [97, TWG 2006].

Çapraz ortam etkileri

Baskıda, ara temizlikten sonra temizlik maddelerinin kaybolması daha uzun sürdüğü için kağıt kayıpları artabilir ve bu da gövdenin kırılmasına neden olabilir.

Buharlaşan solvent ne kadar az olursa, işlenecek veya bertaraf edilecek atık olarak o kadar fazla kalabilir. HBS ve VCA'lar ile temizlik, su ile gerçekleştirilen, artan su tüketimi ve atık su tahliyesi sonrası bir temizleme adımı gerektirir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir.

Belirli bir uygulama için düşük uçuculukta bir solvent seçilmeden önce, yanlış seçilmiş bir temizleme solventi kimyası nedeniyle yetersiz temizleme sonuçlarından kaçınmak için testlerle değerlendirilmelidir.

Bu solventler elle ve otomatik temizlemede uygulanır. Bunlar, genellikle doğru kurutma hızına ulaşmak için VCA'lar ve yüksek parlama noktalı solventlerin (55-100 °C) karışımlarının kullanıldığı kurutmalı web ofset baskıda uygulanır.

Ofset baskı tesislerinde otomatik temizleme sistemlerinin kullanıldığı baskı sektöründe, VCA kullanımına karşı üreticilerin herhangi bir itirazı olmadığı teyit edilmelidir. Bu ürünlerin kullanımından dolayı bazı otomatik sistemler zarar görebilir. 1996'dan önceki otomatik sistemler, özellikle dozlama ve püskürtme sistemlerinde bazı uyarlamalar gerektirebilir. Bazen contaların değiştirilmesi gerekir.

HBS veya VCA'ların uygulanması, geleneksel solventlere kıyasla farklı bir çalışma yöntemi gerektirir. HBS veya VCA'ların uygulanmasının sonuçları bu nedenle değişkendir; ancak, genellikle sonuçlar olumludur. Bu çoğunlukla preslerin elle temizlendiği durumdur. Ancak, eğitim ve deneyim yardımcı olur.

VCA'lar tabaka beslemeli ofset tesislerinde uygulanabilir. Kurutmasız ve kurutmalı web ofset baskı işlemlerinde sadece baskının son temizliğinde kullanılır. Bunun nedeni, baskı sırasında durulama suyunun kağıt ağı kolayca kırabilmesidir. Danimarka'da yapılan bir araştırma, tabaka beslemeli ofset matbaacıların yaklaşık %65'inin VCA'ları düzenli olarak kullandığını, yalnızca kurumuş mürekkebi çıkarmak gerektiğinde uçucu solventler kullandığını göstermiştir. Bu tesislerde VCA'ların tüketimi, kullanılan tüm solventlerin yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır. Diğer raporlar, örneğin Hollanda, bu temizlik maddelerinin kurutmalı web ofset baskıda ve her zaman tabaka beslemeli baskıda geçerli olmadığını göstermektedir. Ayrıca, kurutmalı web ofset baskıda HBS ve VCA'lar arasındaki emisyon farkının, ekstra maliyetleri ve kaybedilen zamanı gerekçelendiremediği de bildirilmektedir.

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda, çok kalıcı kontaminasyonu gidermek için yüksek parlama noktalı solventler genellikle küçük miktarlarda kullanılır. Bununla birlikte, temizleme makinelerinin günlük temizliği için, henüz başarılı olmayan bazı deneyler yapılsa da, bu yüksek parlama noktasına sahip temizlik maddeleri yaygın olarak kullanılmamaktadır.

VCA'ların kullanımları, toksikolojisi ve diğer çapraz ortam etkileri bilinenlerle sınırlandırılmalıdır. VCA solventleri, otomotiv endüstrisinde ve plastik yüzey kaplama endüstrisindeki su bazlı boya formülasyonlarının çoğu için uygun olmayabilir ve bu VCA'ların uygulanması, istenen döngü süresine göre temizleme verimliliği dikkate alınarak incelenmelidir.

Ekonomik yönler

Baskıda, temizleme daha fazla zaman gerektirebileceğinden ve baskı süresi çok pahalı olduğundan, baskı süresi gerçekten kaybedilirse, daha düşük uçuculuktaki solventlerin kullanımı hızla aşırı derecede pahalı hale gelir. Örneğin, solventin daha yavaş buharlaşması nedeniyle üretim süresindeki kayıp, kurutmalı web ofset baskıda (2006 verileri) saatte 1 000 Euro'nun üzerinde maliyetleri kolayca artırabilir.

Güçlü uçucu olmayanlar: Bunlar geleneksel solventlerden daha pahalıdır.

VCA'lar: Genellikle VCA'lar, geleneksel temizlik maddelerinden dört kat daha pahalıdır.

Bununla birlikte, sabit bir örtü yüzeyini temizlemek için gereken VCA'ların hacmi, geleneksel temizlik maddelerinin hacminin yarısıdır. Genel olarak, bu teknik kendi kendini finanse eder; ancak aşağıdaki koşulların dikkate alınması gerekir (örneğin baskı endüstrilerinde):

- eski tesislerde otomatik temizlik için güçlendirme maliyetleri yüksek olabilir;
- modern otomatik temizleme üniteleri, hala yüksek uçuculukta solventler kullanıyorlarsa, temizleme döngüsü başına yalnızca birkaç ml kullanılır;
- Temizleme döngüsü başına üretim süresindeki küçük bir kayıp bile bu tekniği, yayılmayan EUR/kg olarak ifade edildiğinde çok pahalı hale getirir.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılır, ancak her durumda geçerli değildir.

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [11, InfoMil 2003] [12, Netherland 1996] [14, Aminal ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [19, Avusturya 2003] [78, TWG 2005] [97, TWG 2006] [116, ESIG 2005] [212, TWG 2018]

17.9.6 Su bazlı temizlik

Açıklama

Su bazlı deterjanlar veya alkoller, glikoller veya aminler gibi suyla karışabilen solventler kullanan temizleme sistemleri.

Teknik Açıklama

Su bazlı temizleme, deterjan sistemlerine dayalı su bazlı temizleme veya yağ giderme teknikleri kullanılarak kazanlarda sürekli olarak kullanılabilir. Aynı zamanda, sonraki su bazlı işleme tekniklerine yönelik alt tabakaları veya iş parçalarını temizlemek için de kullanılır, örneğin bk. Madde 17.7.1. Su bazlı sistemler, aynı zamanda, parça bazında veya yıkama makinelerinde, atomizörler ve süreç hatlarının, ekipmanın ve altyapının temizlenmesi için işleme aletlerinin toplu olarak temizlenmesi için de kullanılabilir (ayrıca bk. Madde 17.9.7, 17.9. 8 ve 17.9.9).

Alt tabakalara ve çıkarılacak malzemelere bağlı olarak deterjanların alkaliler (çoğunlukla aminler) ve diğer maddelerle birleştirilmesine dayanan bir dizi kimyasal sistem kullanılmaktadır. Bunlar ve ilgili bakım seçenekleri STM BREF [23, COM 2006]'de tartışılmaktadır.

Su bazlı boyalara sahip boya besleme hatları ve ilgili uygulama ekipmanları (püskürtme çanları veya tabancaları), %10 ila %15 bütilglikol-su karışımıyla veya yüzde 1'e kadar organik solventler içeren sulu bir durulama ortamıyla temizlenebilir [ACEA yorumu #505 [212, TWG 2018].

Sağlanan çevresel faydalar

Azaltılmış solvent tüketimi ve kaçak VOC emisyonları.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bileşenleri temizlemek, solvent bazlı teknikleri kullanmaktan daha uzun sürebilir ve temizleme tesisi gereklidir. Alternatif uygulamalar (ör. solventle emprenye edilmiş bezler) sadece bir temizleme istasyonu gerektirebilir.

Solvent içeriği önemli ölçüde azaltılabilirken, su bazlı temizleyicilerin %15'e kadar solvent içerebileceğine dikkat edilmelidir.

Çapraz ortam etkileri

Kurutma aşaması/fırın gereklidir ve bu nedenle işlem ek ısıtma gerektirebilir. Su kullanımı meydana geldikçe, üretilen atık suyun daha sonra işlenmesi gerekebilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir (ör. 2K veya UV ile kürlenen kaplamalar zorlu kabul edilir).

Su bazlı boyaların kullanıldığı otomotiv sektöründe su bazlı temizlik maddeleri kullanılmaktadır. Tamponlar, yan aynalar, ön çamurluklar vb. dahil olmak üzere çeşitli plastik parçalar için geçerlidir.

Bu teknik aynı zamanda fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı endüstrisinde de kullanılmaktadır.

Ekonomik yönler

Geleneksel solventten daha pahalıdır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Emisyon konsantrasyonlarının en aza indirilmesi ve kalite nedenleriyle.

Örnek tesisler

Tüm VW fabrikalarında astar ve baz kat olarak su bazlı temizlik maddeleri kullanılmaktadır. Yüzeylere dayalı durulama ortamı örnekleri: Tesis #046, Tesis #045, Wrzesnia. Flekso sektörü için: [155, TWG 2016]'daki Tesis #014.

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [183, ACEA 2017] [197, FPE 2017] [212, TWG 2018] [155, TWG 2016]

17.9.7 Kapalı yıkama makineleri

Açıklama

Kapalı yıkama makinelerinde baskı makinesinin/makine parçalarının otomatik toplu temizliği/yağdan arındırılması. Bu, aşağıdakilerden biri kullanılarak yapılabilir:

a) organik solventler (uçucu organik bileşen azaltımı ve/veya kullanılmış solventlerin geri kazanımı ile bağlantılı hava çıkarımı ile) veya
b) VOC içermeyen solventler veya
c) alkalik temizleyiciler (harici veya dahili atık su işlemeli).

Teknik Açıklama

Bu, toplu olarak bileşenlerle yüklenen kapalı bir makinedir. Bileşenler, kaplanacak iş parçaları veya bakım sırasında veya siparişler arasında temizlenecek süreç makine parçaları olabilir.

Makine; parçaları (i) batırma, (ii) püskürtme veya (iii) bileşenler üzerinde yoğunlaşan düşük kaynama noktalı solventin buhar fazı ile temizlemek için kullanılan temizleme malzemesini (VOC içeren solventler, VOC içermeyen solventler veya alkalik temizleyiciler) içerir, bu nedenle bileşenlerin üzerine her zaman temiz solvent bırakır. Solvent bazlı olduğunda solventler muhafaza edilir ve yeniden kullanım için toplanır. Solvent genellikle ısıtılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent emisyonları, kontrolsüz temizlemeye kıyasla önemli ölçüde azalır.



Şekil 17.12: Kapalı otomatik yıkama makinesi

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Havalandırmadan kaynaklanan VOC emisyonu, bunları tesisteki gazdan arındırma sistemine yönlendirerek önemli ölçüde azaltılabilir (ör. termal oksidasyon veya aktif karbon üzerinde adsorpsiyon).

Bazı zor tortulaşma veya kalıcı kontaminasyon vakaları, halojenli olmayan solventlerin aynı performansa sahip olmadığı durumlarda halojenli solventlerle çıkarılmasını gerektirebilir. Bu solventler, havalandırmalı solventlerin işlenmesi yle tamamen kapalı sistemlerde kullanılacaktır. IED'nin 57. Maddesi, bu maddelerin mümkün olan en kısa sürede değiştirilmesini ve ilgili bir ELV'nin uygulanmasını gerektirmektedir (Ek VII).

Çapraz ortam etkileri

Parçaları tutan makinenin kabı, içerikler çıkarılmadan önce solvent buharlarının havalandırılmasını gerektirir. Bu havalandırılan buharlar bazen havaya salınır.

Solventin pompalanmasında enerji kullanılır.

Adsorpsiyon sistemleri kullanılıyorsa aktif karbon kullanılır ve karbonun yenilenmesi veya atık olarak atılması gerekir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği. IED, bazı halojenli solventler için özel ELV'ler belirler.

Örnek tesisler

Birçok endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[108, ESVOCCG 2006] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.9.8 Solvent geri kazanımı ile arındırma

Açıklama

Tabancaları/aplikatörleri ve renk değişimleri arasındaki çizgileri temizlemek için kullanılan solventlerin toplanması, saklanması ve mümkünse yeniden kullanılması.

Teknik Açıklama

Solvent, çapraz bulaşmayı önlemek için tabancaları/aplikatörleri ve renk değişimleri arasındaki çizgileri temizlemek için kapalı bir sistemde kullanılır. Arındırma ve temizleme solventi toplanır, depolanır ve mümkünse yeniden kullanılır.

Solventle temizleme, çapraz kontaminasyonu önlemek için atomizörleri, tabancaları/aplikatörleri, giriş/çıkış çift kapılı sistemleri, taşıma araçlarını ve renk değişimleri arasındaki çizgileri temizlemek için kullanılır. Ekipman ve kabinleri temizlemek için temizleme solventi kullanılır. Tasfiye ve temizleme solventi toplanabilir, saklanabilir ve solvent besleme stoğu olarak yeniden kullanılabilir veya imha edilebilir. Geri dönüştürülmüş solventlerin tümü, örneğin artık su içeriği nedeniyle, daha sonra tüm işlemler için kullanılamaz. Bazı modern tesisler, kullanılmış temizlik maddeleri için bir geri kazanım tesisi ile donatılmıştır.

Temizleme solventlerinin geri kazanılmasını içeren modern boya tedarik ekipmanı yaygın olarak uygulanır. Temizleme maddelerinin uygulama ekipmanından depolama tanklarına borularla aktarılmasıyla geri kazanım sağlanır.

Sağlanan çevresel faydalar

Genellikle temizleme ve tasfiye solventlerinin çoğu yeniden kullanım için geri kazanılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

İki bileşenli malzemelerle ilgili olarak, sıklıkla alım tankı borularının tıkanmasına neden olan sorunlar bildirilmektedir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir. Bu teknik çoğunlukla solvent bazlı temizleme işlemleri için kullanılmaktadır, ancak sonradan donatılması pahalıdır.

Ekonomik yönler

Otomotiv endüstrisinde, tipik bir solvent geri kazanım sistemi, 2004 yılında kurulacak boya kabini başına 0,4 milyon Euro'ya mal olmuştur.

Azaltılmış solvent tüketimi ve azalan miktarda tehlikeli atık nedeniyle bir tasarruf sağlanacaktır. Büyük tesislerde, tasarruflar yaklaşık olarak yatırımdan daha ağır basacaktır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Solvent geri dönüşümü ve VOC emisyonunun azaltılması.

Örnek tesisler

Teknik, otomotiv endüstrisinde standart bir uygulamadır ve diğer sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [5, DFIU ve ark. 2002] [26, CITEPA 2003] [32, ACEA 2004], [38, TWG 2004] [212, TWG 2018]

17.9.9 Yüksek basınçlı su püskürtme ile temizlik

Açıklama
Pres/makine parçalarının otomatik toplu temizliği için yüksek basınçlı su püskürtme ve sodyum bikarbonat sistemleri veya benzerleri kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar
Avantajlar arasında solvent emisyonlarının azaltılması yer alır. Alttaki boya fazla püskürtme azaltma sistemlerine sahip boya kabinlerinde zemin ızgaralarının yıkanması, optimum aşağı çekişin korunmasını sağlar ve azaltma verimliliğinde bir azalmayı önler [ACEA yorumu #365 [212, TWG 2018]].

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Otomotiv sektöründe, kostik daldırma işleminden sonra ekipman parçalarının suyla yıkanmasında ve zemin ızgaralarının ve taşıyıcıların düzenli olarak temizlenmesi için (püskürtme kabini ile venturi yıkayıcı arasındaki zemin ızgaralarının düzenli olarak temizlenmesi) için kullanılır. 40 bar ila 250 bar hidrostatik basınçta yüksek basınçlı temizlemeye izin verilir. Su jetinin yüksek basıncı (40-250 bar) nedeniyle araç gövdeleri yüksek basınçlı temizleme ile temizlenmez. Bununla birlikte, düşük basınçlı (5-20 bar) püskürtmeli temizleme standarttır ve genellikle daldırma temizleme işlemine entegre edilmiştir [ACEA yorumu #365 [212, TWG 2018]].

Çapraz ortam etkileri
Su tüketimi artar ve yüksek basınçlı püskürtmeli yıkama kullanılarak en aza indirilebilse de daha fazla atık su üretilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Uygulanabilirlik işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir. Bu teknik, fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda kullanılan sıyırıcı bıçakların, silindirlerin ve aniloks silindirlerinin derinlemesine temizliği için kullanılır. Yüksek basınçlı suya sodyum karbonat eklenir. Ayrıca bobin kaplama tesisleri tarafından da bildirilmiştir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İşyeri sağlığı ve güvenliği ve azaltma verimliliğinin sürdürülmesi.

Örnek tesisler
Çeşitli sektörlerde kullanılır; bobin kaplama için: [155, TWG 2016]'daki Tesis #105.

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [38, TWG 2004] [212, TWG 2018] [155, TWG 2016]

17.9.10 Ultrasonik temizleme

Açıklama
Yapışmış kirleri gevşetmek için yüksek frekanslı titreşimler kullanarak sıvı içinde temizleme.

Teknik Açıklama
Ultrasonik temizleyici, bir sıvı (genellikle su bazlı deterjanlar) aracılığıyla, yani saniyede yaklaşık 20 000 ila 100.000 devir arasında değişen yüksek frekanslı titreşimler üretir. Titreşimler, sıvıda mikroskobik kabarcıklar oluşturur ve daha sonra sıvıya batırılan nesnelere çökerek bir temizleme eylemi oluşturur.

Su bazlı karışımın sıcaklığı 40 °C ile 60 °C arasındaysa temizleme performansı iyileştirilebilir [PT yorumu #3 [212, TWG 2018]].

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent bazlı temizlik maddeleri kullanılmaz ve VOC emisyonları ortadan kaldırılır. Bununla birlikte, bazen VOC içeren solventlerle küçük bir temizleme sonrası işlemi gerekli olabilir.

Çapraz ortam etkileri

Gürültü seviyeleri artabilir. Ve su bazlı karışımı ısıtma ihtiyacından dolayı enerji tüketimi artabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik işlemin türü, temizlenecek alt tabaka veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir.

Teknik, silindirlerin ve aniloks silindirlerinin derinlemesine temizlenmesi için fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda uygulanır.

Ultrasonik titreşimlerden zarar görebilecek yüzeyler ve parçalar için geçerli değildir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Referans literatür

[8, İskandinav Bakanlar Kurulu 1998] [23, COM 2006] [38, TWG 2004] [212, TWG 2018]

17.9.11 Kuru buz (CO_2) ile temizleme

Açıklama

CO_2 talaşları veya kar ile püskürtme yoluyla makine parçalarının ve metalik veya plastik alt tabakaların temizlenmesi.

Kurutulmuş boya veya mürekkep, kuru buz peletleri ile püskürtülerek temizlenebilir. CO_2 kar kullanarak temizlik için bk. Madde 17.9.11.1.

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent emisyonları tamamen önlenir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Diğer parçalara zarar gelmemesi için makinenin temizlenecek parçalarının tamamen yalıtılması gerektiğinden hazırlık çok zaman alır.

Çapraz ortam etkileri

Püskürtme enerji gerektirir ve gürültü (tesis içi) ve çıkarılmış boya veya mürekkepten toz oluşturur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Teknik, genellikle makine parçalarının sökülmesi söz konusu olduğundan, günlük temizlik işlemlerinden ziyade bakım temizliği için yaygın olarak uygulanabilir.

Baskıda, teknik, baskı makinelerinin parçalarında çok kalıcı kirlenmeden kurtulmak için kullanılır. Toluen veya özel solvent karışımlarının normalde temizleme solventi olarak kullanıldığı yayın rotogravür ve kurutmalı web ofset baskı tesislerinde periyodik yoğun temizlik için birkaç ayda bir uygulanır.

Kuru buz temizliği, daha fazla kaplamadan önce plastik parçalar için ön işlemde iyi bir şekilde oluşturulmuştur. Püskürtme kabinindeki kirli püskürtme ekipmanlarının temizlenmesi için CO_2 temizleme işlemi henüz geliştirilmemiştir [ACEA yorumu # 440, [212, TWG 2018]].

Ekonomik yönler
Maliyetler, geleneksel temizleme teknikleriyle karşılaştırılabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Teknik, Avrupa çapında fleksografi ve yayın dışı rotogravür, yayın rotogravürü ve kurutmalı web ofset baskı tesislerinde kullanılmaktadır. Plastik yüzeylerin kaplama öncesi ön işlemlerinde de kullanılır.

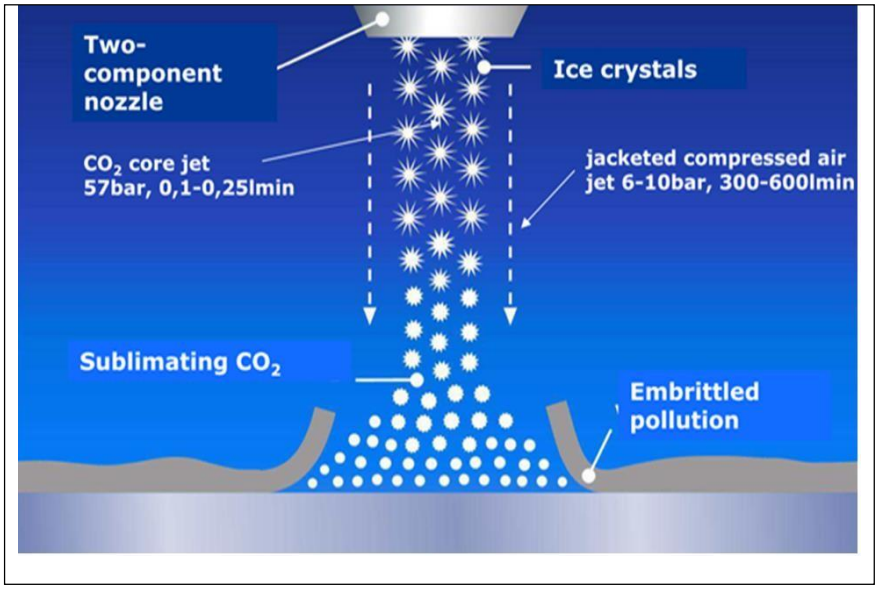
Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [23, COM 2006] [38, TWG 2004] [212, TWG 2018]

17.9.11.1 CO_2 kar ile temizleme

Açıklama

Bir robota monte edilmiş aplikatör (meme dizisi) ile hızlandırılmış CO_2 kar kullanılarak yüzey temizliği.

Teknik Açıklama
Sıvı CO_2, memeden basınç altında geçer ve memenin arkasındaki genleşme nedeniyle soğur. CO_2 buz kristalleri hava ile hızlandırılır (aşağıdaki Şekil 17.13'e bakınız).



Şekil 17.13: Sıvı CO2 boşaltımı

Buz kristalleri temizlenecek yüzeyle çarpıştığında açığa çıkan enerji, tozu ve diğer kirleri temizler.

CO_2 kar ile temizleme tesisi aşağıdaki bileşenlerden oluşur:
- uygulama ekipmanı ile donatılmış altı veya yedi eksenli robot:
- robot gövdesine Kol 1 ve Kol 2 arasında kurulu işlem valfleri;
- robot el eksenine monte edilmiş aplikatör (meme dizileri);
- robot bölgesi dışındaki uygulama kabini:
  - CO2 ile soğutucu;

- hava filtresi cihazı;
- robot kumanda kabini;

- CO_2 tankı, kompresör ve soğutma sisteminden oluşan CO_2 besleme sistemi.



Şekil 17.14: (a) Aplikatör robotu, (b) Yüksek basınçlı CO_2 tankı, (c) Düşük basınçlı CO_2 tankı

Sağlanan çevresel faydalar

- Daha düşük enerji kullanımı.
- Kurutucu gerekmez, enerji tüketimi azalır.
- Su/kimyasal madde kullanımı yoktur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu teknik, basınçlı yıkama ön işleme ve su kurutucu fırının yerini alır.

Daha az bakım:

- kimyasal dozlamaya gerek yoktur;
- robot kullanımı nedeniyle iyi erişilebilirliğe sahip esnek sistem;
- uygulama robotlarıyla aynı işlem;
- uygulama robotlarıyla aynı yedek parçalar.

Süreç avantajları:

- su/kimyasalların kullanılmaması;
- sadece birkaç işlem parametresinin ayarlanması gerekliliği;
- sudan kaynaklanan yüzey hatalarının giderilmesi.

Gerekli çalışma ortamı:

- ses geçirmez kabin tasarımı (kabin dışındaki gürültü seviyesi):< 75 dBA, memelerdeki gürültü seviyesi yaklaşık 105-110 dBA);
- konveyörün altındaki hava dönüş plenumu;
- kabinde havalandırılmayan alanların olmaması;
- emniyetli kabin kapıları ve kabin girişi;
- kabinin çalışması düşük basınçta olmalıdır;
- kabin içindeki CO_2 konsantrasyonunu korumak için kullanılan, kabin giriş ve çıkışında taze hava kanadı;

- MAK (işyerinde izin verilen azami konsantrasyon) değerleri, CO_2 sensörleri, kategori 3, yedekli kabin içinde ve dışında kontrol edilmelidir:
  - hava aşağı akış hızı: 0.4-0.5 m/s;
  - temiz hava miktarı: yaklaşık % 2025;
  - sıcaklık: > 20 °C;
  - bağıl nem: maks. %55;
  - temizleme bölgesinden sonra iyonizasyon portalları.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Teknik, plastik parçaların temizliğinde ve genel endüstriyel bileşenlerin temizliğinde uygulanır.

Bazı kalıntılar kar temizleme ile giderilemez; bu nedenle aşağıdaki ön koşulların karşılanması gerekir:

- parçaların açık havada depolanmaması;
- parça üzerinde parmak izi, gres, yağ, kalıp ayırıcı maddeler ve diğer güçlü yapışkan kir/artık olmaması;
- kalıplama işlemi ile boyama arasındaki kısa süre;
- tüm boya hattı için temiz oda ilkesi.

Ekonomik yönler

- Güçlendirme için yatırım maliyeti.
- Malzeme ve enerji tasarrufu nedeniyle maliyet düşüşü.
- Daha yüksek ilk çalıştırma (sudan kaynaklanan yüzey hatası yok).

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Yüksek kaliteli, tampon yüzeyinde su lekesi olmaması. Sudan kaynaklanan yüzey hatalarının giderilmesi.
- Birim başına maliyetin azaltılması.
- Üfleme bölgesi gerekli değildir.
- Ayak izinin azaltılması. Temizlik robotu için sadece bir kabin. Soğutma bölgesi gerekli değildir.

Örnek tesisler

Rehau Viechtach, Almanya, 2008.
Plastic Omnium, Gliwice, Polonya,
2012. Rehau Györ, Macaristan, 2013.
Volkswagen Wolfsburg, Almanya, 2013.
Rehau, Port Elizabeth, Güney Afrika, 2009 ve 2013.
Plastik Omnium, Meksika.
Plastik Omnium, Chattanooga, ABD.

Referans literatür

[190, ESVOC 2017] [212, TWG 2018]

17.9.12 Plastik kumlama ile temizlik

Açıklama

Panel jigleri ve gövde taşıyıcılarındaki fazla boya birikimi, plastik parçacıklarla kumlama yapılarak giderilir.

Teknik Açıklama

Jiglerin boyutuna ve kirlilik düzeyine bağlı olarak optimum temizlik elde etmek için belirli püskürtme basınçları ve meme boyutları ile jigler için özelleştirilmiş bilyeli kumlama kabinleri kullanılır.

Boya arabaları ve hurda boyalı tampon parçaları gibi daha büyük ekipmanlar için özelleştirilmiş bir bölme gereklidir.

Ayrıca uçak veya diğer metal ve plastik yüzeylerden kaplamanın çıkarılmasında da kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Daha önce gerekli olan tehlikeli temizlik kimyasallarının kullanımının ortadan kaldırılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

- Temizleme yönteminde zararlı kimyasallar kullanılmaz.
- Üretim ekipmanı ve araçlarının ömrünü uzatır.
- Boyanın çıkarılmasına ve ardından yeniden püskürtmeye izin vererek, hurda plastik boyalı parçaları en aza indirme potansiyeli.
- Yeniden boyamaya izin vermek için hurda plastik tamponlarda denenecek.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bilyeli kumlama için birkaç başka malzeme de düşünülmüştür. Bunlara metal, kum ve cam dahildir. Hepsi çok aşındırıcıdır ve birkaç temizlemeden sonra jiglere zarar vermiştir.

Diğer temizleme teknolojileri de dikkate alınmıştır:

- Sulu bir enerji ultrasonik tankı, 2K'lık bir vernik katını parçalayamamıştır.
- 450 °C'ye ısıtılmış kum içeren yalıtılmış bir reaktör, işlemin aşındırıcı niteliği nedeniyle hasara neden olmuştur.

Ekonomik yönler

- %50 oranında azaltılmış temizlik maliyeti.
- Bilyeli kumlama ekipmanı satın almak için ilk maliyet yatırımı ve daha büyük gövde taşıyıcılarını temizlemek için özel bir odanın yapımını gerektirir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Temizlik maliyetinin düşürülmesi.
- Jiglerin daha az kirlenmesi ve boyalı gövdelere transfer.
- İyileştirilmiş kalite ve daha az yeniden çalışma.

Örnek tesisler

İngiltere İmalat Ltd. (HUM), Swindon, İngiltere'de Honda.
Uçak bakımı: EAB AE, GR.

Referans literatür

[190, ESVOC 2017]

17.10 Çıkış gazı çıkarma (ekstraksiyon) ve işleme

Bu maddede, uygulamalı çıkış gazı işleme sistemleri ele alınmaktadır. Burada sadece mevcut olan farklı işleme türleri değil, aynı zamanda tasarım ve düzen de tartışılmaktadır. Bu madde ayrıca işlenmesi gereken hava akışını optimize etmeye veya en aza indirmeye yönelik teknikleri ve damıtma gibi azaltılmış solventleri geri kazanmaya yönelik teknikleri de kapsar.

Özellikle VOC emisyonları için, Ek 21.6'da, VOC emisyonlarının azaltılması (oksidasyon, adsorpsiyon, yoğuşma ve biyolojik işleme) için çıkış gazı işleme tekniklerinin ve bunların uygulanabilirliğinin bir özeti verilmiştir. Farklı solvent türleri ve çeşitli giriş konsantrasyon aralıkları için en yaygın olarak kullanılan tekniklerin uzaklaştırma verimlerinin bir karşılaştırması verilmiştir [97, TWG 2006]. STS veri toplamasında [155, TWG 2016] bildirildiği üzere uzaklaştırma verimlilikleri de sunulmakta ve tartışılmaktadır.

17.10.1 Sistem seçimi, tasarımı ve optimizasyonu

Açıklama

Bir çıkış gazı işleme sistemi aşağıdaki gibi parametreler dikkate alınarak seçilir, tasarlanır ve optimize edilir:

- çıkarılan hava miktarı;
- çıkarılan havadaki solventlerin türü ve konsantrasyonu;
- azaltma sisteminin türü (özel/merkezi);
- sağlık ve güvenlik;
- enerji verimliliği.

Sistem seçimi için aşağıdaki öncelik sırası dikkate alınabilir:

- yüksek ve düşük VOC konsantrasyonlu çıkış gazlarının ayrıştırılması;
- VOC konsantrasyonunu homojenleştirme ve artırma teknikleri (bk. Madde 17.10.3.2 ve 17.10.3.3);
- çıkış gazlarında solventlerin geri kazanılması için teknikler (bk. Madde 17.10.6);
- Isı geri kazanımlı VOC azaltma teknikleri (bk. Madde 17.10.5);
- Isı geri kazanımı olmayan VOC azaltma teknikleri (bk. Madde 17.10.5).

Teknik Açıklama

Solvent içeren hava ekstraksiyon sistemleri genellikle çalışma alanları ve ekipman içindeki ortamları LEL'in çok altında ve solvent konsantrasyonlarını OEL'den daha düşük tutmak için tasarlanmıştır. Kilit nokta solvent kaynaklarından çıkarılan hava, çıkış gazı işleme sistemlerine yönlendirilir.

Bazı durumlarda (kurutma fırınları, solvent kullanan yıkama makineleri gibi), solvent emisyonlarını azaltmanın birincil amacı ile hava tahliye edilir. Ayrıca, çoğu durumda, çıkış gazını işlemenin asıl amacı koku rahatsızlığını azaltmaktır.

Faaliyetlerin sınırlanması durumunda emisyonların tutulması kolaylaştırılır. Sınırlamanın boyutu, işlem adımının pratik çalışması için gerekli olan asgari boyutta olmalıdır. Hava akışı, süreç güvenliğini sağlamak ve mesleki maruziyet risklerini (OEL) kontrol etmek için gereken asgari düzeyde olmalıdır. İlgili enerji tüketimini optimize ederken aşağı yönlü işlemenin verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için emisyonları en küçük hava hacimlerinde ve mümkün olan en yüksek konsantrasyonda tutmaya odaklanılmalıdır. Sürece bağlı olarak, tam muhafaza ve ekstraksiyon seçeneği yerine lokalize muhafaza ve ekstraksiyon düşünülebilir. Ayrıntılı tasarım ve yeterli boyutlandırma, sisteme gereksiz yere büyük miktarlarda seyreltme havasının çekilmesini ve maliyetlerin artmasını ve azaltma verimliliğinin düşmesini önlemek için önemlidir.

Ekstraksiyon sisteminin boyutlandırılması ve azaltma tekniğinin seçiminde aşağıdakiler dikkate alınır:

- emisyon modeli (sürekli/süreksiz);
- çıkış gazlarının enerji içeriği ve ototermal koşulların altındaki enerji tüketiminin etkisi;
- enerji tüketimi açısından düşük VOC konsantrasyonları ile emisyonları işlemenin maliyetleri ve faydaları.

Ekstraksiyon sistemlerinin tasarımında aşağıdakiler dikkate alınmalıdır:

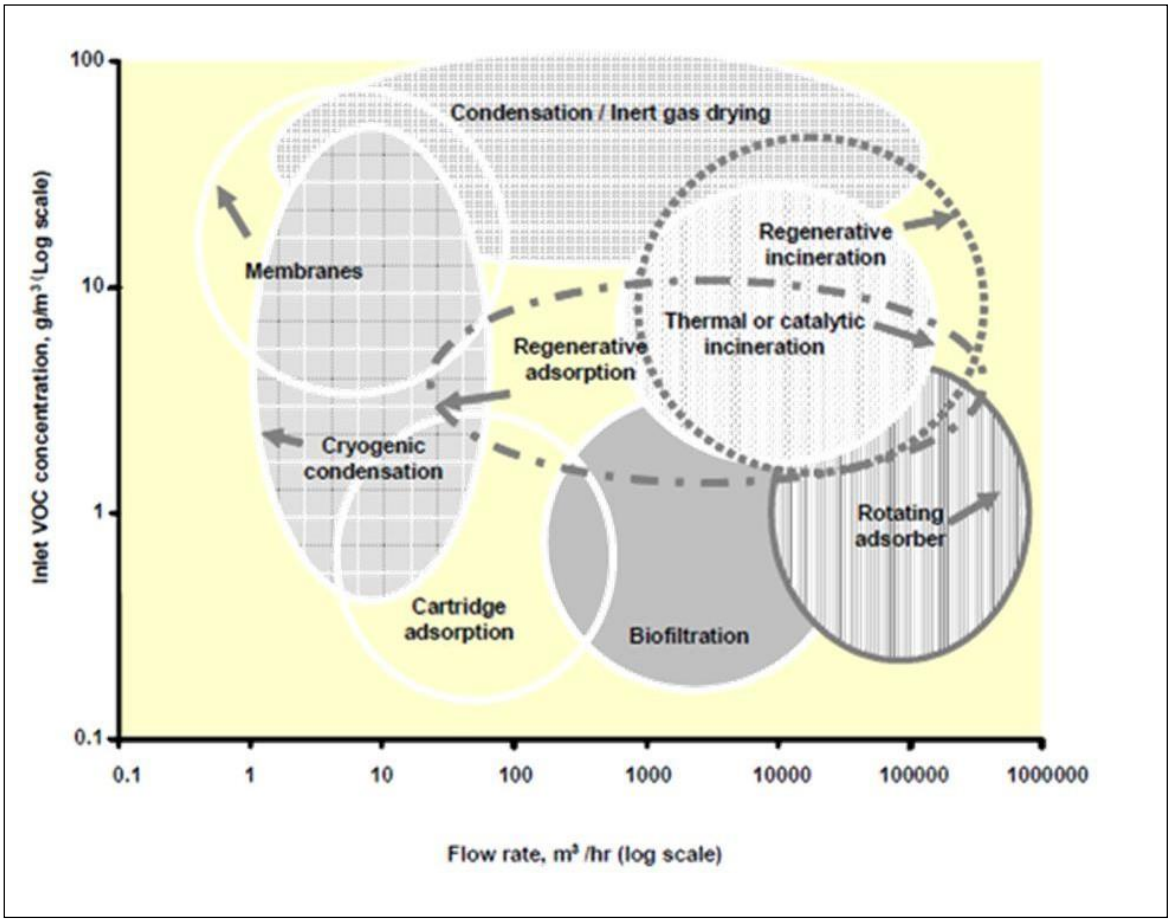
- çıkarılacak hava miktarı;
- solventlerin türü ve olası seviyesi;
- eşlik eden maddelerin (bunlar veya yanma ürünleri korozyona, tortulara veya kalıntılara neden olabilecektir) türü ve olası seviyesi;
- işlemenin türü ve maliyet-fayda ve çapraz ortam etkileri (ör. malzeme, enerji tüketimi);
- operasyonda yılda saat sayısı;
- merkezi olmayan/özel işleme sistemlerinin kullanılması, böylece arıza/tamir sadece söz konusu sistemleri etkiler;
- sağlık ve güvenlik konuları.

Solvent ile orantılı olarak büyük miktarda havanın çıkarılması, azaltma sisteminin boyutunu arttırır ve yanma için destek yakıtı olarak gereken enerji miktarını artırabilir.

Çıkarma sistemleri tarafından tutulmayan kaçak emisyonlar ve çıkış gazı işleme sonrası emisyonlar toplam solvent emisyonlarını oluşturur. Çıkarma ve azaltma sistemi tasarlanırken bu dikkate alınmalıdır.

Su bazlı ve solvent bazlı mürekkeplerin fleksografik baskısında çapraz ortam etkilerini dikkate alan bir örnek ECM REF [50, COM 2006]'da verilmiştir.

Şekil 17.15'te, iki önemli kritere göre mevcut VOC azaltma tekniklerine şematik bir genel bakış verilmiştir: VOC konsantrasyonu ve akış hızı. Bu, gösterge amaçlı olarak verilmiştir ve ayrıntılı olması amaçlanmamıştır. Durum bazında ayrıntılı bir değerlendirme yapılmalıdır.



Şekil 17.15: Mevcut VOC azaltma teknolojilerinin uygulama aralıklarına genel bakış

Uzman rehberliğine ihtiyaç duyulabilmesine rağmen, aşağıdaki hususlar sistem seçimi, tasarımı ve optimizasyonunda yardımcı olabilir:

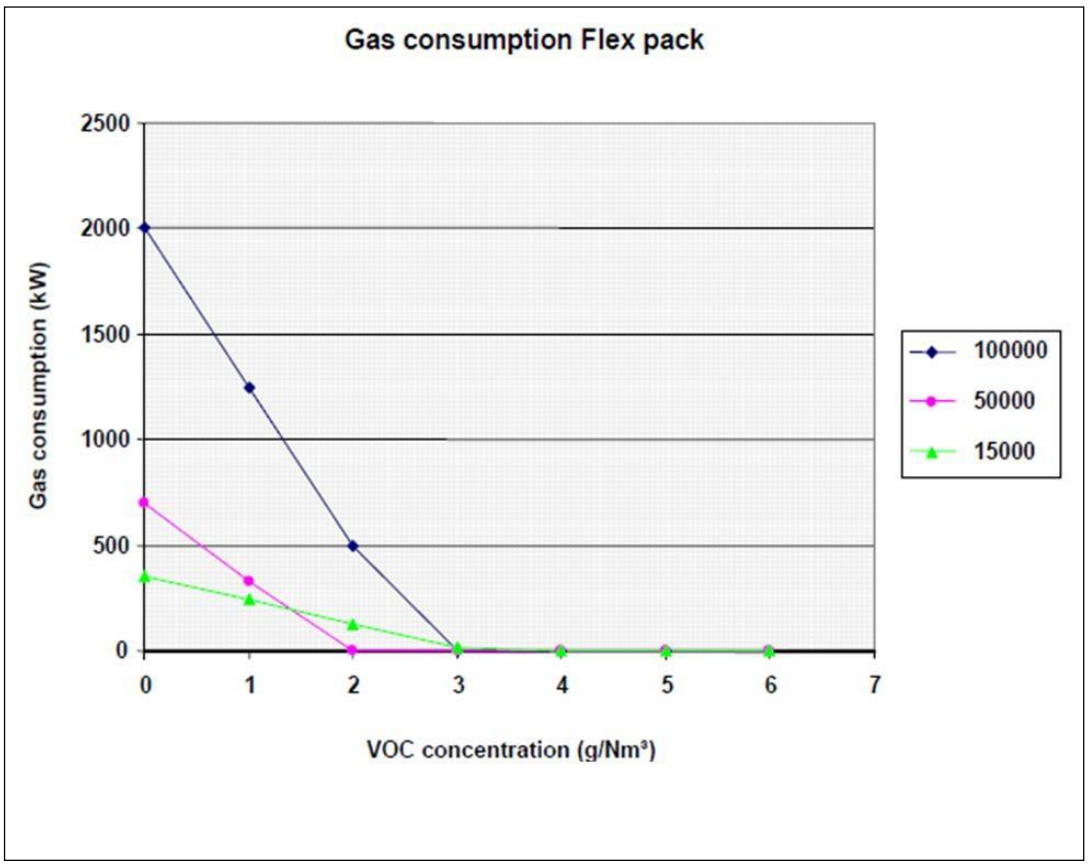
- **Süreksiz emisyonlar:** Süreksiz süreçler için, basit termal oksidasyon veya adsorpsiyon gibi değişken ve küçük yük teknikleri en uygun maliyetlidir.

- **Sürekli çalışma için ısıl işlem seçimi** [62, Verspoor ve ark. 2005]: emisyonların sürekli olduğu durumlarda, uygulanabilir teknikler için Madde 17.10.5'e bakınız.

  İşlemeden önce VOC konsantrasyonunun korunmasıyla ilgili teknikler için ayrıca Madde 17.10.3'e bakınız.

  Rejeneratif ön ısıtmalı işleme tekniklerinde (rejeneratif termal oksidasyon, RTO tesisleri), süreç enerjisinin açık ara en büyük kısmı entegre ısı eşanjörleri tarafından geri kazanılır (> %95). Bu nedenle, işlenen gazda 20 mg C/m^3 mertebesinde bir VOC konsantrasyonu elde etmek için çıkış gazı işlemede enerji gereksinimi, sadece 50 mg C/m^3 veya 100 mg C/m^3 elde etmek için gereken enerjiden önemli ölçüde yüksek değildir. Ancak, ekstraksiyon sisteminin ana fanı için daha yüksek enerji tüketimi ve daha yüksek bakım maliyetleri vardır. İşlenen gazda daha yüksek VOC konsantrasyonlarına izin verildiği için süreç sıcaklıkları düşürülürse, CO emisyonları önemli ölçüde artabilir.

- **Ototermal koşulların altındaki enerji tüketiminin etkisi**: (örneğin) kullanımda olan kaplama malzemelerinin solvent içeriğindeki bir azalma nedeniyle ortalama solvent içeriği yapısal olarak zamanla azaldığında termal işlem sisteminin işletme maliyeti üzerindeki etkisi için, bkz. Şekil 17.16. Bu, fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisinde bir termal oksitleyici için verileri gösterir. Ototermal noktadan sonra kullanılan gaz miktarı, orta ve düşük akışlar için katlanarak artar.



Şekil 17.16: Üç akış hızı senaryosu için bir fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisi için ototermal noktanın altındaki gaz tüketimi örneği

- **Düşük solvent emisyonlarını kontrol etmek için enerji tüketiminin maliyet-faydası:** ECM REF [50, COM 2006]'da, emisyonlar yedi çevresel etki (tema) halinde harmanlanarak alternatif işlem seçenekleri için çapraz ortam etkilerini hesaplama ve yorumlama yolları açıklanmaktadır. Bu etkiler, salınan bireysel maddeler veya bunların toksisiteleri için nispi etki ölçekleri kullanılarak karşılaştırılabilir (ayrıca bk. Madde 17.6.1). Ancak, bir etkiyi diğeriyle karşılaştırmak zordur ve daha fazla çapraz ortam değerlendirmesi gereklidir.

Bu farklı etkileri karşılaştırmanın alternatif bir yöntemi, olumsuz dışsallıkların (zarar veya olumsuz marjinal sosyal maliyetler) maliyetlerini karşılaştırmaktır, bu durumda çevreye verilen zarar insan sağlığını içerir. Bunun için daha az veri olabilir, ancak havaya olan emisyonlar için veriler mevcuttur (aşağıya bakınız). Bu teknik, farklı hareket tarzlarının etkinliğini karşılaştırmak için kullanılabilir. Örneğin, atık gazda daha düşük VOC emisyonları elde etmek için bir destek yakıtının yakılması, kaçak emisyonları azaltmaya yönelik diğer önlemlerle karşılaştırılabilir. Bir yılda salınan ton CO_2, bilinen bir miktarda (ton olarak) VOC emisyonunu yok etmek için ek yakıt yakmak için hesaplanabilir (ör. tanımlanmış bir atık gaz akışı için emisyon seviyelerini 10 mg C/m^3ten 3 mg C/m^3e düşürmek). Bunlar daha sonra ilgili marjinal sosyal maliyetle çarpılabilir ve karşılaştırılabilir. CO_2 hasarını VOC hasarlarıyla karşılaştırmak basittir: NO_X'teki değişikliklerin de (biliniyorsa) hesaba katılması gerekir. Ayrıca, yanmış VOC'lerden gelen CO_2 katkısı da eklenmelidir.

AB düzeyinde, merkezi bir CO_2 maliyeti sınırı ile karşılaştırıldığında bir ortalama VOC hasarı aralığı, bir ton VOC'yi (40 000-175 000 m^3 doğal gaz) azaltmak için 32-140 ton CO^2 aralığı verir, bk. Tablo 17.6 . Bununla birlikte, bu maliyet oranları, bir ton VOC'nin azaltılması için 14 000 EUR ile 63 000 EUR arasında bir maliyet verir ve bu, ton başına VOC'lerin marjinal hasarını 10 ila 66 kat aşar (2006'da GJ başına 7,52 EUR ile 10,48 EUR arasındaki gaz maliyetine göre). İki ülke (Belçika ve Hollanda), bir ton VOC başına toplam maliyet azaldıkça, 3200 EURO ve 4500 EURO (sırasıyla) maliyet-fayda karşılaştırma ölçütlerini kullanmaktadır. Bu şunu gösterir ki

bu karşılaştırmalar, AB-25 düzeyinde bu miktarda gaz yakmanın ekonomik fizibilitesini önemli ölçüde aşmaktadır. (Kullanılan CO_2nin marjinal sosyal maliyeti çok düşük olabilir).

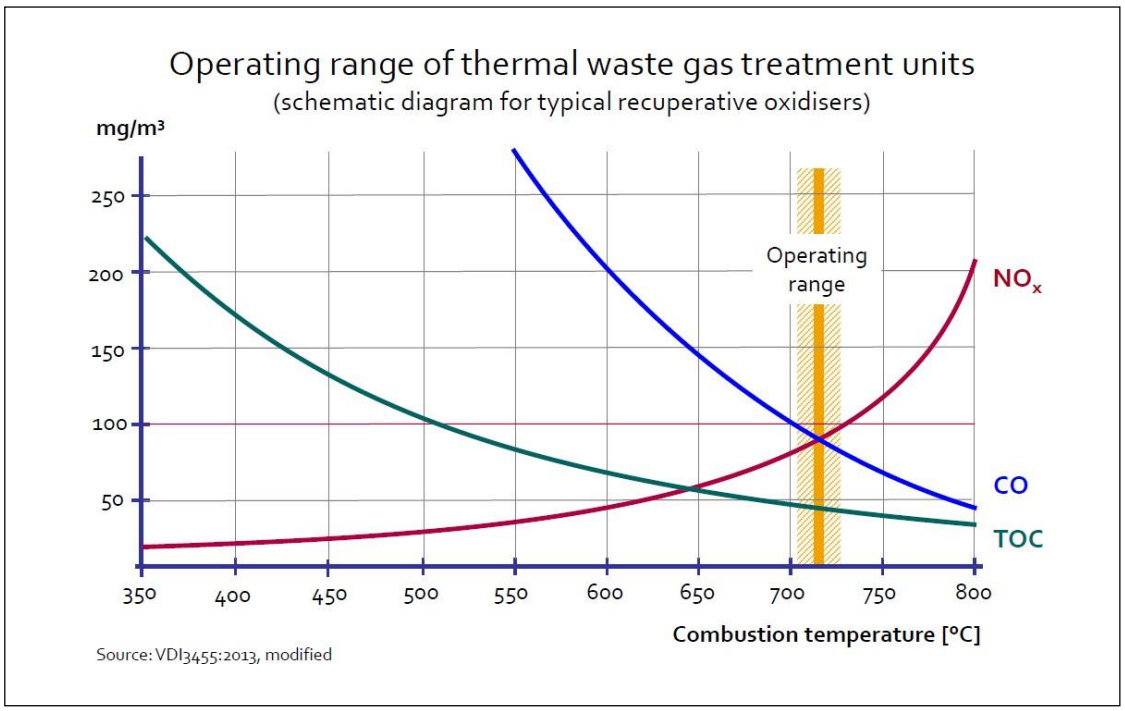
Bu değerler, oksitleyici VOC'lerden kaynaklanan herhangi bir CO_2 veya NO_X etkisini hesaba katmaz.

Tablo 17.6: İklim değişikliğinin marjinal sosyal maliyetlerinin VOC emisyonlarından kaynaklanan marjinal hasar maliyetleriyle karşılaştırılması

İklim değişikliğinin marjinal sosyal maliyetleri (EUR/t CO_2)	VOC'ler için marjinal hasar (EUR/t emisyon)	1 ton VOC'yi azaltmak için tonlarca CO_2	1 ton VOC'yi azaltmak için bin m^3 doğal gaz ([1])
10	950	95	119
10	1400	140	175
20	950	48	60
20	1400	70	88
30	950	32	40
30	1400	46	58
([1]) STP'de (2006 verileri) 0,8 kg/m^3 doğal gaz yoğunluğuna göre.			

- **CO için sınır değerinin etkisi**: termal oksitleyiciden yayılan CO seviyesi esas olarak yanma odası sıcaklığına ve egzoz gazının yanma odası içinde kalma süresine bağlıdır. CO için emisyon seviyelerini düşürmek şu anlama gelir:
  - Yanma odası sıcaklığının arttırılması (daha yüksek işletme maliyetleri ile sonuçlanır). Genellikle yanma sıcaklığını rejeneratif termal oksitleyiciler için yaklaşık 850 °C'ye veya reküperatif termal oksitleyiciler için yaklaşık 750 °C'ye çıkarmak yeterlidir. Ototermal noktanın yakınında veya üzerinde VOC konsantrasyonlarında bu otomatik olarak sağlanacaktır. Düşük CO seviyeleri ile ilgili olarak işletme ve sermaye maliyetleri üzerindeki toplam etki ihmal edilebilir olarak görülebilir.
  - Daha uzun kalma süresi için yanma odası boyutunun arttırılması (daha yüksek yatırım maliyetleri ile sonuçlanır).

- **CO, NO_X ve VOC azaltımı arasındaki denge**: VOC, CO ve NO_X emisyonları (optimizasyon eğrileri) arasında bir denge kurulmalıdır ve bu her tesis için farklı olacaktır. Genelde CO ve NO_X emisyonları birbirini yansıtır, biri artarken diğeri azalır. Tipik bir reküperatif termal oksitleyici için TVOC, NO_X ve CO'nun ulaşılabilir emisyon seviyelerine yönelik şematik bir diyagram Şekil 17.17'de sunulmaktadır.

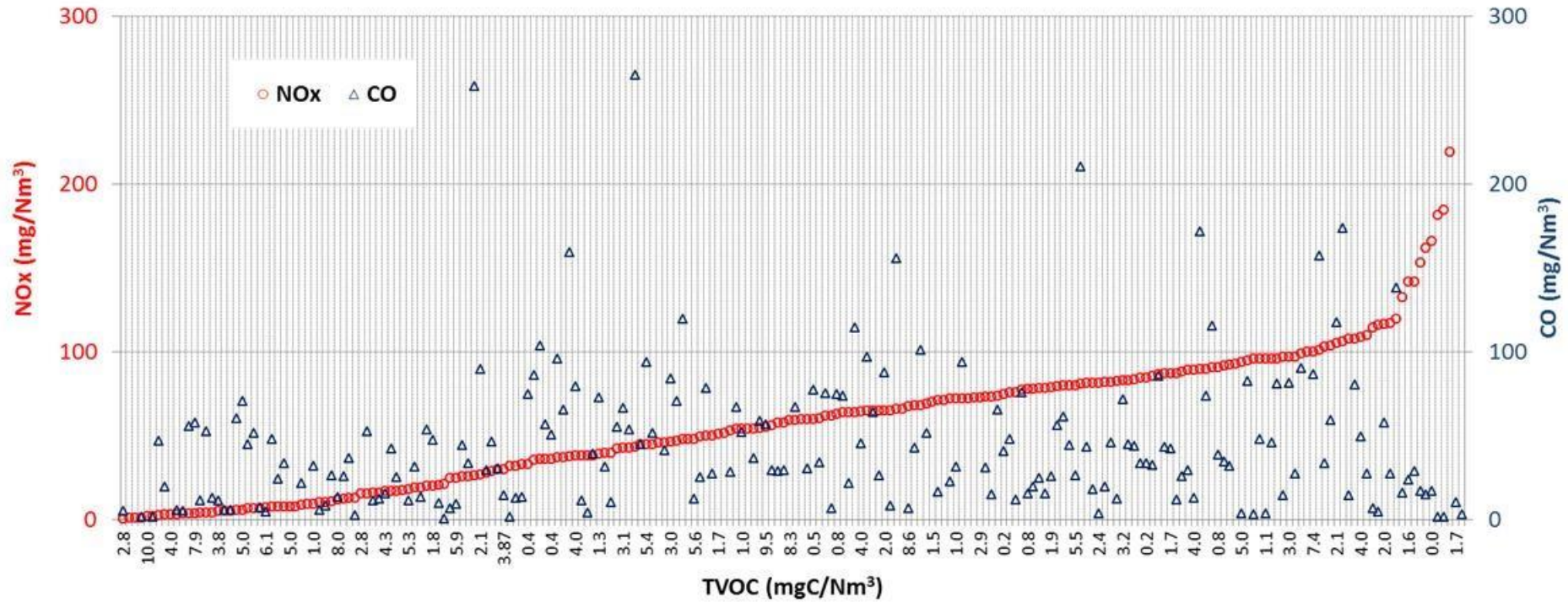


Şekil 17.17: Tipik bir geri kazanımlı termal oksitleyici için ulaşılabilir TVOC, NOX ve CO emisyon seviyelerine yönelik şematik diyagram

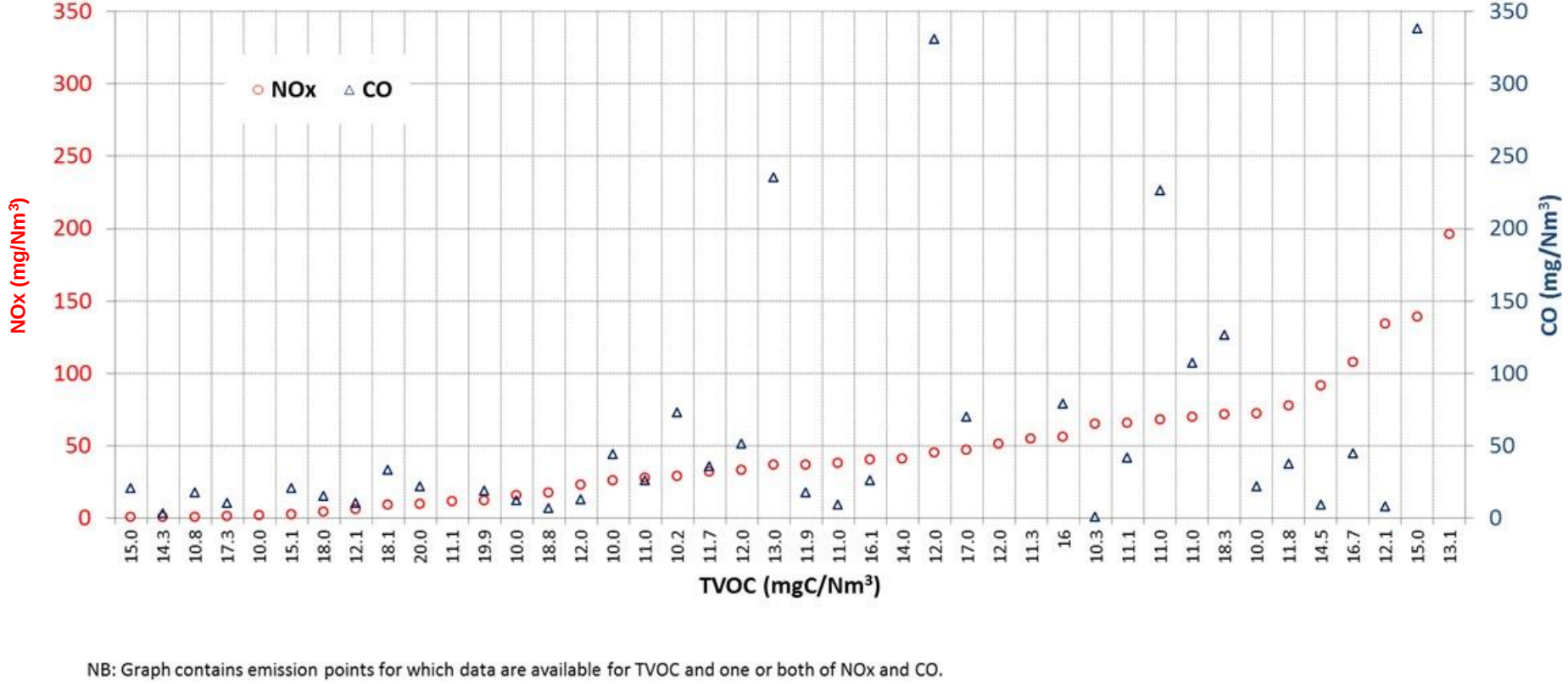
Ancak, atık gazların ısıl işleminin uygulandığı tüm STS sektörlerinden elde edilebilir TVOC, NO_X ve CO emisyon seviyeleri için bildirilen veriler, düşük TVOC seviyelerinin atık gazlardaki düşük NO_X/CO konsantrasyonları ile birleştiğini göstermektedir (bakınız Şekil 17.18 (a) , (b) ve (c)).

Veriler, elde edilen TVOC seviyelerine göre üç aralıkta sunulur: a) 10 mg C/Nm^3ten düşük TVOC seviyeleri için, b) 10 mg C/Nm^3 ila 20 mg C/Nm^3 aralığında TVOC seviyeleri için ve c) için 20 mg C/Nm^3ten yüksek TVOC seviyeleri.

a)



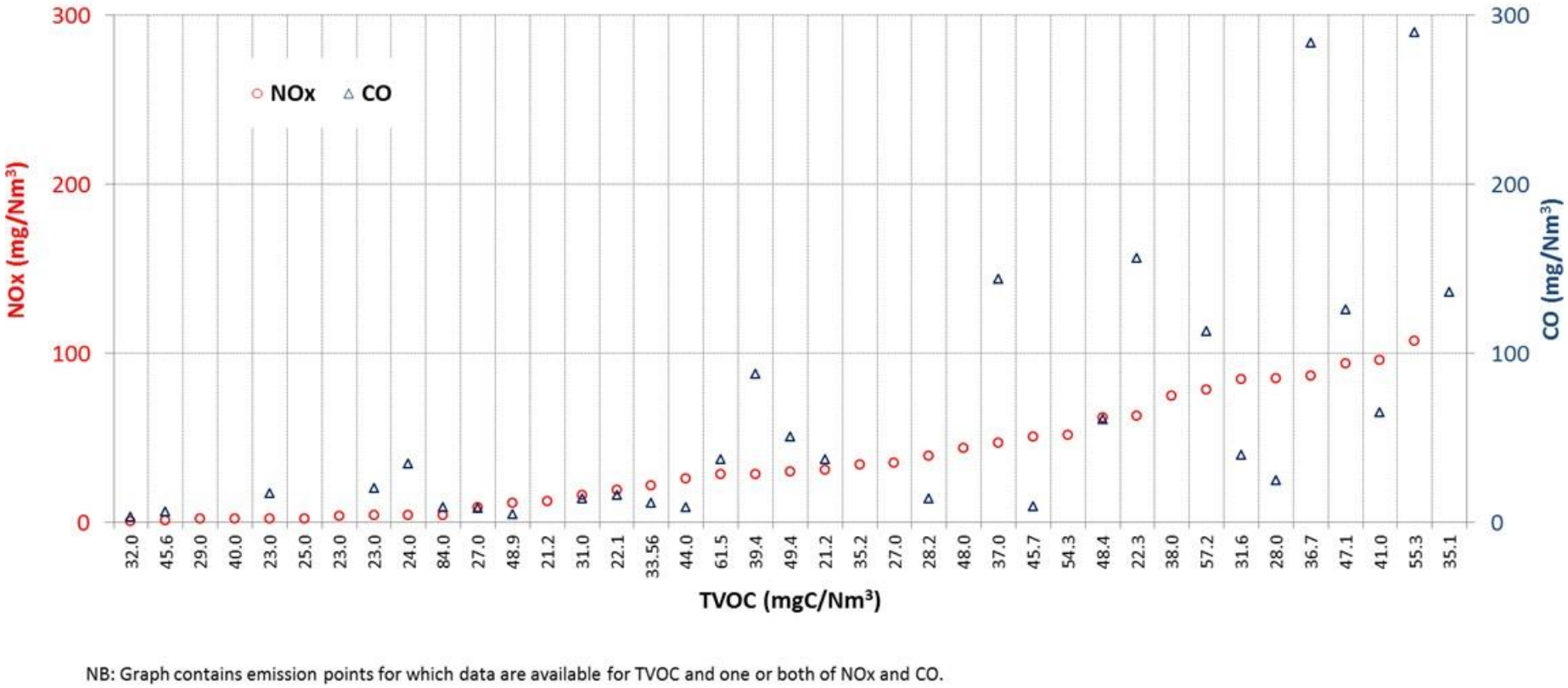
NB: Graph contains emission points for which data are available for TVOC and one or both of NOx and CO.



b)

NB: Graph contains emission points for which data are available for TVOC and one or both of NOx and CO.

c)



Kaynak: [155, TWG 2016]

Şekil 17.18: Isıl işlemin uygulandığı tüm STS sektörlerindeki tesislerden bildirilen TVOC, NOx ve CO emisyon seviyeleri

- **Bakım**: bk. Madde 17.2.6.

Sağlanan çevresel faydalar
Çıkış gazı işleme sisteminin uygun seçimi, tasarımı ve optimizasyonu olduğunda VOC ve koku azaltımları sağlanabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bireysel tekniklerle ilgili veriler için ilgili maddelere bakınız.

Çapraz ortam etkileri
Hava tahliye sistemlerinde enerji tüketimi önemli olabilir. Düşük VOC konsantrasyonlarına ulaşmak için tüketilen enerji önemli olabilir. Gürültü önemli bir faktör olabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik yönler
Alan ve tekniğe özel. Bireysel tekniklerle ilgili veriler için ilgili maddelere bakınız.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
- Tahliye: işyeri sağlığı ve güvenliği.
- Tüm hususlar: koku rahatsızlığı, ulusal/yerel mevzuat.

Örnek tesisler
Çıkış gazı sistemlerinin kullanıldığı çeşitli STS sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[38, TWG 2004] [50, COM 2006] [78, TWG 2005] [113, ECN 2005]
[66, AEA ve ark. 2005] [114, AEA ve ark. 2005] [155, TWG 2016]

17.10.2 Çıkış gazlarının tutulması ve toplanması

Bu maddede, kaplama/mürekkep uygulamaları ve kurutma işlemlerinden çıkan gazların tutulması ve toplanması açıklanmaktadır. Ek olarak, dahili veya harici solvent konsantrasyonu (ham gazdaki solvent konsantrasyonunun artması) ile ilgili teknikler de Madde 17.10.3.2 ve 17.10.3.3'te tartışılmaktadır. Solventlerin taşınması ve depolanması Madde 17.2.2'de tartışılmaktadır. Toplama ve işleme sistemlerinin seçimi de CWW BREF [31, COM 2016]'da tartışılmaktadır.

17.10.2.1 Mürekkep/kaplama uygulama noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi

Açıklama

Solvent uygulama alanlarının (ör. kaplayıcılar, uygulama makineleri, püskürtme kabinleri) tamamen veya kısmen kapatılarak uygulama noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi ve çekilen havanın olası müteakip işlenmesi.

Sağlanan çevresel faydalar
- Kaçak emisyonların ve gürültünün azaltılması.
- Çıkarılacak havanın hacminin azaltılması (ve dolayısıyla çıkarma için kullanılan enerji).
- Atık gaz işlemede kullanılan enerjinin ve boyutunun küçültülmesi.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Kaçak emisyonların salınımını önlemek için makinelerin parçaları veya tüm hatlar kapsüllenebilir/kapatılabilir. Muhafaza, iş yeri sağlığı ve güvenliği, makine kaynaklı yaralanma riskini azaltmak veya gürültüyü azaltmaya yönelik de olabilir.

Baskı presleri, bobin kaplama hatları veya otomotiv kaplama hatları gibi ana süreçte kullanılan uygulama makinelerinden hava çekilebilir. Uygulama ekipmanı açık olabilir (gerçekte, tüm odadan emiş yapılır: bu, bazı endüstrilerde sağlık ve güvenlik nedenleriyle kullanılır) veya kısmen veya tamamen kapalı olabilir.

Çapraz ortam etkileri
Tahliye ve işleme için enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Muhafazanın çalışma sırasında zorlu makine erişimine yol açtığı durumlarda geçerli olmayabilir. Uygulanabilirlik, kapatılacak alanın şekli ve boyutu ile sınırlandırılabilir.

Ekonomik yönler
Mevcut makineler için, muhafaza genellikle sağlayıcılardan temin edilemez, ancak bireysel olarak tasarlanması gerekir, bu da daha yüksek maliyet anlamına gelir. Makinelere erişim daha zor hale getirilirse, ek muhafaza işletme ve bakım maliyetlerini artırabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür
[7, Almanya 2003] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]
[212, TWG 2018]

17.10.2.2 Boyaların/kaplamaların/yapıştırıcıların/mürekkeplerin hazırlanma noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi

Açıklama

Boya/kaplama yapıştırıcıları/mürekkepleri hazırlama noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi (ör. karıştırma alanı). Çıkarılan hava, bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Kaçak emisyonların azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Çapraz ortam etkileri
Tahliye ve işleme için enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yalnızca boyaların/kaplamaların/ yapıştırıcıların/ mürekkeplerin hazırlandığı yerlerde geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Bobin kaplamada yaygın olarak uygulanır. Diğer sektörler için örnek tesisler: [155, TWG 2016]'daki Tesisler #015 (fleksografi), #128 ve #136 (tekstil, folyo ve kağıdın kaplanması) ve #166 (plastik yüzeylerin kaplanması).

Referans literatür
[38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [179, COM 2017] [155, TWG 2016]

17.10.2.3 Kürleme fırınlarının/kurutucularının giriş ve çıkışlarının sızdırmaz hale getirilmesi veya kurutmada atmosfer altı basınç uygulanması yoluyla fırınlardan/kurutuculardan kaynaklanan kaçak emisyonların ve ısı kayıplarının en aza indirilmesi

Açıklama

Kürleme fırınlarına/kurutucularına giriş ve çıkışlar, kaçak VOC emisyonlarını ve ısı kaybını en aza indirmek için kapatılmıştır. Sızdırmazlık hava jetleri veya hava bıçakları, kapılar, plastik veya metal perdeler, sıyırma bıçakları vb. ile sağlanabilir. Alternatif olarak, fırınlar/kurutucular atmosfer altı basınç altında tutulur.

Sağlanan çevresel faydalar
Kaçak emisyonların ve ısı kaybının en aza indirilmesi (enerji tasarrufu).

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yalnızca kürleme fırınları/kurutucular kullanıldığında geçerlidir.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılan, hemen hemen tüm STS sektörleri için tesislerin çoğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür
[22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.10.2.4 Kurutma/kürleme işlemlerinden havanın çıkarılması

Açıklama

Kürleme fırınları/kurutucuları bir hava tahliye sistemi ile donatılmıştır. Çıkarılan hava, bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.

Sağlanan çevresel faydalar
VOC emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Çapraz ortam etkileri
- Tahliye için enerji gereklidir.
- Gürültü seviyeleri artabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yalnızca kurutma/kürleme işlemleri için geçerlidir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılan, hemen hemen tüm STS sektörleri için tesislerin çoğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür
[7, Almanya 2003] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

17.10.2.5 Soğutma bölgesinden havanın çıkarılması

Açıklama

Alt tabaka soğutması, kurutma/kürleme sonrasında gerçekleştiğinde, soğutma bölgesinden gelen hava çıkarılır ve bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.

Sağlanan çevresel faydalar
VOC emisyonları üzerindeki etkisi sınırlı olsa da, iş sağlığı ile ilgili olarak kabul edilir veya bazı durumlarda enerji geri kazanımı için kullanılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Metal ambalaj sektörü için mevcut bilgiler, soğutma bölgesinden kaynaklanan TVOC emisyonlarının 16-180 mg/Nm^3 aralığında olabileceğini göstermektedir (2017 için bir tesisten alınan veriler) [226, MPE 2018].

Çapraz ortam etkileri
Tahliye ve işleme için enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yalnızca alt tabaka soğutması, kurutma/kürleme sonrasında gerçekleştiğinde geçerlidir.

Teknik yaygın olarak bobin kaplama tesislerinde uygulanmaktadır (bk. Madde 6.4.5.7). Ayrıca, diğer çeşitli STS sektörlerindeki tesisler tarafından da bildirilmektedir: metal ambalajların kaplanması ve basılması, araçların kaplanması, kurutmalı web ofset baskı, fleksografi ve yayınsız rotogravür baskı (ayrıca aşağıdaki örnek tesislere bakınız).

Uygulanmasını teşvik eden faktör
İşyeri sağlığı ve güvenliği ve kaçak emisyonların sınırlandırılması.

Örnek tesisler
Tesisler: #001, #003, #021, #039, #042, #043, #108, #109, #113, #115, #116, #121 ve #122 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[5, DFIU ve ark. 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]
[212, TWG 2018] [226, MPE 2018]

17.10.2.6 Hammaddelerin, solventlerin ve solvent içeren atıkların depolanmasından havanın çıkarılması

Açıklama

Hammadde depolarından ve/veya hammaddeler, solventler ve solvent içeren atıklar için ayrı kaplardan gelen hava çıkarılır ve bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.

Teknik Açıklama

Güvenlik nedenleriyle, yüksek buhar basıncına veya yüksek toksisiteye sahip tehlikeli maddeler içeren kaplar, kapalı ve havalandırmalı depolarda depolanır. Bu tür maddeler içeren büyük saklama kapları, ayrı hava çıkış noktalarına sahip olabilir. Çıkarılan hava, bir çıkış gazı işleme sistemine yönlendirilebilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Çıkarılan gazın işlenmesi durumunda kaçak emisyonların azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Genel olarak, VOC emisyonları, kapalı sistemlerin uygulanması gibi önlemlerle önlenir, bu da konteynerlerin depolandığında her zaman kapalı olduğu anlamına gelir. Aşırı basınç altında daha büyük tanklar olması durumunda, mümkün olduğunda çıkış gazı işleme sistemine bağlı havalandırma için tahliye vanaları uygulanır. Tanklardan yükleme/boşaltma için buhar dengelemesi yapılır veya gazlar çıkış gazı işleme ünitesine yönlendirilir. Hammadde deposundan havanın çıkarılması, VOC azaltımı için son önlem olarak kabul edilebilir.

Çapraz ortam etkileri

- Gürültü seviyeleri artabilir.
- Tahliye enerji tüketimini artırır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Teknik, küçük kapalı kaplar için veya düşük buhar basıncı ve düşük toksisite ile ham maddelerin, solventlerin ve solvent içeren atıkların depolanması için geçerli olmayabilir.

Yeni ve mevcut tesislerde ve solvent içeren atıklar için tüm kapalı depolarda uygulanabilir, ancak çıkarılan havada çıkış gazı işlemesine verilip verilmeyeceği hacme ve konsantrasyona bağlı olacaktır. VOC konsantrasyonları genellikle düşüktür.

Yayın rotogravür baskı tesislerinde yaygın olarak uygulanır.

Ekonomik yönler

Maliyetler, solvent geri kazanım sisteminin toplam maliyetine kıyasla düşüktür. Geri kazanılan her bir kg toluen için tasarruf yaklaşık 0,50 Euro'dur (2006 verileri). Bununla birlikte, ihtiyaç duyulan ekstra kapasite maliyeti artırır. Yayılmayan kg başına maliyet yüksektir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Depolama alanından tahliye yaygın olarak kullanılmaktadır. Çıkarılan havanın işlenmesi yaygın değildir.

Referans literatür

[7, Almanya 2003] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]
[155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.10.2.7 Temizleme alanlarından havanın çıkarılması

Açıklama

Makine parçalarının ve ekipmanın organik solventlerle manuel veya otomatik olarak temizlendiği alanlardan gelen hava çıkarılır ve bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.

Teknik Açıklama

Bk. Madde 17.8.6; makine içi temizlik için bk. Madde 17.9.7.

Teknik detaylar duruma göre değişir. Örneğin:

- düzenli temizlik için, örneğin, temiz solvent yoluyla pompalanarak temizlenen kaplamaları aktarmak için kullanılan pompalar için, hava tahliyesi olan bir alan kapatılabilir;
- elle temizlemenin, örneğin boya karıştırma gibi, kapalı ve çıkarılan bir alana taşınması mümkün olabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Kaçak solvent emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu bilgi (mevcut olduğunda), bu belgede, ilgili bölümlerdeki her bir faaliyet türü için ayrıntılı olarak verilmiştir (Bölüm 2 ila 15).

Muhafaza ve işlemeli tahliye, temizleme miktarına ve türüne ve kullanılan solvent miktarına bağlıdır. Kapalı bir alan için gerekli alan ve çıkış gazı çıkarma ve işleme ünitesindeki kapasite de sınırlayıcı bir faktör olabilir.

Çapraz ortam etkileri

Tahliye sistemleri enerji gerektirir. Gürültü seviyeleri artabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yalnızca makine parçalarının ve ekipmanlarının organik solventlerle temizlendiği alanlar için geçerlidir.

Temizleme makineleri seyrek olarak ve düzensiz aralıklarla kullanılabilir. Azaltma ekipmanına bağlanması, nadiren kullanılan ekstra kapasiteyi önlemek için moleküler elekler ve/veya rotorlu adsorber gerektirebilir.

Elle temizleme, çok düşük solvent konsantrasyonlarına yol açar, ancak OEL'in oldukça altında kalmak için tahliye gerekebilir. Bu düşük konsantrasyonlu gaz çıkışını bir ısıl işleme sistemine göndermek her zaman pratik olmayabilir.

Emayede kullanılan solventlerin kaynama noktasının yüksek olması nedeniyle sargı teli endüstrisinde uygulanmaz.

Ayrıca bakınız Madde 17.9.

Ekonomik yönler

Maliyetler, mevcut tahliye sistemine ve çıkış gazı işleme tekniğinin kapasitesine bağlıdır. Bu nedenle, güçlendirme çok pahalı olabilir. Bununla birlikte, otomatik yıkama makinelerine moleküler elekler, rotorlu adsorberler veya küçük termal oksitleyiciler takılabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanır. Tesisler: [155, TWG 2016]'da #019, #016, #161, #166 ve #137.

Referans literatür
[7, Almanya 2003] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]
[179, COM 2017] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018] [265, TWG 2019]

17.10.3 İşlemeden önce VOC konsantrasyonunun korunması

17.10.3.1 Değişken frekanslı tahrikler kullanılarak çıkış gazı işleme sistemine gönderilen VOC konsantrasyonunun korunması

Açıklama

Hava akışını, çalışır durumda olabilecek ekipmandan çıkan gazla eşleştirmek amacıyla modüle etmek için merkezileştirilmiş gaz işleme sistemlerinde değişken frekanslı bir tahrik fanının kullanılması.

Sağlanan çevresel faydalar
Tahliye ve oksidasyon için enerji tüketimini en aza indirirken solvent emisyonlarının azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Yalnızca baskı gibi toplu işlemlerde merkezi termal atık gaz işleme için geçerlidir.

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı, toplu bir işlemdir. Münferit presler, kurulum ve değiştirme için zamanın %30-50'sinde çevrimdışı olabilir. Bu özellikle rejeneratif termal oksitleyiciler için önemlidir, bu nedenle yalnızca solvent yüklü hava yakılır ve ek yakıt gerekmediği durumlarda genellikle ototermal çalışma sürdürülebilir.

Örnek tesisler
Çeşitli sektörler için bildirilmiştir: kurutmalı web ofset baskı: Tesis #001; fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı: Tesisler #009, #014, #015, #017, #018, #022, #024 ve #155; yayın rotogravür baskı: Tesisler #030 ve #149; araçların kaplaması: Tesisler #045, #057, #065 ve #070; bobin kaplama: Tesisler #081, #082, #083, #084, #086, #090, #100, #101 ve #106; metal ambalajların kaplanması ve basılması: Tesis #121; plastik yüzeylerin kaplanması: Tesis #131; tekstil, folyo ve kağıdın kaplanması: [155, TWG 2016]'daki Tesisler #138, #139 ve #171.

Referans literatür
[38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

17.10.3.2 Çıkış gazlarındaki solventlerin dahili konsantrasyonu

Açıklama

Çıkış gazları işlem içinde (dahili olarak) kürleme fırınlarında/kurutucularda ve/veya püskürtme kabinlerinde devridaim edilir, bu nedenle çıkış gazlarındaki VOC konsantrasyonu artar ve çıkış gazı işleme sisteminin azaltma verimliliği artar.

Teknik Açıklama
Aynı genel ilkeye dayanan iki ana durum vardır:

1. sıcak kurutucu havanın dahili birikimi;
2. püskürtme kabini gaz çıkışının dahili birikimi.

Solvent yüklü havanın kurutuculardaki veya püskürtme kabinlerinde (yeterli partikül ayırma ve nem alma işleminden sonra) dolaşmasını sağlamak, havadaki solvent konsantrasyonunu artıracak ve

akabinde çıkış gazı işleme sisteminin solvent azaltma verimliliğini artıracaktır. Bu aynı zamanda 'dahili konsantrasyon' olarak da adlandırılabilir.

Hava akışının azalması, yangın ve patlama risklerinden kaçınma ihtiyacı ile sınırlıdır: hava akışı ne kadar küçükse, solvent konsantrasyonu o kadar yüksek ve dolayısıyla yangın ve patlama tehlikesi o kadar büyük olur. Bu nedenle, bu tekniği kurutuculara uygulamak için ön koşul, kurutuculardaki havalandırma hızının, meydana gelebilecek azami solvent konsantrasyonlarının, ilgili solventlerin LEL'inin belirli bir yüzdesini aşmayacak şekilde tasarlanmasını sağlamak için daha düşük bir patlayıcı limit kontrolünün oluşturulmasıdır.

Tablo 17.7'de fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda güvenli kabul edilen LEL gösterilmektedir.

Tablo 17.7: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda kurutucularda izin verilen azami LEL seviyeleri

Durum	Azami % LEL
Açık alev veya elektrikle ısıtılan kurutucular	25
Açık alevle veya elektrikle ısıtılan ve kapsamlı güvenlik özelliklerine sahip kurutucular	50
Termal yağ veya buharla ısıtılan kurutucular	50
Kaynak: [1, Intergraf ve EGF, 1999]	

Dahili konsantrasyonun yanı sıra, ör. oksidasyondan önce bir adsorpsiyon adımı uygulanarak 'harici' konsantrasyon da mümkündür; bk. Madde 17.10.6.2.

Sağlanan çevresel faydalar

- Ham gazdaki artan VOC konsantrasyonu ve dolayısıyla sonraki işleme için enerji tüketiminin azaltılması.
- Hava halihazırda ısıtılmış olduğundan ve artık ısıyı koruduğundan daha düşük sıcaklıklarda daha düşük enerji girişi, bu nedenle devridaim havası, optimum (kabin) hava sıcaklığına ulaşmak için daha az enerji gerektirir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Kurutuculardan gelen hava akışını azaltmak için hiçbir önlem alınmayan fleksografi veya yayın dışı rotogravür baskı tesislerinde, ham gazdaki ortalama solvent konsantrasyonu 1-2 g/m^{3}ten fazla olamaz.

Etanol, etil asetat veya MEK gibi solventler için ilgili çalışma sıcaklıklarında LEL 50 g/m^3 civarındadır. LEL'in %25'lik bir seviyesi yaklaşık 10 g/m^3 veya 12 g/m^3 olacaktır. Bu, her bir kurutucudaki azami konsantrasyon olacaktır ve bu konsantrasyona tüm kurutucularda aynı anda ulaşılamaz. Hava akışını azaltmak için önlemler alındığında, ortalama solvent konsantrasyonu 4-6 g/m3'e yükselebilir. Bu seviyeler, ekstra yakıt ilavesine gerek kalmadan rejeneratif oksidasyona olanak sağlar.

Azaltma ekipmanının maliyetinin bir sorun olmadığı durumlarda, genellikle büyük emniyet payları kullanılır. Ancak, azaltma ekipmanına yatırım yapılması gerektiğinde bunların yeniden değerlendirilmesi gerekir. Emniyet payı, azami hava akışını ve dolayısıyla azaltma ekipmanının asgari boyutunu belirler.

Aktif LEL kontrolü olmadan devridaim yapılabileceği bildirilmektedir. İzin verilen azami devridaim, emniyet düzenlemelerine bağlıdır. Isıtma buhar veya termal yağ ile yapıldığında genellikle LEL'in %25'lik bir seviyesine izin verilir. Isıtmanın elektrikli veya açık alevle olduğu

durumlarda kurallar daha katı olabilir (ayrıca bk. Tablo 17.7).

Araç kaplama boya atölyelerinde (binek otomobiller, kamyonetler, kamyon kabinleri), son 10 yılda inşa edilmiş veya tamamen yenilenmiş boya hatlarına kuru aşırı püskürtmeli ayırma sistemi ile birlikte kabin hava devridaimi kurulur.

Mevcut tesislerin çoğunda, ıslak aşırı püskürtmeli ovalama kurulur ve kabin havasının nemini almak için enerji tüketimi nedeniyle (çalışma gerekliliklerine uymak için), ıslak ovalama ile birlikte devridaim sadece birkaç durumda uygulanabilir.

Prensip olarak, su bazlı ve solvent bazlı boyalar için kabin havasının geri dönüşümü mümkündür; bununla birlikte, nem için su bazlı boya kabininde gereken daha sıkı çalışma parametreleri, uygulanabilirliğini sınırlayabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, LEL ve ürün kalite gereklilikleri veya şartnameleri gibi sağlık ve güvenlik faktörleriyle sınırlanabilir.

Düşük solvent konsantrasyonlarının büyük bir egzoz hava akış hızı ile birleştirildiği durumlarda, ekonomik işleme için belirli bir solvent konsantrasyonu gereklidir. Hava akışındaki solvent konsantrasyonunun artırılması, geleneksel kurutuculara ve püskürtme kabinlerine uygulanabilir.

Kurutucular için bu teknik, yayın rotogravür baskı (toluen geri kazanımını geliştirmek için), fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı gibi baskı işlemlerinde ve otomotiv endüstrisinde yaygın olarak uygulanır. Yayın rotogravür baskısında, yeni baskı makineleri o kadar büyük hava akışlarına sahiptir ki, mevcut geri kazanım tesislerinin genişletilmesi ekonomik değildir.

Püskürtme kabini çıkış gazları için, otomotiv sektöründeki yeni tesislerde ve mevcut birkaç tesiste dahili birikim uygulanır (yukarıdaki Çevresel performans ve operasyonel verilere bakın).

Üretim hattının azami hızının, en düşük otomatik tutuşma noktasına sahip maddenin LEL'sinin %50'sinin korunacağı şekilde ayarlandığı aşındırıcıların imalatında yaygın olarak uygulanır: hat hızı elektronik olarak bu seviyeye göre kontrol edilir.

Ekonomik yönler

Baskı sektöründe, solvent konsantrasyonlarını artırmanın ve hava akışını azaltmanın maliyeti, sadece preslerin yaşına ve düzenine değil, aynı zamanda elde edilen azalmanın boyutuna da bağlıdır. Boru çıkışı azaltmanın kurulacağı durumlarda, daha fazla azaltmanın marjinal maliyeti, azaltma ekipmanının ek kapasitesinin marjinal maliyetine eşit oluncaya kadar hava akışını azaltmak genellikle mantıklı olur. Baskı tesislerinde uygulanan termal oksitleyiciler için bu, m^3/saat başına yaklaşık 10-15 EUR'dur (2006 verileri).

Hava akışının azaltılması aynı zamanda enerji tüketimini de azaltır. Daha az hava kullanıldığı için daha az ısıtılması gerekir. Kurutma sıcaklıklarının düşük olduğu (40-60 °C) durumlarda, bu tasarruflar kendi başlarına genellikle yatırımı garanti etmez.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Daha düşük enerji gereklilikleri dahil olmak üzere daha düşük sermaye yatırımı ve azaltma ekipmanının daha düşük işletme maliyetleri.

Örnek tesisler

Tüm modern yayın dışı rotogravür presleri, araç kaplaması için yeni boyahaneler, tekstil, folyo ve kağıt kaplama: örnek tesis #139 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [4, Almanya 2002] [5, DFIU ve ark. 2002]

[7, Almanya 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.10.3.3 Adsorpsiyon yoluyla çıkış gazlarındaki solventlerin harici konsantrasyonu

Açıklama

Çıkış gazındaki solvent konsantrasyonu, muhtemelen kürleme fırını/kurutucu çıkış gazları ile birlikte, adsorpsiyon ekipmanı yoluyla, püskürtme kabini işlem havasının sürekli dairesel akışıyla artırılır. Bu ekipman şunları içerebilir:

- aktif karbon veya zeolit içeren sabit yataklı adsorber;
- aktif karbonlu akışkan yataklı adsorber;
- aktif karbon veya zeolit ile rotorlu adsorber;
- moleküler elek (bk. Madde 17.10.3.3.1).

Aktif karbon veya zeolitler üzerinde adsorpsiyon tekniğinin ayrıntılı açıklaması için ayrıca bk. Madde 17.10.6.2.

Sağlanan çevresel faydalar

Solvent yükünün (ham gaz konsantrasyonuna bağlı olarak) 1:6 ila 1:30 oranında bir harici sıcak hava akımına iletimi sağlanır. Nispeten küçük bir atık gaz akışı, örneğin bir temizleme solventi olarak yeniden kullanım için oksidasyon veya yoğunlaştırma yoluyla ekonomik olarak bertaraf edilebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Rotorlu adsorber (rotorlu yoğunlaştırıcı) [261, TWG 2016]:
Düşük konsantrasyonlarda VOC içeren çıkış gazları, VOC'lerin emildiği ve temizlenmiş havanın atmosfere yayılabileceği bir zeolit rotorlu yoğunlaştırıcıdan geçer. Rotorun 12 odası vardır. Bir bölme doyduğunda, doymuş zeolit yeniden üretilirken havanın temizlenmesi için yeni bir bölme kullanılır. VOC'lerin desorpsiyonu için 82 °C'nin üzerindeki bir sıcaklıkta sıcak hava kullanılır. Çıkış gazlarının bağıl nemi %90'dan düşük olmalıdır ve VOC konsantrasyonu genellikle 500 mg/m^3'ten az olacaktır. Gerçek koşullara bağlı olarak, desorpsiyon için çok az hava kullanmak mümkündür ve böylece desorpsiyon havasındaki VOC konsantrasyonu, işlenmiş havaya kıyasla 5 ila 20 kat artırılabilir.

Teknoloji hem küçük hem de büyük hava akışları için kullanılabilir (7500 m^3/sa ila 100.000 m^3/sa arası), ancak hava akışı 24 sa/gün temelinde 30 000 m^3/sa'dan fazla olduğunda zeolit rotoru kullanmak özellikle uygundur.

Otomotiv endüstrisinde, tozu uzaklaştırmak için hava akımı adsorpsiyon aşamasından önce işlenmelidir; aksi takdirde adsorpsiyon işlevi etkilenir. Aşağıdakileri içeren bir dizi teknikle elde edilebilen 1-3 mg/m^3'ün altında bir toz seviyesi gereklidir:

- ıslak elektrostatik çökeltme (bk. Madde 17.10.4.5);
- yüksek basınçlı venturi yıkayıcı (bk. Madde 17.10.4.2.1);
- kuru ovalama sistemleri (bk. Madde 17.10.4.4).

Çapraz ortam etkileri

Artan enerji kullanımı.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Düşük VOC içeriği nedeniyle enerji talebinin aşırı olduğu durumlarda uygulanabilirlik kısıtlanabilir. Bu, konsantrasyonların ototermal oksidasyon için yeterince yüksek olduğu durumlarda geçerli değildir. Bu teknik, yalnızca konsantrasyonu artırma ve hava akışını azaltma maliyetinin ek işleme kapasitesi maliyetinden daha az olduğu durumlarda kullanılır.

Genellikle, ototermal oksidasyon koşullarını elde etmek için düşük konsantrasyonlu hava akışlarının işlenmesi (ör. < 2 g/m^3) gerektiği durumlarda uygulanır.

Ayrıca belirli solvent türleri ile sınırlıdır. Makul düşük sıcaklıklarda zeolit veya karbondan arındırılmaları gerekir; aksi takdirde zeoliti veya karbonu tıkarlar ve ömrünü kısaltırlar.

Otomotiv endüstrisinde bu teknik, solvent bazlı püskürtme kabinlerinden çıkan atık gaz için yaygın olarak kullanılmaktadır. Su bazlı püskürtme kabinlerinde kullanılabilir, ancak bu, hava akışının düşük solvent içeriği nedeniyle genellikle ekonomik değildir.

Bu teknik aynı zamanda yapıştırıcı imalatında da yaygın olarak uygulanmaktadır.

Aktif karbon veya zeolit polimerlere sahip rotorlu adsorberler, solvent gaz sıcaklıkları 38 °C'yi aştığında etkinlikte çarpıcı bir düşüş yaşar. Esnek ambalaj üreten preslerdeki kurutucular genellikle 38 °C'yi aşan sıcaklıklarda egzoz çıkış gazlarına sahiptir. Bu, rotor yoğunlaştırıcıları fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı endüstrisi için kötü bir seçim haline getirir. Rotogravür ve kurutmalı web ofset baskı yayınlarında kullanılmazlar.

Ekonomik yönler

Yeniden kullanım için solventi konsantre etme maliyetine karşılık malzeme satın alma maliyeti, bu uygulamanın yerel maliyet koşullarına ve işlenmemiş malzeme satın alma fiyatına bağlı olarak uygulanması anlamına gelir.
Yaklaşık 75.000 Nm^3/sa hava akışına sahip bir rotorlu adsorber uygulamasından elde edilen veriler, dokuz katlık bir VOC konsantrasyon oranı ve dolayısıyla müteakip RTO'nun gaz tüketiminde %76'lık bir azalma gösterir [261, TWG 2016].

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Konsantre atık gaz akışının sonraki nihai işleme için azaltılmış VOC emisyonları ve azaltılmış enerji tüketimi.

Örnek tesisler

Çeşitli sektörler için çok sayıda tesis tarafından rapor edilen bir ön işleme tekniği olarak yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018] [261, TWG 2016]

17.10.3.3.1 VOC tepe noktalarının ortadan kaldırılması için moleküler elek tamponu

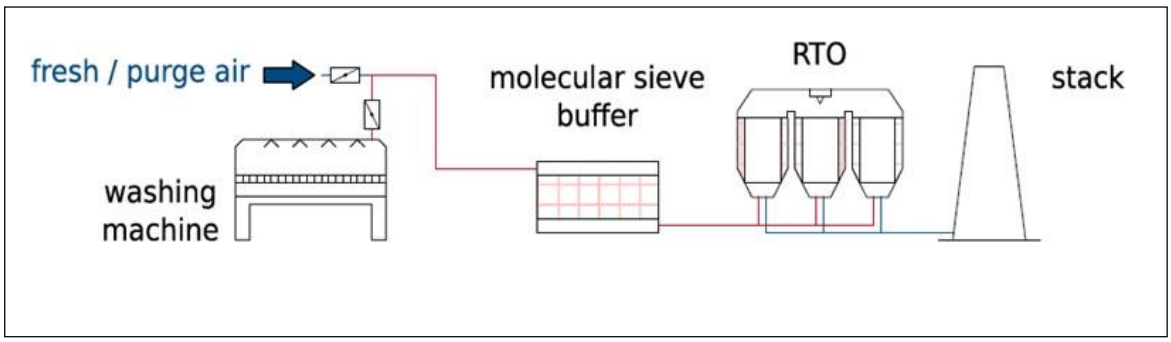
[DE yorumu #290 [212, TWG 2018]]

Teknik Açıklama

Moleküler elek tampon sistemi şunlardan oluşur:

- giriş konsantrasyonu izleme ve emniyet baypas sistemi;
- VOC homojenizasyonu için solvente özel moleküler elek malzemesinden düz yatak;
- diferansiyel basınç kontrolü.

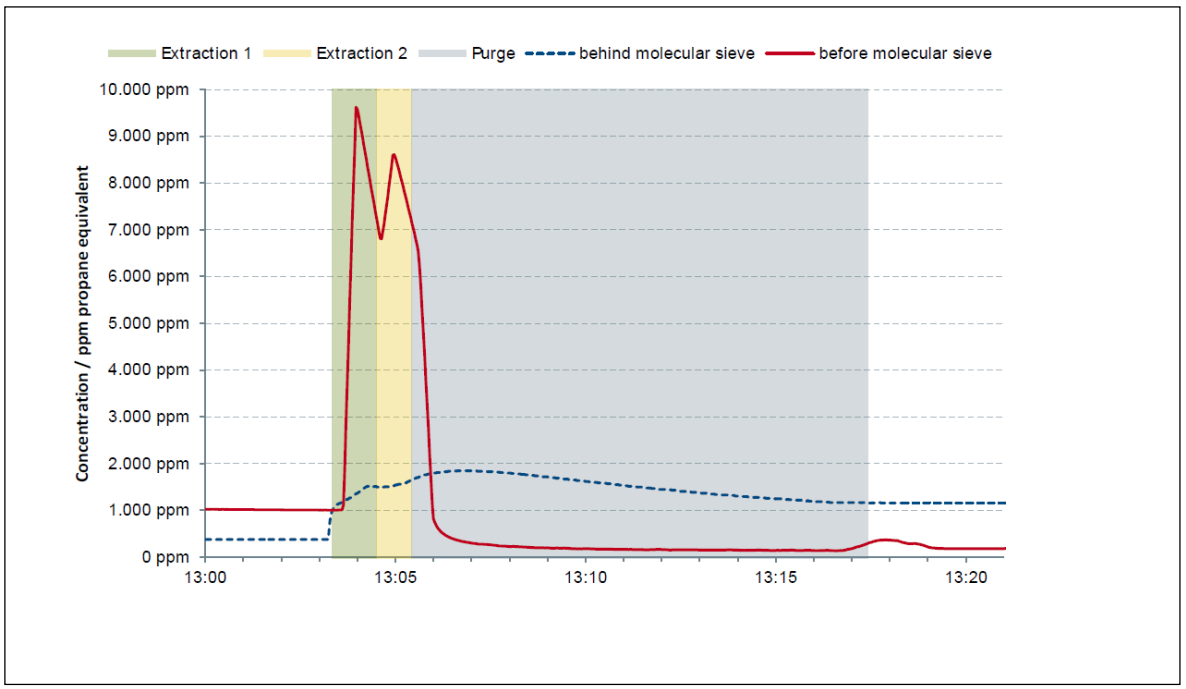
Şekil 17.19'da, otomatik bir yıkama makinesinin çıkışına bağlı moleküler elek tamponu şeması gösterilmektedir.



Şekil 17.19: Moleküler elek-tampon destekli çıkış gazı işleme sisteminin şeması

Moleküler elek tampon sistemi, VOC'ye özgü moleküler elek malzemesinden oluşan düz bir yataktan oluşur. Moleküler elekler, sabit büyüklükte gözeneklere sahip malzemelerdir (bk. Şekil 17.20). Gaz malzemeyi geçer ve VOC molekülleri iç yüzey tarafından çekilir ve adsorbe edilir. Sabit sıcaklık ve basınç için moleküler eleğin adsorpsiyon kapasitesi giriş konsantrasyonu ile belirlenir. Tampon, giriş konsantrasyonuna bağlı olarak denge noktasına gelecektir.

Giriş konsantrasyonu düşerse, dengeli bir tampon, solvent bırakacaktır. Giriş konsantrasyonu artarsa, tampon daha fazla solvent adsorbe eder. Sonuç, düzleştirilmiş bir konsantrasyon yük eğrisidir. Girişte oluşan tepe noktaları (pikler) azaltılır ve önceden adsorbe edilmiş solvent ile düşük konsantrasyonlar yükselir.



Şekil 17.20: Moleküler elek tamponundan önce ve sonra bir yıkama makinesinin VOC yük eğrisi

Çıkış gazının kaynağı olan yıkama makinesi otomatik süreç kontrolüne sahiptir. Manuel yükleme işleminden sonra çıkış gazı havalandırması olmadan yıkama programı başlar. Temizlenen parçalar durulandıktan sonra, kumanda, kapağın kilidi açılmadan ve operatörün kapağı açmasına izin verilmeden önce, makinenin içindeki solvente doymuş havanın iki aşamalı olarak çıkarılmasını başlatır. Hacimsel akış, ekstraksiyon aşaması 1 sırasında 2000 m^3/sa'dır ve ekstraksiyon aşaması 2'de 1 000 m^3/saate düşürülür. Yıkama makinesi operatör tarafından boşaltılıp yeniden doldurulurken moleküler elek tamponu temiz hava ile 12 dakika boyunca temizlenir.

Şekil 17.20'de kaydedilen VOC yük eğrisinde, giriş konsantrasyonu kırmızı ile gösterilmektedir. Tüm ekstraksiyon süreci boyunca, konsantrasyon seviyesi patlama aralığındadır. Moleküler eleğin aşağı akışında, konsantrasyon 2 000 ppm'nin altında kalır ve ATEX[50] önlemleri gerektirmez.



Şekil 17.21: Peletlenmiş doğal moleküler elek (zeolit)

Yukarıdaki örnek tesisin (metal kaplama) özellikleri:

- solvent bazlı yıkama makinesi;
- boya ve vernikle kirlenmiş aletlerin ve makine parçalarının temizlenmesi;
- işlenen atık gaz hacmi: 2 000 m3/sa;
- moleküler elek ömrü: 10 yıl.

Sağlanan çevresel faydalar

Konsantrasyon aşımlarını önlemek için ilave seyreltme havası yerine bir moleküler elek kullanılır. Bu durumda, emisyon kaynağının toplam egzoz gazı havası hacmi altıda bire düşürülür. Bunun yerine, kısa (fazla) yüksek konsantrasyonlu bir süre boyunca, akış aşağı RTO'ya daha uzun bir süre boyunca ototermal çıkış gazı işleme için yeterli sabit bir solvent konsantrasyonu sağlanır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

- Çıkış gazı işleme sistemi önemli ölçüde daha küçüktür.
- Patlama riskleri, seyreltme havası olmadan özünde ele alınır.
- Temizleme döngüsü sırasında destekleyici enerji olarak solvent emisyonları kullanıldığından, RTO'nun doğal gaz tüketimi azalır.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi: Moleküler elek pasif bir bileşen olarak hareket eder ancak genel çıkış sistemine küçük bir basınç düşüşü ekler. Seyreltme havasının olmaması dikkate alındığında, havalandırma için gereken elektrik enerjisi ilk duruma göre daha düşüktür.

Atık su: Atık su oluşmaz.

Atık: Kullanım ömrü boyunca atık oluşmaz. Moleküler elek malzemesi kullanım ömrünün sonuna (> 10 yıl) ulaştığında, sıcaklık artırılarak solvent kalıntılarından temizlenebilir.

[50] Üye Devletlerin potansiyel olarak patlayıcı ortamlarda kullanılması amaçlanan ekipman ve koruyucu sistemlerle ilgili yasalarının yakınlaştırılmasına ilişkin Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 23 Mart 1994 tarihli ve 94/9/EC sayılı Direktifine göre.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

VOC yük eğrisi yumuşatma için moleküler elek tamponları, yeni tesislerde ve enerji verimliliğini artırmak için mevcut tesislerin iyileştirilmesi için uygulanabilir. Sistem, genellikle kaplama veya baskı faaliyetlerinden kaynaklanan tüm uçucu organik bileşiklerin işlenmesi için kullanılabilir. Tipik hacim akışları 1 000 m^3/sa ila 200.000 m^3/sa arasında değişir.

Ekonomik yönler

Yatırım ve işletme maliyetleri, atık gaz hacmine ve işlenecek organik bileşiklerin konsantrasyon seviyesine bağlıdır:

- atık gaz hacmi: STP'de 2000 m^3/saat (standart sıcaklık ve basınç);
- Atık gazdaki TOC konsantrasyonu: > %100 LEL;
- yatırım maliyetleri: yaklaşık 50.000 Euro (2018 verileri);
- enerji tasarrufu: çalışma saatinde yaklaşık 8 m^3 doğal gaz;
- bakım sıklığı: ayda 1 saat

Spesifik işletme maliyeti: Doğal gaz: 0,45 EUR/m^3 (2018 verileri).

Boru çıkışı sisteminin işletme maliyeti azalır. Uygulamaya bağlı olarak ~ 2 yıl içinde yatırım getirisi makuldür.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

VOC pikinin uzaklaştırılması için moleküler elek tamponunun uygulanmasının ana nedeni, işletme maliyetinin ve herhangi bir aşağı akış çıkış gazı işleme sisteminin boyutunun azaltılmasıdır. Daha fazla patlama riskleri yönetilebilir hale gelir.

Örnek tesisler

Fleksografi ve laminasyon: Tesis #159.
Metal yüzeylerin kaplanması: Tesis #176 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[155, TWG 2016] [212, TWG 2018] [259, COM 2017]

17.10.3.4 Atık gaz hacmini azaltmak için Plenum tekniği

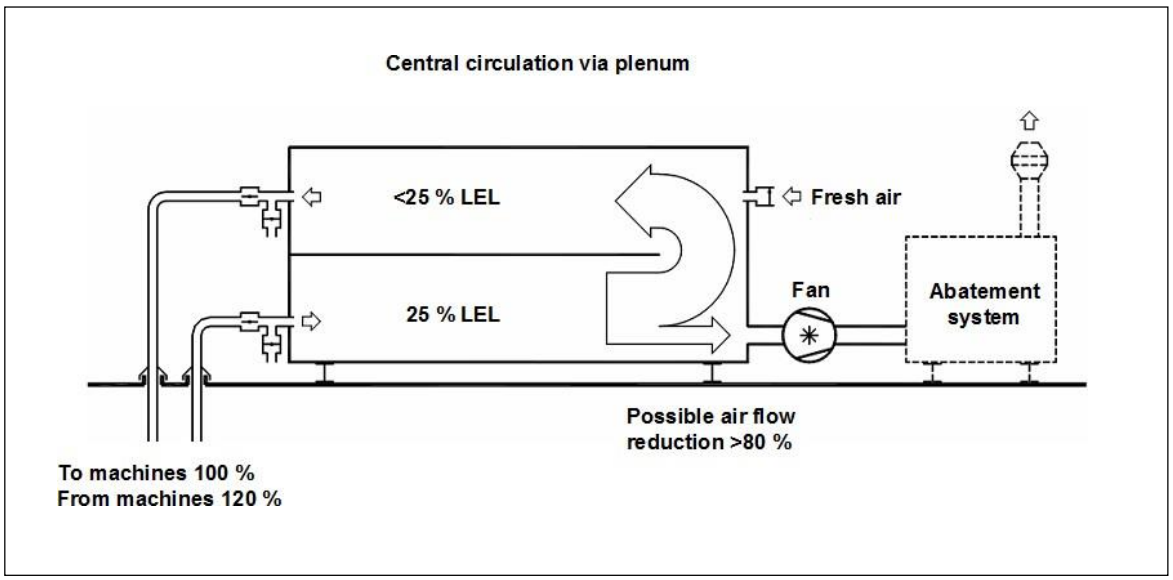
Açıklama

Kürleme fırınlarından/kurutucularından çıkan gazlar büyük bir odaya (plenum) gönderilir ve kürleme fırınlarında/kurutucularında giriş havası olarak kısmen devridaim edilir. Plenumdan gelen fazla hava, çıkış gazı işleme sistemine gönderilir. Bu döngü, kürleme fırınlarının/kurutucuların havasındaki VOC içeriğini arttırır ve atık gaz hacmini azaltır.

Teknik Açıklama

Plenum, dağıtım için bir üfleyiciden hava alan bir yapıda (havalandırma sisteminde olduğu gibi) hava dolu bir boşluk olarak tanımlanır. Bu teknikte, solvent konsantrasyonunu artırmak ve bir azaltma tekniği ile işlenecek net hava hacmini azaltmak için kurutuculardan gelen havanın harici devridaimi için bir sistemin kilit parçasıdır. Şekil 17.22'ye bakınız.

Birkaç kurutucudan, genellikle birkaç farklı kaplama makinesinden gelen egzoz havası, büyük bir odaya - plenuma gönderilir. Kurutucular, giriş havasının büyük bir yüzdesini bu odadan alır. Kurutucular, giriş havalarını kaplama makinesinin çevresinden tamamlar. Böylece, plenuma, kurutucuların alacağından daha fazla hava gönderilir. Plenumdan gelen fazla hava, boru çıkışı azaltma tekniğine gönderilir.



Şekil 17.22: Plenum odası

Plenumdaki solvent konsantrasyonu sürekli olarak ölçülür. Kurutucular tarafından plenumdan çekilen havadaki konsantrasyonun, EN 1539'a göre LEL'nin %25'ine kadar yükselmesine izin verilir. Kurutucular, çevrelerinden, egzozlarındaki konsantrasyonun LEL'nin %25'ini geçmeyecek kadar yeterli taze hava alır. Plenumdaki konsantrasyon bu amaç için çok yükseldiğinde, buradan daha fazla hava çekilir ve plenumdaki havaya taze hava eklenir.

Plenum, kurutuculardaki dahili hava devridaimine bir alternatiftir (bk. Madde 17.10.3.2).

Sağlanan çevresel faydalar

Azaltma tekniği ile işlenecek net hava hacmi çok azalır. Azaltma tekniğinin ototermal çalışması mümkün hale gelir. Oksidasyondan enerji geri kazanımı mümkün hale gelir.

Kurutucularda ısıtılacak net hava miktarı, çevresinden alınan miktara indirildiği için enerji tasarrufu da sağlanır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Kurutucuların herhangi bir dahili sirkülasyon olmadan uygulandığı ve aksi takdirde çıkıştaki solvent konsantrasyonunun m^3 başına bir veya iki gramdan fazla olmayacağı durumlarda, azaltma tekniği ile işlenecek net hava akışı %80'e kadar azaltılabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Teknik, kurutucu çıkış havasında düşük solvent konsantrasyonlarının meydana geldiği ve kurutucu havanın dahili sirkülasyonunun teknik olarak mümkün olmadığı veya tesisteki çok sayıda kurutucu nedeniyle orantısız şekilde pahalı olduğu durumlarda uygulanabilir. Bu tür durumlar, örneğin, her biri sekiz veya daha fazla kurutucuyla birlikte birkaç eski fleksografik veya rotogravür baskı makinesinin kullanıldığı durumlarda ortaya çıkabilir.

Tüm kurutucuların giriş sıcaklığı aynı olacaktır. Bu, bazı kurutucular yüksek sıcaklıklar gerektirdiğinde ve diğerleri gerektirmediğinde zorluklara neden olabilir.

Ekonomik yönler

Plenum ucuz bir teknik değildir. Kurutucularda dahili devridaimin mümkün olduğu ve kurutucu sayısının sınırlı olduğu durumlarda, daha büyük bir oksitleyici ile birleştirilmiş dahili devridaimin net maliyeti, plenumunkinden daha düşük olabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Uygulanabilir olduğunda (yukarıya bakın), itici güç, alternatiflere kıyasla ekonomik olarak avantajlı olduğu zamandır.

Örnek tesisler

LPF, Leeuwarden, Hollanda,
Kurutmalı web ofset baskı: Tesis # 002'de [155, TWG 2016].

Referans literatür

[115, Verspoor ve ark. 2005] [155, TWG 2016]

17.10.4 Toz azaltma

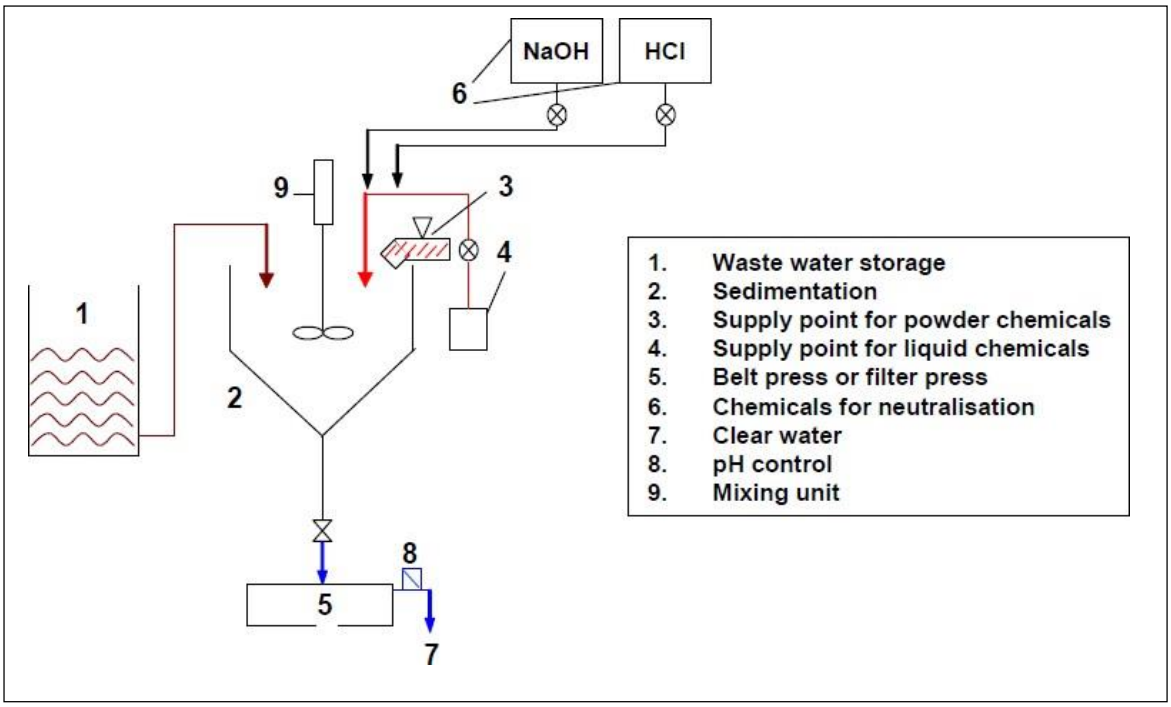
17.10.4.1 Islak ayırmalı püskürtme kabini (yıkanmış darbe paneli)

Açıklama

Püskürtme kabini arka panelinden dikey olarak aşağıya doğru basamaklanan bir su perdesi, fazla püskürtülmüş boya parçacıklarını yakalar. Su-boya karışımı bir rezervuarda tutulur ve su yeniden sirküle edilir.

Teknik Açıklama

Yüzeylere boya malzemelerinin püskürtüldüğü bir püskürtme kabinindeki aşırı püskürtme, su perdesi uygulanarak engellenebilir. Su-boya karışımı yakalanır ve püskürtme kabininin altındaki bir haznede işlenir.
Atık su genellikle işlenir.



Şekil 17.23: Islak ayırmalı püskürtme kabininde uygulanan atık su işleme şeması

Sağlanan çevresel faydalar
Havaya salınan toz emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Tozun uzaklaştırılması. %98-99 verimlilik elde edilebilir. Bazen toplanan boya tekrar kullanılabilir.

Çapraz ortam etkileri
Su birden çok kez yeniden dolaştırılsa da, artık atık su (sistemin periyodik temizliği sırasında işlenmesi ve bertaraf edilmesi gerekecek) ve geri dönüştürülebilen ancak bertaraf edilmesi gerekebilecek kirli çamur üretimi vardır [ACEA yorumu #337 [212, TWG 2018].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.
Islak ayırmalı püskürtme kabinleri, su ve solvent bazlı boyalara uygulanabilir. Bunlar aşağıdakilere ilişkin olarak yaygın uygulamadır:

- ahşap ve mobilya boyama;
- otomotiv endüstrisi; araçların seri kaplaması için bu endüstride, özel bir ıslak ayırma türü (venturi yıkayıcı, bk. Madde 17.10.4.2) yaygın olarak uygulanır;
- uçak bileşenlerinin kaplanması;
- metal ve plastik yüzeylerin kaplanması;

Ekonomik yönler
2-5 m3/saat atık su tutma kapasitesine sahip ve yaklaşık 4 m^2lik bir zemin yüzey alanını kaplayan bir tesis için tahmini maliyetler, Nm^3 başına yaklaşık 20.000 Euro veya 1-2 Euro'dur (2006 verileri). Tesisin bu boyutu, birkaç su perdesi olan büyük püskürtme bölgeleri için uygundur.

Referans literatür
[5, DFIU ve ark. 2002] [27, VITO 2003] [38, TWG 2004] [212, TWG 2018]

17.10.4.2 Islak ovalama

Açıklama

Çıkış gazındaki boya partikülleri ve diğer tozlar, çıkış gazının suyla yoğun şekilde karıştırılmasıyla yıkayıcı sistemlerinde ayrıştırılır.

VOC'nin uzaklaştırılması için bk. Madde 17.10.6.3.

Teknik Açıklama
Çıkış gazındaki boya parçacıkları, çıkış gazının uygun bir sıvı (genellikle su) ile yoğun bir şekilde karıştırılmasıyla yıkayıcı sistemlerinde ayrılır. NO_X gibi diğer kirleticileri gidermek için ıslak yıkayıcılar da kullanılabilir.

Otomobil endüstrisinde, venturi yıkayıcı adı verilen (venturi ilkesine dayanan) özel bir yıkayıcı türü kullanılır, aşağıdaki Madde 17.10.4.2.1'e bakın.

Sağlanan çevresel faydalar
Havaya salınan toz emisyonlarının azaltılması. Hava akımlı yıkayıcıda, boya partikülleri yaklaşık %95 oranında ayrılır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Boyanın püskürtülmesiyle, normalde yakalanması ve işlenmesi gerekebilecek bir aşırı püskürtme ortaya çıkar. Kalan partikül içeriği, püskürtme kabininin temizlenmiş atık gazının doğrudan bir işleme sistemine sağlanıp sağlanmadığına bağlıdır. Islak yıkayıcıdan (venturi yıkayıcılar) sonra boya parçacıklarının ayrılması için ek boya parçacık ayırıcıları gerekli olabilir. Özellikle solvent geri kazanımına yönelik sirkülasyonlu bir hava akımı varsa veya sonraki montaj parçalarının (rotor, ısı eşanjörü) korunması gerekiyorsa ikincil ayırma yöntemleri uygulanır.

Çapraz ortam etkileri

Filtreleme enerji gerektirir ve gürültü, atık ve atık su üretebilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak hem su bazlı hem de solvent bazlı boyalara uygulanabilir.

Ekonomik yönler

Sermaye maliyeti: 1 000 Nm^3/saat için 2.000 Euro'dan 30.000 Euro'ya kadar (devridaim pompalı yıkayıcı) (2006 verileri); maliyet, uygulamaya, örneğin gazlardaki safsızlıkların türüne büyük ölçüde bağlıdır.

Örnek tesisler

Çeşitli kaplama sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [94, VITO 2004] [155, TWG 2016]

17.10.4.2.1 Venturi yıkayıcılı parçacık ayırma

Açıklama

Dolaşan su ile bir venturi sistemi kullanılarak boya kabini egzoz havasından boya parçacıklarının (aşırı püskürtme) ayrılması.

Teknik Açıklama

Uygulama bölgesinden çıkan atık gaz boya partikülleri içermektedir. Bu hava, püskürtme kabininin altındaki bir venturi yıkayıcıya taşınır. Venturi yıkayıcı üç bölümden oluşur: yakınlaşan bölüm, boğaz bölümü ve uzaklaşan bölüm. Giriş gazı akımı yakınlaşan bölüme girer ve alan azaldıkça gaz hızı artar. Sıvı, ya boğazdan ya da yakınlaşan bölümün girişinden verilir. Venturi yıkayıcıda su damlacıkları bir su perdesinden ayrılır. Su damlacıkları boya partikülleri ile birleşerek bu ağır partiküllerin suda birikmesini sağlar.

Su ve ince çamur sürekli olarak sirkülasyondan çekilir ve pıhtılaştırılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya salınan partikül emisyonlarında azalma. Venturi yıkayıcıda, boya partikülleri yaklaşık %99 oranında ayrılır ve genellikle <3 mg/m^3lük bir kalan partikül konsantrasyonu elde edilir. Bazı eski tasarımlar, 5 mg/Nm^3e kadar emisyon konsantrasyonlarına ulaşabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Boyanın püskürtülmesiyle, normalde yakalanması ve işlenmesi gerekebilecek bir fazla püskürtme meydana gelir. Bu ayırma, tüm tesisin güvenli çalışmasını temin etmek, hava sirkülasyonunu sağlamak ve çalışma ve çevre yasal gerekliliklerini karşılamak için gereklidir.

Klima için enerji harcaması nedeniyle, örneğin %80'lik hava devridaimi ekonomik değildir ve sağlık nedenleriyle belirlenmemiştir.

Ayrıca, ıslak sistemler, büyük filtre kanalları içeren kuru sistemlere göre daha az yer gerektirir ve katı filtre ortamının atılmasını gerektiren kuru sistemlerin kullanımına kıyasla atıkta bir azalma vardır.

Çapraz ortam etkileri

Filtreleme enerji gerektirir ve gürültü, atık (boya çamuru) ve atık su üretebilir. Su birden çok kez yeniden dolaştırılsa da, sistemin periyodik temizliği sırasında işleme ve bertaraf edilmesi gereken artık atık su ve geri dönüştürülebilen ancak bertaraf edilmesi gerekebilecek kirli çamur vardır [ACEA yorumu #337 [212, TWG 2018]]].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Araç kaplama gibi yüksek verimli boya atölyelerinde yaygın olarak uygulanır.

Örnek tesisler

Avrupa'da 2008'den önce inşa edilen tüm VW boyahanelerinde.

Referans literatür

[5, DFIU ve ark. 2002] , [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

[94, VITO 2004] [169, VDI 2013] [190, ESVOC 2017] [212, TWG 2018]
[265, TWG 2019]

17.10.4.3 Önceden kaplanmış filtre (malzeme) ile kuru aşırı püskürtmeli ayırma

[183, ACEA 2017]

Açıklama

Membranların kirlenmesini önlemek için ön kaplama malzemesi olarak kireçtaşı ile birleştirilmiş membran filtrelerin kullanıldığı kuru boya aşırı püskürtme ayırma işlemi.

Teknik Açıklama

Kireçtaşı kaplı membran filtreler kullanılarak endüstriyel püskürtme kabinlerinde susuz aşırı püskürtme giderme. Bu, yapışkan ıslak aşırı püskürtme parçacıklarının filtre yüzeyi ve filtre modülünün içi ile doğrudan temasını önler.

Bir filtreleme döngüsünün başlangıcında, hazneye taze kireçtaşı (ön kaplama malzemesi) verilir. Hava memeleri, kuru malzemeyi püskürtme kabininden gelen hava akımına üfler. Kireçtaşı dairesel kanallarda filtre modüllerinden geçerek tüm filtre elemanları arasında sirkülasyonu sağlar. Havadaki ön kaplama (kireçtaşı) partikülleri kapalı, ince bir koruma tabakası olarak filtre yüzeyine ve modüle yapışır. Bu, yapışkan ıslak aşırı püskürtme partiküllerinin filtre yüzeyi ve filtre modülünün içindeki doğrudan temasını önler.

Filtre temizleme işlemi tamamen otomatiktir:

Boya uygulaması sırasında hava sirkülasyonu ile boya partiküllerinin filtre üzerinde ayrılması gerçekleşir. Boya parçacıkları ön kaplama malzemesi üzerinde birikir ve bir filtre pastası oluşturur. Bu, filtre üzerindeki hava direncinde bir artışa neden olur. Önceden ayarlanmış aralıklarla, filtre pastasının otomatik olarak üflenmesi tetiklenir. Filtre elemanının temiz gaz tarafından bir basınçlı hava jeti yaklaşık 0.25 saniye püskürtülür ve temizleme ile sonuçlanır. Filtre modülünün temizlenmesi yaklaşık olarak her 25 dakikada bir gerçekleşir. Ön kaplama ve boya malzemesi karışımı haznenin dibine düşer ve belli bir doyma noktasına ulaşılana kadar orada kalır. Bu doyma noktasına ulaşıldığında, kullanılmış ön kaplama malzemesi çıkarılır ve yeni malzeme ile değiştirilir.

Kullanılan önceden kaplanmış malzeme doğal bir kireçtaşıdır.

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya salınan toz emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bir membran tabakasıyla kaplanmış, işlem için optimize edilmiş, otomatik olarak yenilenen filtre, 0.1 mg/m^3'ün altında partikül filtrelemesi sağlar. Bu %100'e yakın filtreleme işlemi, ilave filtre seviyeleri gerekmeden püskürtme kabinlerine doğrudan devridaim yapılmasına izin verir. Bu filtreleme işlemi, filtre elemanının yüzeyinde gerçekleşir ve hiçbir ön kaplama malzemesi veya boya partikülü filtre membranından geçmediği için sirkülasyon işleminde temiz havanın doğrudan devridaimine izin verir.

Aşağıdaki avantajlardan söz edilebilir:

- su tüketiminin azaltılması ve atık su oluşumunun olmaması;
- enerji tüketiminde ve CO_2 emisyonunda önemli azalma (kullanılan havanın koşullandırılmasına gerek yoktur);
- partikül emisyonlarında önemli azalma;
- hava koşullarına bağımlılık olmaması.

Buna şunlar neden olur:

- işlem havasının doğrudan devridaimi;
- azaltılmış hava işleme nedeniyle hava besleme ünitesinin azaltılması;
- ısı geri kazanımı.

Diğer kaynak değerlendirmeleri aşağıdaki gibidir:

- Temizleme süreci (aşağıya bakın, atık suyun olmaması, toz emisyonunun azaltılması):
  - su tüketiminin ve atık suyun azaltılması: aşırı püskürtme ayırma için su gerekmemesi;
  - klima için su tüketiminin azaltılması.
- Tehlikeli kimyasal kullanımında azalma:
  - ıslak yıkayıcı su sistemlerini stabilize etmek için yapışkanlık giderici kimyasallar veya biyositlerin kullanılmaması.
- Atık Yönetimi:
  - üretimle doğru orantılı atık oluşumu;
  - üretilen atık, tehlikeli olmayan atık olarak onaylanmıştır.
  - solvent kalıntıları ile boya çamurunun atılmaması.
  - çimento klinkeri veya kireç fabrikalarında yeniden kullanılan toplanan atıklar.

Çapraz ortam etkileri

- Doğal hammadde tüketimi (kireçtaşı).
- Endüstriyel miktarlarda yeni bir tür atık üretimi.
- Hacimli yeni kireç taşının teslim edilmesi ve kullanılmış olanın kaldırılması nedeniyle kamyon yolu trafiğinin artması.
- Plastik folyo atıklarının artması (püskürtme kabininin iç yüzeylerini ve bölme plakalarını korumak için.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Teknik, tesis düzenine bağlı olarak solvent veya su bazlı boyalar kullanılarak mevcut tesislerde uygulanabilir. Önemli bir işlem değişikliği gerekli değildir ancak kuru ayırma sistemi daha yüksek çatı gerektirir [256, COM 2018]. Boya kabini

püskürtme bölgesi altında yeterli yüksekliğe sahip değilse, mevcut tesislerde kurulum mümkün değildir. Kabinin tamamen değiştirilmesi gerekecektir.
Dikkate alınması gereken bazı parametreler şunlardır:

- Çok güvenilir bir süreç olmakla birlikte yetenekli operatörlere ihtiyacı vardır.
- $CaCO_3$ depolaması uygulamak için dış mekan kapasitesi, boya kabininin yanında mevcut olmalıdır.
- Yalnızca onaylanmış niteliklere sahip kireç taşı kullanılabilir; herhangi bir sapmanın filtreleme verimliliği ve filtre malzemesinin ömrü üzerinde olumsuz etkileri olabilir.
- Kullanılan filtrenin kalitesi ve maliyeti.

Aynı zamanda çeşitli plastik parça boyahanelerinde de uygulanmaktadır (ör. otomotiv tamponları).

Ekonomik yönler

Islak yıkayıcı ile yapılan yatırım farkı, tesise bağlı olarak 1 yıldan daha kısa bir süre sonra telafi edilir (her iki çözüm için benzer yatırım ve bakım maliyetleri, ancak işletme maliyetleri daha düşüktür).

Uygulanmasını teşvik eden faktör

- Daha az bakım faaliyeti.
- Basit, tam otomatik sistem.
- Uzun filtre değiştirme döngüsü (3 yıldan fazla kanıtlanmış kullanım ömrü).

Örnek tesisler

Bu sistem dünya çapında 30'dan fazla yeni araç boyahanesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.
Avrupa: 2008'den itibaren, en az 10 binek otomobil fabrikası ve 4 ticari araç fabrikası. Örnek tesis #047, [155, TWG 2016].
ABD: 2011'den itibaren, en az 6 binek otomobil fabrikası. Çin: 2011'den beri en az 18 binek otomobil fabrikası.
Aynı zamanda çeşitli plastik parça boyahanelerinde de uygulanmaktadır (ör. otomotiv tamponları).

Referans literatür

[183, ACEA 2017] [256, COM 2018] [265, TWG 2019]

17.10.4.4 Filtreler (karton, kumaş veya sinter) kullanarak kuru aşırı püskürtmeli ayırma

Açıklama

Mekanik ayırma sistemi, örneğin karton, kumaş veya sinter kullanarak.

Teknik Açıklama

Karton, kumaş veya sinter kullanarak kuru ayırma, püskürtme kabininin ızgara seviyesinin altında bulunan mekanik bir ayırma sistemidir. Atık hava (boya parçacıkları ile kirlenmiş) karton filtreden emilecektir. Filtrelerden geçerken boya partikülleri havadan uzaklaştırılacaktır. Karton filtreden sonra ikinci bir filtre, ayırma oranını arttırır. Filtreler tamamen boya ile yüklendiğinde, yeni, yüksüz filtre kutuları ile manuel olarak değiştirilecektir. Değişim üretim sırasında yapılabilir. Filtre kutusunun boya ile yüklenmesinin durumu, ağırlık veya basınç düşüşü ile gösterilir ve filtre değişimi için doğru zamanı belirlemek için kullanılabilir.

Havayı yeniden sirküle etmek veya bir besleme ve egzoz havası sistemi kullanmak mümkündür.





Şekil 17.24: a) 6 karton filtre kutulu filtre arabası (kaynak Dürr) ve b) E-Cube Filtre konsepti (kaynak Eisenmann)

Sağlanan çevresel fayda

- İkinci torba filtre aşamasından sonra ve egzoz havasındaki partikül konsantrasyonu < 0,1 mg/m3.
- Kompakt yerleşim ve %35'e kadar azaltılmış enkesit.
- Her boyuttaki tüm sistemler için uygundur.
- Kimyasallara, suya veya diğer katkı maddelerine gerek yoktur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Daha düşük enerji kullanımı:

- İşlem havasının doğrudan devridaimi.
- Azaltılmış hava işleme nedeniyle hava besleme muhafazasının azaltılması.
- Isı geri kazanımı gerekmemesi.
- Daha küçük boya kabini boyutları ve azaltılmış hava hacmi akışı.
- Enerji maliyetlerinde %60 azalma.

Daha düşük hammadde kullanımı:

- Aşırı püskürtmeli ayırma için su gerekmemesi.
- Yapışkanlık giderici solventler veya diğer pıhtılaşma kimyasallarının kullanılmaması.
- Çamur bertarafi olmaması.
- Klima için %80 azaltılmış su tüketimi. Daha az

bakım:

- Basit, yarı otomatik sistem.
- Temizlenecek kabin

ızgarası olmaması. Süreç

avantajları:

- Kaygısız, güvenilir ve hijyenik hava devridaim sistemi.
- Dış hava koşullarından düşük kabin iklimi etkisi (sadece %5-20 taze hava ikmali).
- Otomatik filtre rejenerasyonu yoluyla sağlanan dengeli kabin koşulları (sabit basınç).
- Boya aglomerasyonlarından kaynaklanan boya partikül emisyonlarının önlenmesi.

Filtreler çoğunlukla geri dönüştürülmüş malzemelerden yapılabilir ve depolama ve teslimat sırasında katlanabilir. Hiçbir kimyasal, su veya katkı maddesi gerekmez.

Harcanan modüller yakma yoluyla yakıt kaynağı olarak kullanılabilir.

Çapraz ortam etkileri

- Atık üretimi (harcanan filtre malzemeleri).
- Hacimli yeni kartuşların taşınması ve kontamine olanların çıkarılması nedeniyle taşımada artış.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Teknik, aşağıdaki sektörlerde kaplamada uygulanmaktadır:
Binek araçlar, kamyonetler, kamyonlar ve otobüsler;

- trenler;
- iki tekerlekli araçlar;
- plastik parçalar ve
- genel endüstri ürünleri.

Filtrelerin montajı ve değiştirilmesi kolaydır - bu, vasıfsız personel tarafından yapılabilir.

Ekonomik yönler

Güçlendirme için bir yatırım maliyeti vardır, ancak malzeme ve enerji tasarrufu nedeniyle maliyet düşüşü vardır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Filtreler, egzoz havasına düşük partikül emisyonu sağlar. Bu, egzoz havasının sirkülasyon havası olarak kullanılabileceği anlamına gelir. Dolaşan havanın işlenmesi daha az enerji gerektirir ve kaynak tasarrufu sağlar.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanır. Avrupa, ABD ve Çin'de çeşitli boyahaneler.

Referans literatür

[183, ACEA 2017] [212, TWG 2018] [265, TWG 2019]

17.10.4.5 Elektrostatik filtre

Açıklama

Elektrostatik filtrelerde, parçacıklar bir elektrik alanının etkisi altında yüklenir ve ayrılır. Bir kuru elektrostatik filtrede (ESP), toplanan malzeme mekanik olarak uzaklaştırılır (ör. sallama, titreşim, basınçlı hava). Islak bir ESP'de, genellikle su bazlı bir ayırma maddesi olan uygun bir sıvı ile yıkanır, bk. Madde 2.4.7.3.

Sağlanan çevresel faydalar

Elektrostatik filtre sistemleri, yüksek aşırı püskürtme azaltma verimliliğine (%99'dan fazla) ve bu nedenle çok düşük kalan partikül konsantrasyonuna (1 mg/m^3ten az) sahiptir, ayrıca bk. Madde 2.4.7.3.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Elektrostatik filtreler, ovalama sisteminden sonra ikincil bir ayırma adımı olarak da uygulanabilir (Madde 17.10.4.2'de açıklanmıştır). Elektrostatik filtre, solvent adsorpsiyon/desorpsiyon teknikleri veya solvent azaltma teknikleri için ön işleme işlevi görebilir (bk. Madde 17.10.3.3).

Çapraz ortam etkileri
Islak elektrostatik filtreler ile ıslak atık ve işleme gerektirebilecek atık su üretimi söz konusudur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir. Otomotiv endüstrisinde uygulanır (bk. Madde 2.4.7.3).

Ekonomik yönler
Genel olarak, elektrostatik filtrelerle ilgili tesis maliyeti, kuru filtrelere göre daha yüksektir, ancak işletme maliyeti daha düşüktür.

Örnek tesisler
Madde 2.4.7.3'e bakınız.

Referans literatür
[5, DFIU ve ark. 2002] [38, TWG 2004] [95, CEI-BOIS 2006] [94, VITO 2004] [212, TWG 2018]

17.10.5 Oksidasyon teknikleri

Çıkış gazlarının ısıl işlemine yönelik teknikler bu bölümde tartışılmaktadır. Oksidasyon teknikleri iki ana kategoriye ayrılabilir: enerji geri kazanımı ile birlikte olanlar ve olmayanlar.

Solvent karışımı H, C veya O dışında elementler içeriyorsa tehlikeli, toksik ve/veya aşındırıcı yan ürünler oluşabilir. Halojenli bileşikler içeren solventler zararlı baca gazları oluşturur. Bu baca gazları nitrojen içerdiğinde NOx, sülfür içerdiğinde ise SOx oluşturur. Kanallarda ve havalandırmalarda oksidasyon meydana gelebilir.

17.10.5.1 Çıkış gazlarının yakma tesisine gönderilmesi

Açıklama

Çıkış gazları (kısmen veya tamamen) buhar ve/veya elektrik üretimi için kullanılan bir yakma tesisine (CHP tesisleri dahil) yanma havası ve ek yakıt olarak gönderilir.

Teknik Açıklama
İşlem çıkış gazları, organik solventler, reaksiyona girmemiş organik ham maddeler, yan ürünler veya yanıcı seyrelticilerin mevcudiyeti nedeniyle yüksek bir kalorifik değere sahip olabilir. İşlem çıkış gazı, elektrik ve/veya buhar üretmek için yakıldığı bir gaz motoruna veya kazana yönlendirilir. Kazan ayrıca konvansiyonel bir yakıt kullanabilir, bu durumda atık gazlar verimli yanmayı sağlamak için ayrı brülörler gerektirebilir. Çıkış gazlarını tahliye etme veya bir alevde yakma kapasitesi, işlem başlatmaları, kapatmaları ve işlemin ve yakma ünitesinin normal çalışma koşulları (OTNOC) dışındaki durumları kapsamak için gerekli olabilir.

Sağlanan çevresel faydalar
- Solvent emisyonları işlenir ve yakıt yerine solventler kullanıldığı için kazan emisyonları değişmez.
- Geliştirilmiş enerji verimliliği - sahada buhar üretimi veya elektrik üretimi için daha düşük enerji tüketimi.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Mevcut bir kazanı kullanmanın ön koşulu, çalışır durumda olması ve buhar oluştuğunda her zaman buhar alabilmesidir. Kazanlar genellikle sürekli çalışır, ancak solvent yükü süreksiz olabilir. Daha düşük VOC seviyeleri ek yakıt gerektirebilir.

Giriş gazının konsantrasyon aralığı sadece maksimum LEL değerleri nedeniyle sınırlıdır ve işlenebilecek hava akış aralığı mevcut kazanın kapasitesine bağlıdır.
Bu teknik, her tür solventi ve solvent karışımını işleyebilir (CMR maddeleri varsa özel dikkat gerekir) ve belirli bir ön veya son işlem gerekmez; ancak, uygun CO kontrolünün uygulanması yaygın bir uygulamadır.

İki CHP motor ünitesi kullanan bir tesisten kaynaklanan formaldehit emisyonları 4,5- 5,5 mg / Nm aralığında gerçekleşmiştir ^{3} [Tesis # 176 [155, TWG 2016]] [259, COM 2017].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu tekniğin uygulanması kolaydır ve yeterli kapasiteye sahip mevcut kazanlar ve yüksek enerji talebi olan üretim süreçleri için en uygundur.

Mevcut tesisler için, tekniğin tanıtımı, büyük tesis iyileştirmeleriyle sınırlı olacaktır. Sadece yerinde buhar veya elektrik talebi varsa geçerlidir.

İşlem çıkış gazındaki maddeler kolay yanıcı olmalıdır. Bu teknik, IED Madde 59(5)'te atıfta bulunulan maddeleri içeren çıkış gazları için geçerli olmayabilir veya güvenlik hususları nedeniyle uygulanabilirliği kısıtlanabilir. Teknik, kükürt veya nitrojen içeren halojenli solventler veya asit gazları ve PCDD/F salınımını artıracak ve gaz motoru veya kazanda korozyona neden olabilecek diğer tehlikeli solventler için geçerli değildir.

Bir yakma ünitesine işlem çıkış gazı akışlarının gönderilmesi, çıkış gazlarının hidrojen içeriğine bağlı olarak güvenlik hususları nedeniyle kısıtlanabilir.

Ekonomik yönler

Buhar ve/veya elektrik üretiminin önemli faydaları vardır. Bir tesis, konsantre VOC egzoz akışını iki CHP'ye göndererek, ek gaz tüketimi olmaksızın elektrik bağımsızlığına ulaştığını bildirmiştir [Tesis # 176, [155, TWG 2016]] [259, COM 2017].

İşlemin kazana mesafesi arttıkça maliyet artar; ancak genel olarak bu düşük maliyetli bir tekniktir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Buhar veya elektrik üretimi için maliyet azaltma.

Örnek tesisler

Veri toplamaya katılan bazı tesislerde kullanılır (ayrıca bkz. [259, COM 2017]).

Referans literatür

[24, ESIG 2000] [37, Jansen 2005] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018] [214, COM 2017] [259, COM 2017]

17.10.5.2 Termal oksidasyon

Açıklama

Çıkan gazları hava veya oksijen ile bir yanma odasında kendi kendine tutuşma noktalarının üzerine kadar ısıtarak ve VOC'lerin karbon dioksit ve suyla yanmasını tamamlamaya yetecek kadar yüksek sıcaklığı koruyarak VOC'lerin oksidasyonu.

Sağlanan çevresel faydalar

Genel olarak, > %99 (24 saatlik ortalama) bir ayırma verimliliği elde edilebilir; ancak bu, giriş konsantrasyonuna bağlıdır. İşlemeden sonra yaygın olarak elde edilen konsantrasyon seviyeleri genellikle 20-30 mg C/m^{3}'ü geçmez ve hatta daha düşük seviyelere ulaşılabilir.

(ayrıca aşağıdaki Tablo 17.8'e bakınız). Gerektiğinde daha düşük seviyelere de ulaşılabilir; ancak daha düşük VOC seviyeleri ek yakıt gerektirebilir (sektöre özel bölümlerdeki atık gazlardaki emisyonlar için ilgili bölümlere bakın). 50 termal oksidasyon sisteminden elde edilen veriler, azami-asgari %99,99-93,93 aralığı ve %99,94-96,98'lik %50 orta aralık (75. – 25. yüzdelik) ile %96,94'lük bir ortalama azaltma verimi gösterir (bk. Tablo 21.29).

Kokunun azaltılması için termal oksidasyon da kullanılmaktadır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Atık gazdaki solventler normalde 680-750 °C'lik sıcaklıklarda yok edilir ve bu, solvent yükünün neredeyse tamamen yanmasını sağlar. Oksitleyiciler normalde dengeli asgari toplam emisyonlar için ayarlanmış parametrelerle çalışır.

Giriş gazının konsantrasyon aralığı, yalnızca azami LEL değerleri nedeniyle sınırlıdır. Sistemin başlama süresi sadece 5 dakikadır. Giriş sıcaklığında herhangi bir sınır yoktur.

Kaplama sistemi sıcak tutulması gerektiğinden, oksitleyici bir kaplama sistemi ile donatıldığında sürekli olarak çalışmalıdır. Rölanti sırasında sıcak tutmak için gereken yakıt miktarı, sürekli çalışmayan sistemler için önemli bir husustur.

Toz konsantrasyonu genellikle < 3 mg/Nm^3 olmalıdır, ancak organik toz partiküllerini yakarken daha yüksek olabilir.

Üniteler, kurutucuya entegre edilebilir (örneğin, kurutmalı web ofset baskıda, bk. Madde 11.4.3.2) veya birkaç kurutucu için merkezi bir sistem olarak uygulanabilir.

Aşağıdaki tabloda, tüm STS sektörleri için termal oksidasyon sistemleri için rapor edilen emisyon seviyelerinin bazı temel istatistiksel verileri sunulmaktadır [155, TWG 2016].

Tablo 17.8: Termal oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri

Parametre	Değer
Veri sayısı	111
VOC konsantrasyon değerlerinin ortalaması	9,3 mgC/Nm^3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	180.0 mgC/Nm^3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	0,2 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 95. yüzdelik dilimi	33,5 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 75. yüzdelik dilimi	7,4 mgC/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 25. yüzdelik dilimi	1,7 mgC/Nm^3
Not: 2013-2015 dönemi verileri. *Kaynak*: [155, TWG 2016]	

Çapraz ortam etkileri

Gerekli yanma sıcaklıklarına ulaşmak için önemli miktarda ek yakıt gereklidir: enerji tüketimi, reküperatif ve rejeneratif oksidasyondan daha yüksektir. NO_X, CO ve CO_2 emisyonları oluşur; bu maddelerin her biri için azami seviye normalde 100-150 mg/m^3'ün altındadır. Erişilebilir NO_X/CO emisyon seviyeleri, sektöre özel bölümlerde atık gazlardaki emisyonlar için ilgili bölümlerde sunulmaktadır. Ayrıca bk. Madde 17.10.1 ve Şekil 17.18.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Termal oksidasyon, özellikle yüksek VOC konsantrasyonları (5-16 g/Nm^3) ve her tür halojene olmayan solvent (ve bunların karışımları) ile kesikli işlemler için uygundur. Halojenli bileşikler söz konusu olduğunda, genellikle atık gazların sonradan gerekecektir.

Küçük ila orta akış hızları < 25 000 Nm^3/sa işlenebilir. Bu teknik en ekonomik olarak 5-1 000 Nm^3/saat aralığındaki akış hızlarına uygulanır ve kesikli işlemler için en uygundur, örneğin günde veya haftada birkaç saat veya yılda birkaç hafta. Her tür solventi ve solvent karışımını işleyebilir ve belki halojenli bileşikler dışında belirli bir ön veya son işlem gerekmez.

Özellikle geri kazanılan ısının kullanılamadığı durumlarda aşındırıcıların imalatında yaygın olarak uygulanır. Teknik, düşük enerji verimliliği nedeniyle otomotiv endüstrisinde uygulanmamaktadır.

Aynı zamanda, kurutmalı web ofset baskı süreçlerinde de yaygın olarak uygulanmıştır, ancak günümüzde bunun yerine rejeneratif oksidasyon tercih edilmektedir.

Ekonomik yönler

Bir yatırım olarak, bu teknik en ekonomik oksitleyici türüdür. Ancak, çok fazla ek yakıt gerektiğinden işletme maliyetleri yüksektir ve artan tesis işletme maliyetleri vardır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Koku sorununun kontrolü.

Örnek tesisler

Yaygın olarak kullanılır (ayrıca yukarıdaki Tablo 17.8'e bakınız).

Referans literatür

[4, Almanya 2002] [5, DFIU ve ark. 2002] [14, Aminal ve ark. 2002] [19, Avusturya 2003] [24, ESIG 2000] [37, Jansen 2005] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [94, VITO 2004] [155, TWG 2016]

17.10.5.3 Reküperatif termal oksidasyon

Açıklama

Ör. gelen çıkış gazlarını önceden ısıtmak için atık gazların ısısını kullanan termal oksidasyon.

Teknik Açıklama

Solventleri yakarak yok etme ilkesi, termal oksidasyonda açıklananla aynıdır (bk. Madde 17.0.5.2). Bununla birlikte, atık sıcak hava gelen soğuk solvent yüklü havayı ısıtmak için kullanıldığı veya kurutma işlemine geri yönlendirildiği için enerji tasarrufu sağlanır. Isı eşanjörleri uygulanmış olsa da, yine de ilave yakıt gerekli olabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

VOC'lerin %99'dan fazla yok edilmesi sağlanabilir ve yaygın olarak elde edilen emisyon seviyeleri genel olarak 10 mg C/m^3'ün altındadır (günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama) (sektöre özel bölümlerdeki atık gazlardaki emisyonlar için ilgili bölümlere bakınız). 43 reküperatif termal oksidasyon sisteminden elde edilen veriler, azami-asgari %99,9-89,4 aralığı ve %50 orta aralığı (75. – 25. yüzdelik) %99,55-97,85 (bk. Tablo 21.29) ile %98.31'lik bir ortalama azaltma verimliliği göstermektedir.

Termal oksidasyon ile karşılaştırıldığında, ısı eşanjöründe toplam ısı olarak %50-70 enerji geri kazanılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Genellikle, girdi solvent konsantrasyonları 2 g/Nm^3 ile 12 g/Nm^3 arasındadır. Giriş gazının konsantrasyon aralığı sadece azami LEL değerleri nedeniyle sınırlıdır ve düşük VOC seviyelerinde daha fazla yakıt eklenmesi gerekir. Azami giriş sıcaklığı 400 °C'dir. Sıcaklık kontrolü gereklidir. İşlemeden sonra VOC konsantrasyonu da sürekli olarak kontrol edilebilir. Bununla birlikte, otomobil üretimi gibi çoğu geleneksel endüstride, yalnızca yanma sıcaklığı kontrol edilir.
Bildirilen azaltma verimlilikleri %92 ile %99,5 arasında değişmektedir, değerler araç kaplama sektörü için giriş ve temiz TVOC konsantrasyonlarının yakın zamanda yapılan eş zamanlı ölçümlerine dayalıdır [155, TWG 2016], ayrıca yukarıdaki 'Sağlanan çevresel faydalar' ve Tablo 21.29'a bakınız.

Aşağıdaki tabloda, tüm STS sektörleri için reküperatif termal oksidasyon sistemleri için bildirilen emisyon seviyelerinin bazı temel istatistiksel verileri sunulmaktadır [155, TWG 2016].

Tablo 17.9: Geri kazanımlı termal oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri

Parametre	Değer
Veri sayısı	47
VOC konsantrasyon değerlerinin ortalaması	9,7 mg C/Nm3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	54,3 mg C/Nm3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	0,6 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 95. yüzdelik dilimi	43,8 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 75. yüzdelik dilimi	10,2 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 25. yüzdelik dilimi	2,1 mg C/Nm^3
Not: 2013-2015 dönemi verileri. *Kaynak*: [155, TWG 2016]	

Oksitleyici tarafından salınan enerji hem gaz hem de solventin yanmasından elde edilir. Oksitlenmiş dumanların yüksek sıcaklığından dolayı, enerjinin büyük bir kısmı aşağıdakiler için eşanjörlerde geri kazanılabilir:

- oksidasyondan önce dumanların yaklaşık 600 °C'de ön ısıtması (oksitleyicideki gaz tüketimini azaltmak için);
- özellikle 'sıcak hava konveksiyonlu' fırınlarda (fırınlardaki gaz tüketimini azaltmak veya ortadan kaldırmak için) fırında hava enjeksiyonunun azami 400 °C'de ön ısıtması;
- su ısıtma (işlem ve/veya sıhhi kullanım için).

'Kızılötesi' veya 'indüksiyon' kurutma gibi teknolojiler söz konusu olduğunda, birincil enerji gereklilikleri üzerindeki etkiyi belirlemek için yeterli veri mevcut değildir. Ancak, enerji geri kazanımı için aynı fırsatların olmadığı bilinmektedir.

Çapraz ortam etkileri

NO_X, CO_2 ve CO emisyonları oluşur. Geri kazanımlı termal oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan emisyonlar için bildirilen veriler, NO_X için ortalama 66,6 mg/Nm^3 ve CO için 108,9 mg/Nm^{3}lük bir ortalama (70 veri kümesinden) göstermektedir [155, TWG 2016] (ayrıca bk. Madde 17.10.1 ve Şekil 17.18). Gürültü seviyeleri artabilir.

Bu teknik bir termal oksitleyiciden daha az enerji kullanmasına rağmen (bk. Madde 17.0.5.2), giriş VOC konsantrasyonu yaklaşık 2-3 g/m^3 olan ototermal limitin altındaysa yine de önemli miktarda enerji tüketir. Brülör her zaman bir pilot aleve ihtiyaç duyar (enerji tüketir).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

< 40 000 Nm3/saatsaat'lik küçük ila orta akış hızları işlenebilir. Bu teknik en ekonomik olarak bu akış hızı aralığında uygulanır ve 2-12 g/m^3 solvent konsantrasyonuna sahip sürekli işlemler ve atık gaz için en uygundur. Düşük solvent konsantrasyonları için (örn. < 6 g/Nm^3), temiz gazın daha sonra ısı geri kazanımı yapılırsa kullanılabilir (ör. otomotiv endüstrisindeki kurutucular). Yüksek dahili ön ısıtmaya ek olarak, ek bir ısı geri kazanım adımı çok yaygındır ve ekonomik değere sahiptir. Her tür solventi ve solvent karışımını işleyebilir ve belirli bir ön veya son işlem gerekmez. Bu teknik, 1 saatten daha kısa bir başlangıç süresine sahip olduğundan, hem sürekli hem de kesintili olarak çalışabilir.

Reküperatif termal oksitleyiciler, rejeneratif termal oksitleyicilere kıyasla VOC'leri azaltmada daha kolay ve hızlı olduğundan, egzoz havasında siloksanlar veya diğer silikon bileşikleri tarafından oluşturulan SiO_2 birikintileri yoluyla tıkanma açısından belirli faydalar sağlarlar.

Bu teknik yaygın olarak şu alanlarda uygulanır:

- baskı endüstrisi, her zaman ek yakıtla;
- bobin kaplama endüstrisi;
- otomotiv endüstrisi, her zaman ek yakıtla;
- metal ambalaj endüstrisi; bununla birlikte, yüksek VOC konsantrasyonları renkli kaplamalar için kalite sorunlarına neden olabilir, örneğin beyazların rengi bozulabilir.

Ekonomik yönler

750 °C'yi aşan çalışma sıcaklıklarında, sıcaklığa bağlı malzeme yorgunluğu bazı ısı eşanjörlerinin ömrünü 8-12 yıla indirebilmesine rağmen, tesislerin ömrü genellikle 15-20 yıldır. Bu durumda, 10 000 m^3/sa iş hacmine sahip tesisler için yatırım maliyetleri 150.000 Avro ile 250.000 Avro arasındadır (2006 verileri).

Yeni bir tesis için, havanın yüksek sıcaklığı nedeniyle yerleşime bağlı olarak yalıtımlı kanalların maliyetleri çok önemli olabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Enerji tasarrufu amacıyla reküperatif termal oksidasyon uygulanır.

Örnek tesisler

Araç kaplama, metal ambalaj kaplama ve baskı, bobin kaplama, fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı ve kurutmalı web ofset baskıda yaygın olarak kullanılır.

Referans literatür

[4, Almanya 2002] [5, DFIU ve ark. 2002] [14, Aminal ve ark. 2002] [22, ECCA 2004] [24, ESIG 2000] [27, VITO 2003] [37, Jansen 2005] [38, TWG 2004] [39, SEFEL 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [190, ESVOC 2017] [212, TWG 2018]

17.10.5.4 Rejeneratif termal oksidasyon (çoklu yatak)

Açıklama

Seramik dolgu ile doldurulmuş çoklu yataklı (üç veya beş) oksitleyici. Yataklar, dönüşümlü olarak oksidasyondan kaynaklanan baca atık gazları ile ısıtılan ısı eşanjörleridir, daha sonra giriş havasını oksitleyiciye ısıtmak için akış tersine çevrilir. Akış düzenli olarak tersine çevrilir. Valfsiz dönen hava dağıtıcısında (bk. Madde 17.10.5.5), seramik ortam birden fazla kamaya bölünmüş tek bir döner kapta tutulur.

Teknik Açıklama

İlk nesil rejeneratif termal oksitleyiciler, her yatağın seramik dolgu ile doldurulduğu çift yataklı sistemdir. İşlenecek gaz akışının ön ısıtması için bir yatak kullanılır; diğeri ise oksidasyondan kaynaklanan baca gazları ile ısıtılır. Ön ısıtma ve ısı geri kazanım yataklarını değiştirmek için akış düzenli olarak tersine çevrilir. Geçiş sırasında bazı yanmamış VOC'ler yayılır. Yatak değiştirme sırasında yanmamış VOC'leri azaltmak için tampon sistemli çift yataklı oksitleyiciler de vardır.

Yatak değiştirme sırasında artan emisyonlar nedeniyle, çift yataklı oksitleyiciler yerine artık üç yatak monte edilmiştir. Üçüncü yatağa 'temizleme yatağı' denir. Üçten fazla yataklı (beş veya yedi) oksitleyiciler de mevcuttur. Bu durumda, işlenecek gaz akışını önceden ısıtmak için aynı anda birkaç yatak kullanılır ve birkaçı dışarı çıkan hava akımıyla ısıtılır. Üç yataklı sistemde olduğu gibi bir yatak tahliye olarak kullanılır.

Ototermal seviyenin üzerinde VOC konsantrasyonuna sahip bir giriş gazı alan rejeneratif oksitleyicilere 'alevsiz oksitleyiciler' denir. Alevsiz çalışmaya doğrudan yakıt enjeksiyonu (yalnızca gazlı yakıtla) ve ham gazda yeterli oksijen konsantrasyonu kullanılarak da ulaşılabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Bu sistem, günlük ortalama veya numune alma süresi (sektöre özgü bölümlerde atık gazlardaki emisyonlar için ilgili bölümlere bakınız) boyunca ortalama olarak < 5 –20 mg C/Nm^3 emisyon seviyelerine ve 24 saatlik ortalama olarak %95-99,5 aralığında azaltma verimliliklerine ulaşabilir. 25 rejeneratif (üç veya beş yataklı) termal oksidasyon sisteminden elde edilen veriler, azami-asgari %99,8-87,8 aralığı ve %50 orta aralığı (75. – 25. yüzdelik) 99,4-%98,5 ile %98,27 ortalama azaltma verimliliği gösterir. (bk. Tablo 21.29). Ancak giriş gazındaki (< 100 mg/Nm^3) düşük VOC konsantrasyonları durumunda verim %95'ten daha düşük olabilir. Daha önce belirtildiği gibi, üç veya daha fazla yataklı sistem durumunda genel verimlilik daha yüksektir, çünkü çift yataklı bir sistemle karşılaştırıldığında, gaz akışının yönünün değiştirilmesi nedeniyle işlenmemiş VOC emisyonları oluşmaz. Üretilen fazla enerji yeniden kullanılabilir ve önemli ölçüde genel enerji tasarrufu sağlayabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

İşlenecek havadaki solvent konsantrasyonu 1.5-3 g/m^3 aralığında olduğunda sistem ototermaldir ve ilave yakıt eklenmesine gerek yoktur. Çıkış gazı işleme sisteminden çıkan havanın ısıl enerjisi, ısı aktarım yatakları değiştirilerek ham gazın ısıtılması için kullanılmaktadır. Fazla ısı geri kazanılabilir ve örneğin üretim süreçlerinde kullanılabilir.

Giriş ve temiz TVOC konsantrasyonlarının yakın zamanda yapılan eş zamanlı ölçümlerine dayalı olarak bildirilen azaltma verimliliği değerleri (biri hariç hepsi), bir dizi sektör için %95,8 ile %99,5 arasında değişmektedir: fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı, araç kaplama, diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması, bobin kaplama, tekstil, folyo ve kağıt kaplama [155, TWG 2016].

Üç yataklı bir rejeneratif termal oksitleyici için çıkış gazı işleme giderme verimliliği, giriş ve akış aşağı gaz sıcaklığı arasındaki fark aracılığıyla hesaplanabilir [PT yorumu #5 [212, TWG 2018]]. Bu hesaplama için, sürekli ön (giriş) ve çıkış (çıkış) gaz sonrası sıcaklık ölçümlerinin yanı sıra kullanılan solvent tipi bilgisi gereklidir.

Giriş VOC konsantrasyonu (g VOCs/m^3), RTO'nun giriş ve çıkış sıcaklık farkı ile bir metreküp çıkış gazında bulunan her gram solvetin sıcaklığındaki artış arasındaki orandır ($\frac{°C * m^3}{g_{VOC}}$)

Giriş solvent konsantrasyonu: $g_{VOC}/_{m^3} = \frac{T_{out} - T_{in}}{\frac{\Delta T\,(°C) * m^3}{g_{VOC}}}$

'Her bir solvent gramı için sıcaklıktaki artış', solvent karışımının ısıtma değeri (kCal/g) ile havanın özgül ısısı (kCal/(m^3*°C) arasındaki oran ile elde edilebilir:

$$\Delta T\,^{\circ}C * m^3/g_{voc} = \frac{Solvent\ mixture\ heating\ value\ (^{kCal}/_{g})}{specific\ heat\ of\ air\ (^{kCal}/_{m^3 * ^{\circ}C})}$$

Aşağıdaki tabloda, tüm STS sektörleri için rejeneratif (üç veya beş yataklı) termal oksidasyon sistemleri için rapor edilen emisyon seviyelerinin bazı temel istatistiksel verileri sunulmaktadır [155, TWG 2016].

Tablo 17.10: Rejeneratif termal oksidasyon (üç veya beş yataklı) sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri

Parametre	Değer
Veri sayısı	47
VOC konsantrasyon değerlerinin ortalaması	14,4 mg C/Nm^3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	157,7 mg C/Nm^3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	0,4 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 95. yüzdelik dilimi	42,7 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 75. yüzdelik dilimi	14,1 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 25. yüzdelik dilimi	4,0 mg C/Nm^3
Not: 2013-2015 dönemi verileri. *Kaynak*: [155, TWG 2016]	

Sistem, seramik ambalajı tıkayacağı için çıkış gazındaki toz varlığına karşı hassastır; ancak, bir miktar yanıcı toz kabul edilebilir. Sıcaklık, işlemden önce ve sonra kontrol edilir ve VOC konsantrasyonu da sürekli olarak kontrol edilebilir. Ancak, yalnızca sıcaklık genellikle sürekli olarak kontrol edilir.

Ortalama fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisinde, aşırı ısı miktarı kullanılabilecek olandan daha fazladır. Ana ısı tüketicileri preslerdeki kurutuculardır. Bir gram solventi oksitlemek, bir m^3 havayı yaklaşık 25 °C ısıtabilir. Yaklaşık 3-4 g/m^3 kullanılabilir: her m^3'ü 75-100 °C ısıtmak için yeterli enerji. Ancak, kurutma havası için gerekli sıcaklık artışı ortalama olarak sadece 30 °C'dir. Bu, geri kazanılan ısının yarısından fazlası için başka olasılıkların bulunması gerektiği anlamına gelir. Bazen fazla enerji komşu tesislere satılır. Geri kazanılan ısının daha sonra taşınması gerekir. Bunun için buhar veya termal yağ uygundur. Ancak çoğu kurutucu açık gaz alevi veya elektrikle çalışır. Oksitleyiciden gelen aşırı ısının kurutucular için kullanılması, tüm kurutucuların değiştirilmesi anlamına gelir: tek başına enerji maliyetlerinin azaltılmasıyla geri kazanılamayacak bir yatırım.

DWI kutularının kaplanması ve baskısında, fazla ısı, örneğin temizleme işlemi ve kurutuculara gelen havanın ısıtılması gibi belirli işlemler için kullanılabilir.

Bobin kaplamada, dumanlar dönüşümlü olarak önceden ısıtılan ikiz haznelerde oksitlenir. Bölmeler, çalışırken diğer bölmeden çıkan dumanlar ile önceden ısıtılır. Kurulumu başlatmak için bir gaz brülörü kullanılır, ancak normalde sabit koşullarda değildir. Dumanlarda çok düşük VOC konsantrasyonunu işleyebilir. Oksidasyon ile açığa çıkan enerji sadece yanan solventten gelir. Rejeneratif oksitleyicinin enerji verimliliği nedeniyle, egzoz sıcaklıkları düşüktür ve enerji geri kazanımı fırsatını azaltır. İşlem nedeniyle, enerjinin ana kısmı oksidasyonun kendisi için geri kazanılır;

enerjinin geri kalanı fırında (düşük sıcaklıkta) hava enjeksiyonunun ön ısıtması ve su ısıtması (işlem ve/veya sıhhi kullanım için) için eşanjörlerde geri kazanılabilir.

Çapraz ortam etkileri

Geleneksel bir oksitleyici ile karşılaştırıldığında, egzoz havasını ısı eşanjörlerinden geçirmek için kullanılan daha büyük fanlara güç sağlamak için enerji gereklidir. NO_X, CO_2 ve CO emisyonları oluşur. Rejeneratif termal oksidasyon sistemlerinden (üç veya beş yatak) kaynaklanan emisyonlar için bildirilen veriler, NO_X için 59.2 mg/Nm^3 ve CO için 18,5 mg/Nm^3 ortalamasını (62 veri setinden) göstermektedir [155, TWG 2016] (ayrıca bk. Madde 17.10.1 ve Şekil 17.18).

Oksidasyon, esas olarak başlatma işlemleri sırasında enerji (gaz)

gerektirir. Gürültü seviyeleri artabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Bu teknik genellikle bir çift yataklı ünite için > 1 500-120 000 Nm^3/saat aralığındaki bir hava akışına uygulanır. > 100.000 Nm3/saat akışlar için çok yataklı sistemler daha ekonomiktir. Azami giriş sıcaklığı 400 °C'dir. Yanma sıcaklığı > 750 °C, yanma odasında kalma süresi > 1 s olmalıdır. Güvenlik nedenleriyle, azami girdi konsantrasyonu, ağırlıklı olarak alifatik için LEL'nin %25'i ve aromatik hidrokarbonlar için LEL'nin %20'si ile sınırlıdır (EN 12753'e göre). Tipik LEL değerleri yaklaşık 40 g/m^3 olan toluen, ksilen gibi aromatik solventler için tipik olarak 8 g/m^3 ve tipik LEL değerleri yaklaşık 60 g/m^3'ün üzerinde olan etil asetat veya etanol gibi alifatik solventler için 15 g/m^3. Seramik yataklarda patlamaları önlemek için emniyet payı gereklidir.

Bu teknik, her tür halojenli olmayan solventi ve solvent karışımını işleyebilir. Ancak yapışkan maddelerde düzenli bir 'yanma' gereklidir. Silikon hidrokarbonlarda düzenli temizlik gereklidir ve bu nedenle bu tip maddelerden kaçınılmalıdır.

Bu teknik en yaygın olarak sürekli işlemlere uygulanır. Süreksiz işlemlere uygulandığında normalde bekleme modunda ve belirli bir sıcaklıktadır. Çalışma süresi 1 ila 4 saattir.

Rejeneratif oksitleyiciler ayrıca, operasyonları doğrudan üretimle bağlantılı olmadığı için reküperatif oksitleyicilerden daha fazla esnekliğe izin verir.

Bu tipteki rejeneratif oksitleyiciler yaygın olarak aşağıdakilerde uygulanmaktadır:

- fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisleri;
- kurutmalı web ofset baskı tesisleri;
- aşındırıcıların imalatı;
- metal ambalajların kaplanması ve basılması (varil imalatı hariç);
- bobin kaplama;
- otomotiv endüstrisi.

Ekonomik yönler

Rejeneratif oksitleyici yatırımı, reküperatif oksitleyiciden daha yüksektir. Boru çıkışı azaltma ekipmanının yatırım ve işletme maliyetleri, büyük ölçüde işlenmesi gereken azami hava akışı ile belirlenir.

Yatırım, 10.000 m^3/saate kadar kapasite için asgari 200 000 EUR, artı her bir ilave m^3/sa için 10-15 EUR (2006 verileri) olarak tahmin edilebilir. Bu, basit bir merkezi toplama kanalını içerir, ancak hava akışının optimizasyon maliyetini içermez.

Yakıt talebi düşüktür, bu nedenle elektrikli fan esas olarak çalıştırma maliyetlerini belirler. 10 000 m^3/sa (2006 verileri) işleme için işletme maliyetleri yılda yaklaşık 15.000 Euro'dur.

Fazla ısının geri kazanılması ve taşınması ek yatırım gerektirir. Bu yatırım, ancak fazla ısının tamamı gerçekten kullanılabilirse ve bu ısıyı kullanabilmek için ek yatırım gerekli değilse daha düşük enerji maliyetleriyle geri kazanılabilecek şekildedir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Enerji verimliliği.

Örnek tesisler

Sektörlerin çoğunda yaygın olarak kullanılır, ayrıca bk. yukarıdaki Sağlanan çevresel faydalar.

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [4, Almanya 2002] [5, DFIU ve ark. 2002]
[14, Aminal ve ark. 2002] [22, ECCA 2004] [24, ESIG 2000] [27, VITO 2003]
[37, Jansen 2005] [38, TWG 2004] [39, SEFEL 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]
[190, ESVOC 2017] [212, TWG 2018] [260, VDI 2014]

17.10.5.5 Rejeneratif termal oksidasyon – valfsiz dönen hava dağıtıcısı

Teknik Açıklama

Çok yataklı sistemlere sahip RTO (bk. Madde 17.10.5.4) yerine bu teknik, döner hava dağıtıcılı tek damarlı bir sistemin kullanılmasından oluşur. Seramik ortam, çoklu kamalara bölünmüş tek bir döner kapta tutulur. Atık akışı, değişken hızlı bir fan tarafından valfsiz RTO (VRTO) aracılığıyla toplanır ve yönlendirilir. Döner dağıtıcı, sistemdeki tek hareketli parçadır ve ısı eşanjörü bölümündeki VRTO giriş, tahliye ve çıkış kamalarından akışı kontrol eder. İşlenmemiş akım ilk olarak döner dağıtıcının giriş kaması ve karşılık gelen ısı eşanjörü bölümleri boyunca yönlendirilir. Bu, seramik ortamda yukarı doğru ilerlerken akımı neredeyse yanma odası sıcaklığına kadar önceden ısıtır. Akım daha sonra, yalnızca yanma odası sıcaklığını korumak için gerektiğinde ek ısı sağlayan modülasyonlu bir brülör kullanılarak yanma odasında oksitlenir. Döner dağıtıcının egzoz veya çıkış kaması, temiz oksitlenmiş havanın eşanjörden aşağı doğru akmasına izin verir. Egzoz gazı seramik ortamı ısıtır. Temiz hava VRTO kabından çıkar ve egzoz yığınına gönderilir. Döner dağıtıcının tahliye kaması, giriş kamasının arkasından geçerek eşanjör ortamını sürekli olarak temiz oksitlenmiş havayla yıkar.

Sağlanan çevresel faydalar

Bu sistem, 24 saatlik ortalama olarak %95-99,5 aralığında uzaklaştırma verimleri elde edebilmektedir. 16 rejeneratif (valfsiz döner hava dağıtıcısı) termal oksidasyon sisteminden elde edilen veriler, azai-asgari %99.3-90 aralığı ve %97.25-90'lık %50 orta aralık (75. – 25. yüzdelik) ile %93.34'lük bir ortalama azaltma verimliliği gösterir. (ayrıca bk. Tablo 21.29).

Geleneksel bir termal oksitleyici ile karşılaştırıldığında, önemli bir enerji tasarrufu sağlanır. Üretilen fazla enerji yeniden kullanılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Bu teknik genellikle 10.000–120 000 Nm^3/saat aralığındaki hava akışları için uygulanır. Azami giriş sıcaklığı 400 °C'dir. Azami VOC giriş konsantrasyonu, teorik olarak 12 g/m^3 olan azami LEL değeri ile sınırlandırılacaktır.

Sistem, 1.5-3 g/m^3 aralığındaki VOC konsantrasyonları ile ototermal olarak çalışır, ancak sistem > 3 g/m^3 konsantrasyonları ile de uygulanabilir. Aşırı ısı geri kazanılabilir ve tekrar kullanılabilir.

Bildirilen azaltma verimlilikleri %90 ile %99,8 arasında değişmektedir ve bu değerler, araç kaplama ve plastik yüzeylerin kaplanması sektörlerinde giriş ve temiz TVOC konsantrasyonlarının yakın zamanda yapılan eş zamanlı ölçümlerine dayanmaktadır [155, TWG 2016].

Aşağıdaki tabloda, tüm STS sektörleri için rejeneratif (valfsiz dönen hava dağıtıcısı) termal oksidasyon sistemleri için bildirilen emisyon seviyelerinin bazı temel istatistiksel verileri sunulmaktadır [155, TWG 2016].

Tablo 17.11: Rejeneratif termal oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri

Parametre	Değer
Veri sayısı	31
VOC konsantrasyon değerlerinin ortalaması	10,5 mg C/Nm^3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	31,1 mg C/Nm^3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	0,4 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 95. yüzdelik dilimi	26,5 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 75. yüzdelik dilimi	16,5 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 25. yüzdelik dilimi	2,0 mg C/Nm^3
Not: 2013-2015 dönemi verileri. *Kaynak*: [155, TWG 2016]	

Bu teknik en yaygın olarak sürekli işlemlere uygulanır. Süreksiz işlemlere uygulandığında normalde bekleme modunda ve belirli bir sıcaklıktadır. Çalışma süresi 1 ila 4 saattir.

Her türlü halojenli olmayan solventleri ve solvent karışımlarını işleyebilir; ancak yapışkan maddelerle düzenli bir 'yanma' gereklidir. Silikon hidrokarbonlarda düzenli temizlik gereklidir ve bu nedenle bu tür maddelerden kaçınılmalıdır.

Sistem, çıkış gazındaki tozun varlığına karşı hassastır; ancak, bir miktar yanıcı toz kabul edilebilir.

Bu tür bir sistem aynı zamanda döner parçanın mekanik sorunlarına karşı hassastır ve çok yataklı sistemlere göre genel olarak daha düşük güvenilirliğe sahiptir.

'Tek reaktör' tasarımı nedeniyle, bu sistemin uygulanması için çok yataklı sistemlere göre daha az alana ihtiyaç vardır.

Çapraz ortam etkileri

Geleneksel bir oksitleyici ile karşılaştırıldığında, egzoz havasını ısı eşanjörlerinden geçirmek için gerekenden daha büyük fanlara güç sağlamak için enerji gereklidir.

CO, CO_2 ve NO_X emisyonları oluşur. Rejeneratif (valfsiz dönen hava dağıtıcısı) termal oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan emisyonlar için bildirilen veriler, NO_X (34 veri seti) için ortalama (25 veri setinden) 33,4 mg/Nm^3 ve CO için 69,9 mg/Nm^3 gösterir [155, TWG 2016] (ayrıca bk. Madde 17.10.1 ve Şekil 17.18). 750-820 ºC aralığında düşük yanma sıcaklıkları uygulanarak düşük NO_X oluşumu sağlanabilir.

Gürültü seviyeleri artabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Bu tipteki rejeneratif oksitleyiciler yaygın olarak aşağıdakilerde uygulanmaktadır:

- fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisleri;
- kurutmalı web ofset baskı tesisleri;
- yapışkan bantların imalatı;
- metal ambalajların kaplanması ve basılması;
- bobin kaplama;
- plastik yüzeylerin kaplanması;
- otomotiv endüstrisi.

Ekonomik yönler

Döner sistemin hareketi nedeniyle bakım maliyetleri çoklu yatak sistemlerine göre daha yüksektir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Enerji verimliliği.

Örnek tesisler

Çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (yukarıdaki uygulanabilirlikle ilgili Teknik hususlara bakınız).

Referans literatür

[24, ESIG 2000] [27, VITO 2003] [37, Jansen 2005] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [190, ESVOC 2017] [212, TWG 2018]

17.10.5.6 Katalitik oksidasyon

Açıklama

Oksidasyon sıcaklığını düşürmek ve yakıt tüketimini azaltmak için bir katalizör tarafından desteklenen VOC'lerin oksidasyonu. Egzoz ısısı, reküperatif veya rejeneratif tipte ısı eşanjörleri ile geri kazanılabilir. Sargı teli üretiminden çıkan gazın işlenmesi için daha yüksek oksidasyon sıcaklıkları (500-750 °C) kullanılır.

Sağlanan çevresel faydalar

Uzaklaştırma verimlilikleri birkaç parametreye bağlıdır, ancak katalitik sistemin optimal seçimi ile %95-99 verimlilik elde edilir.

Bildirilen azaltma verimlilikleri %97 ile %99 arasında değişmektedir, değerler fleksografi ve yayın dışı rotogravür fabrikalarında ve tekstil, folyo ve kağıt kaplama tesislerinde çalıştırılan sistemler için giriş ve temiz TVOC konsantrasyonlarının yakın zamanda yapılan eş zamanlı ölçümlerine dayanmaktadır [155, TWG 2016] (ayrıca bk. Tablo 21.29).

Genellikle elde edilen konsantrasyon aralığı < 10-20 mg C/Nm^3tür. Termal oksidasyonla karşılaştırıldığında (bk. Madde 17.0.5.2), daha az ek yakıt gerekir, genellikle gerekli sıcaklık aralığı 250-400 °C'dir. Egzoz ısısının geri kazanılmasıyla birlikte bir katalizörün uygulanması, katalizörsüz reküperatif oksidasyondan daha az enerji gerektirir (bk. Madde 17.0.5.3).

Çevresel performans ve operasyonel veriler

5 g/Nm^3e kadar VOC konsantrasyonları işlenebilir. Bu teknik, 10-30 000 Nm3/saat aralığındaki hava akışları için uygulanabilir. Ancak, en çok 10.000 Nm^3/saate kadar süreksiz hava akışları için uygundur.

400 °C'nin üzerindeki giriş sıcaklıklarında, katalizörün başlangıç sıcaklığına ulaşmak için ön ısıtma gerekli değildir. Normalde yağ, kükürt içeriği ve katalizörün ilgili toksisitesi nedeniyle yakıt olarak kullanılmaz.

Aşağıdaki tabloda, tüm STS sektörleri için katalitik oksidasyon sistemleri için bildirilen emisyon seviyelerinin bazı temel istatistiksel verileri sunulmaktadır [155, TWG 2016].

Tablo 17.12: Katalitik oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonlarının istatistiksel parametreleri

Parametre	Değer
Veri sayısı	16
VOC konsantrasyon değerlerinin ortalaması	26,5 mg C/Nm^3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	134,2 mg C/Nm^3
Azami VOC konsantrasyon değerleri	2,7 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 95. yüzdelik dilimi	64,0 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 75. yüzdelik dilimi	37,1 mg C/Nm^3
VOC konsantrasyon değerlerinin 25. yüzdelik dilimi	8,3 mg C/Nm^3
Not: 2013-2015 dönemi verileri. *Kaynak*: [155, TWG 2016]	

Bu teknik, sürekli veya kesintili olarak çalıştırılabilir; bununla birlikte, sürekli çalıştırıldığında, katalizörün ömrü yaklaşık 15.000-25.000 saat ile sınırlıdır.

Halojenli olmayan solventlerin ve solvent karışımlarının çoğu işlenebilir. Ancak katalizörü zehirleyebilecek kirleticilerin varlığı kontrol edilmelidir. Giriş konsantrasyonu çok yüksekse, aşırı ısınmaya ve katalizörün zarar görmesine neden olabilir. Bu teknik ayrıca beslemedeki toz veya damlacıkların varlığına karşı çok hassastır ve bu nedenle hava akışının ön işlemesi gereklidir. Ayrıca giriş konsantrasyonundaki değişikliklere de duyarlıdır. Silikon hidrokarbonlar ve silikonlar da sorunlara neden olabilir.

Çapraz ortam etkileri

- Katalizörler periyodik olarak değiştirilmeli/yeniden şarj edilmelidir.
- Termal oksidasyondan daha az olmasına rağmen ek yakıt gereklidir.
- Gürültü seviyeleri artabilir.

Genellikle elde edilen CO ve NO_X emisyon seviyeleri < 50 mg/m^{3}tür.

Katalitik oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan emisyonlar için bildirilen veriler, NO_X için ortalama 147,4 mg/Nm^3 (beş veri seti) ve CO için 8,5 mg/Nm^3 (dört veri seti) göstermektedir [155, TWG 2016] (ayrıca bk. Madde 17.10.1 ve Şekil 17.18) .

Sargı teli endüstrisinde, NO_X için bildirilen emisyon seviyeleri 115-470 mg/Nm^3 aralığındadır. Ancak bu, kullanımdaki N içeren solventin miktarına bağlıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, katalizör zehirlerinin mevcudiyeti ile sınırlanabilir.

Egzoz ısısının geri kazanılmasını da içeren bu teknik, sargı teli endüstrisinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bobin kaplama sektöründe nadiren kullanılmaktadır. Otomotiv endüstrisinde bu teknik test edilmiş, ancak genel olarak uygulanmamıştır. Bu teknik aynı zamanda bir fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisi tarafından da bildirilmiştir.

Ekonomik yönler

Bu tekniğin olağan maliyet sorunu, kullanım ömrü sonunda değiştirilmesi gereken katalizördür ve bu yalnızca düzenli ölçümlerle kontrol edilebilir. Bununla birlikte, genel olarak maliyetler, rejeneratif bir oksitleyici için olanlarla karşılaştırılabilir.

Aşağıdaki fiyatlar Flaman ahşap endüstrisini temsil etmektedir ve gerçekçi teorik çalışma parametrelerine dayanmaktadır. Bilgileri sağlayan ekipman tedarikçileri, örneklerin maliyetlerini akışlar ve VOC yükleri temelinde tahmin etmenin imkansız olduğunu vurgulamıştır, bu nedenle sayılar tamamen gösterge niteliğindedir ve tahminlerin yapıldığı tarihte geçerlidir (Kasım 2004).

A tedarikçisi tarafından verilen fiyat:
1) Debi: 15.000 Nm^3/saat.
   - VOC giriş konsantrasyonu: 1500 mg/Nm^3, VOC emisyonu: <20 mg/Nm^3.
   - Fiyat: 325 000 EUR.
2) Debi: 59 000 Nm^3/saat.
   - VOC giriş konsantrasyonu: 300 mg/Nm^3, VOC emisyonu: <50 mg/Nm^3.
   - Fiyat: 628 000 EUR ile 770 000 EUR arası.

B tedarikçisi tarafından verilen fiyat:
1) Maksimum akış: 15.000 Nm^3/saat.
   - VOC giriş konsantrasyonu: 1500 mg/Nm^3, VOC emisyonu: <90 mg/Nm^3.
   - Fiyat: 300 000 EUR.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Enerji verimliliği.

Örnek tesisler

Tesisler #010 (fleksografi), #098 (bobin kaplama), #049 (araç kaplama) ve #138 (tekstil kaplama) [155, TWG 2016].

Referans literatür

[4, Almanya 2002] [14, Aminal ve ark. 2002] [22, ECCA 2004] [24, ESIG 2000] [27, VITO 2003] [28, EWWG 2004] [37, Jansen 2005] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [95, CEI-BOIS 2006] [155, TWG 2016]

17.10.5.7 Kurutucuya entegre oksitleyici

Bk. Madde 11.4.3.2.

17.10.6 Çıkış gazlarında solventlerin yakalanması için teknikler

17.10.6.1 Yoğunlaşma

Açıklama

Buharların sıvılaşması için sıcaklığı çiğ noktalarının altına düşürerek organik bileşikleri uzaklaştırmak için kullanılan teknik. Gerekli çalışma sıcaklığı aralığına bağlı olarak, örneğin soğutma suyu, soğutulmuş su (sıcaklık genellikle 5 °C civarında), amonyak veya propan gibi farklı soğutucu akışkanlar kullanılır.

Teknik Açıklama

[31, COM 2016]

Genellikle, çalışma sıcaklığı aralığına bağlı olarak farklı yoğuşma yöntemleri vardır ve şunları içerir:

- yaklaşık 25 °C'ye kadar bir yoğuşma sıcaklığı için soğutma sıvısı yoğuşması;
- yaklaşık 2 °C'ye kadar bir yoğuşma sıcaklığı için soğutucu yoğuşması;
- yaklaşık -10 °C'ye kadar bir yoğuşma sıcaklığı için tuzlu su yoğuşması;
- yaklaşık -40 °C'ye (tek kademeli) veya -60 °C'ye (iki kademeli) kadar bir yoğuşma sıcaklığı için amonyak tuzlu su yoğuşması;

- -120 °C'ye kadar bir yoğuşma sıcaklığı için kriyojenik yoğuşma, uygulamada genellikle yoğuşturma cihazında -40 °C ile -80 °C arasında çalıştırılır;
- kapalı çevrim soy gaz yoğunlaşması.

Yoğuşma, doğrudan soğutma (yani gaz ve soğutma sıvısı arasındaki temas) veya dolaylı soğutma (yani bir ısı eşanjörü aracılığıyla soğutma) vasıtasıyla gerçekleştirilir. Doğrudan yoğuşma ek bir ayırma aşaması gerektirdiğinden dolaylı yoğuşma tercih edilir. Geri kazanım sistemleri, enerji ve buhar geri kazanımını en üst düzeye çıkarmak için tasarlanmış basit, tekli yoğunlaştırıcılardan daha karmaşık, çok yoğunlaştırıcılı sistemlere kadar çeşitlilik gösterir.

Yoğunlaştırma çok ekonomik bir yöntem olarak kabul edilir ve ideal olarak yüksek veya orta solvent konsantrasyonuna (genellikle 50 g/m^3 ila 1 000 g/m^3) ve düşük akış hızlarına (10 Nm^3/sa ila 2000 Nm^3/sa) sahip işlem gazlarının işlenmesi için uygundur). Ancak, önemli ölçüde daha yüksek akış hızına sahip bir tesis tarafından bildirilmiştir (aşağıdaki Örnek tesislere bakınız). İşlem için gerekli olan sıvı nitrojen sistemde tüketilmez, sadece soğutma etkisinden yararlanılır ve kondenserde buharlaştıktan sonra gaz genellikle müşteri tarafından tekrar kullanılır (ör. intering için).

Sağlanan çevresel faydalar

- VOC emisyonlarının azaltılması.
- Toplanan solventler yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

VOC açısından zengin çıkış gazı, buharların önemli bir bölümünün yoğunlaştığı noktaya kadar soğutulur. Ağır, düşük uçucu solventler oda sıcaklığında geri kazanılabilir; çok uçucu solventlerin yaklaşık %95 veya daha fazlasını geri kazanmak için 0 °C'nin oldukça altına soğutulması gerekir. Bu kadar düşük soğutmanın, yüksek enerji maliyetleri ve soğutma elemanlarını su ile dondurma gibi önemli dezavantajları vardır. 0 °C'nin hemen üzerinde soğutma buz oluşumunu önler, ancak suyu yoğunlaştırır ve bu, geri kazanılan solventte sonuçlanarak pahalı dehidrasyon gerektirebilir.

Genellikle yoğunlaştırma işlemlerinde solventler yeniden kullanılabilir. Ayrıca genellikle ön işleme aşaması olarak da uygulanmaktadır.

Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasına yönelik bir tesis için giriş ve temiz TVOC konsantrasyonlarının eşzamanlı ölçümlerine dayalı olarak bildirilen %95'lik bir azaltma verimliliği rapor edilmiştir (ayrıca bk. Tablo 21.29). İki tesis için emisyon verileri, 10 mg/Nm^3'ten daha düşük TVOC emisyon seviyelerini göstermektedir [155, TWG 2016].

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik esas olarak nispeten küçük gaz akışlarına (5 000 m^3/saate kadar) ve kesikli emisyonlara uygulanır. 250 m3/saat veya daha fazla akış hızına sahip sürekli sistemler daha az sıklıkla uygulanır.

Bu teknik, boya uygulamasından ve kurutuculardan çıkan gazların işlenmesi için uygulanır. Buz oluşumuna neden olabileceğinden, yüksek su buharı içeriğine sahip gazlar daha az uygundur.

Düşük VOC konsantrasyonlu gaz dışı akışlar için geçerli olmayabilir. Aseton, metil etil keton (MEK), metanol, toluen, VOC'ler için bazı standart girdi kirletici konsantrasyonları 1 000 g/Nm^3e kadardır.

Ekonomik yönler

İlgili bilgilere [31, COM 2016] bakınız.

Uygulanmasını teşvik eden faktörler

İş sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler

[155, TWG 2016]'da Tesis #024 (debisi 45.000 m^3/sa olan fleksografik kurulum) ve Tesis #138. Ayrıca Almanya'daki iki kurutmalı web ofset tesisinde uygulandığı bildirilmiştir [262, ESVOC ve ark. 2019].

Referans literatür

[31, COM 2016] [155, TWG 2016] [262, ESVOC ve ark. 2019]

17.10.6.2 Aktif karbon veya zeolitler kullanılarak adsorpsiyon

Açıklama

VOC'ler, aktif karbon, zeolitler veya karbon fiber kağıdın yüzeyinde adsorbe edilir. Adsorbat daha sonra yeniden kullanım veya bertaraf için örneğin buharla (çoğunlukla yerinde) desorbe edilir ve adsorban yeniden kullanılır. Sürekli çalışma için, genellikle, biri desorpsiyon modunda olmak üzere ikiden fazla adsorber paralel olarak çalıştırılır. Aynı zamanda, müteakip oksidasyon verimliliğini artırmak için bir konsantrasyon adımı olarak da yaygın olarak uygulanır.

Teknik Açıklama

Teknik, aktif karbon veya zeolit yüzeyindeki VOC'leri adsorbe etmek için kullanılır. Ayrıca, daha sonra daha ekonomik olarak oksitlenebilen daha konsantre bir atık akışı elde etmek için yaygın olarak 'konsantre edici' bir ön işleme olarak uygulanır (bk. Madde 17.10.3.3).

Adsorpsiyon kolonunda veya rotorlu adsorberde aktif karbon (veya zeolit) yatağının çalışması sırasında, yatakta giderek daha fazla solvent birikir. Belirli bir zamanda adsorpsiyon yatağının verimi düşecek ve çıkış konsantrasyonu artmaya başlayacaktır. Bu noktada adsorpsiyonun yeniden etkinleştirilmesi gerekir ve solventler geri kazanılabilir veya yok edilebilir. Desorpsiyon genellikle bir sıcak gaz akımı (azot, hava veya buhar) ile süpürülerek gerçekleştirilir, ancak vakumla da yapılabilir (basınç salınımlı adsorpsiyon). Atık gaz debisinin az olduğu durumlarda (ör. solvent yıkama makinelerine), adsorban saha dışında yeniden üretilebilir (bk. Madde 17.10.6.2.2).

Daha uzun bir süre sonra, adsorban solventin uzaklaştırılmasıyla tamamen yeniden etkinleştirilemez ve farklı bir yeniden etkinleştirme türü gerektirir (genellikle ısıl işlemle). Bu, sahada veya saha dışında yapılabilir (bk. Madde 17.10.6.2.2). Aktif karbon veya rejenere edilemeyen diğer adsorbanlar kullanılırsa, aktif karbon atılır.

Çıkış konsantrasyonunun sürekli izlenmesi, aktif karbonun adsorpsiyon etkinliğinin hala yeterli olup olmadığını kontrol etmeye yardımcı olur (bk. Madde 17.10.6.2.1).

Yataklar paralel ve / veya sıralı olarak kullanılabilir. İki yataklı bir sistem için, biri adsorpsiyon modunda ve diğeri desorpsiyon modundadır veya üç yataklı bir sistem için, ikisi adsorpsiyon modunda ve biri desorpsiyon modunda kullanılır.

Alternatif bir sürekli sistem, VOC içeren çıkış gazlarının saflaştırılmak üzere adsorpsiyon çarkına beslendiği rotorlu adsorberdir.

Adsorpsiyon çarkı (rotorlu adsorber veya rotorlu yoğunlaştırıcı) üç alandan oluşur:

1) solventlerin salınımının gerçekleştiği adsorpsiyon bölgesi;
2) solventlerin dahil edilmesiyle karakterize edilen desorpsiyon bölgesi (sıcak bölüm);
3) soğutma bölümü.

Konsantrasyonun gerçekleştiği adsorpsiyon çarkında emprenye edilmiş zeolite sahip seramik taşıyıcı malzeme kullanılmaktadır. Kabin egzoz havası, adsorpsiyon ve desorpsiyon hacimsel akışına bölünmüştür. Egzoz havasının çoğunluğu adsorpsiyon alanından geçirilir ve solventleri taşıyıcı malzemeye iletir. Tekerleğin sürekli dönme hareketi nedeniyle, adsorbe edilen solventler zeolit bölümlerinden desorpsiyon bölgesine taşınır.

ve orada hacimsel olarak daha küçük fakat sıcak desorpsiyon akımından boşaltılır. Bununla birlikte, desorpsiyon havası, başlangıçta tekerleği soğutmaya yarar. Konsantre desorpsiyon havası bir termal oksitleyicide işlenir. Ayrıca, harici solvent konsantrasyonuna yönelik tekniklerin tartışıldığı Madde 17.10.3.3'e bakınız.

Sağlanan çevresel faydalar

Adsorberler, > 7 g/m^3 giriş konsantrasyonu ile > % 99'luk bir giderme verimliliği sağlayabilir; ancak bu, adsorban türü, hava akış hacmi, giriş nemi ve rejenerasyon türü (sıcak hava desorpsiyonu, buhar vb.) gibi çeşitli parametrelerle ilgilidir. Örneğin, > 7 g/m^{3}lük bir giriş konsantrasyonu ile, > %99'luk bir uzaklaştırma verimliliği elde edilebilir. < 50 mg C/m^3 (24 saatlik ortalama) VOC konsantrasyonlarına ulaşılabilir,
< 20 mg C/m^3 seviyeleri mümkündür.

35 adsorpsiyon sisteminden elde edilen veriler, azami-asgari %99.9-80 aralığı ve %50 orta aralık (75. – 25. yüzdelik) ile %98.92-98 (bk. Tablo 21.24) ile ortalama %96.89 azaltma verimi gösterir.

Otomotiv endüstrisinde karbon fiber kağıt, zeolitler ve aktif karbon gibi adsorpsiyon malzemeleri kullanılmaktadır. Solvent yükünün (ham gaz konsantrasyonuna bağlı olarak) 1:6 ila 1:40 oranında bir harici sıcak hava akımına iletimi sağlanır.

Yapışkan bant üretiminde, temizlenmiş gazda 50 mg C/m^{3}ten daha düşük emisyon konsantrasyonları bildirilmiştir (bk. Madde 7.3.2.2). Düşük konsantrasyonlar elde edilebilir; bununla birlikte, bunlar adsorpsiyon periyodlarında bir azalma gerektirebilir ve bu nedenle artan buhar üretimi ile ilişkilidir. Geri kazanım işlemi, genellikle, geri kazanılan solventlerin kg'ı başına 2-3 kg buhar kullanır.

Yayın rotogravür baskısında, elde edilen seviyeler 20 mg C/m^{3}ten düşüktür (bk. Madde 13.3.3.3).

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Aktif karbon üzerinde polimerleşerek aşırı ısınmaya neden olabileceğinden, aldehitler ve ketonlar gibi reaktif bileşikler için adsorpsiyon uygulanamaz. Polimerler desorbe olmaz, bu nedenle MEK ve benzeri bileşikler uygun değildir. Ancak, sistemin hafta sonları ve tatillerden önce her zaman boşaltılması ve otomatik sprinkler sistemlerinin kurulması gibi uygun güvenlik önlemleri uygulanırsa bu sorunun üstesinden gelinebilir.

Ayrıca, su buharları aktif karbon üzerinde adsorbe olacağı ve VOC'ler için mevcut adsorpsiyon kapasitesini azaltacağı için, bağıl nemi > %60 olan gazlar için de geçerli değildir. Bu problemin olmadığı hidrofobik zeolitler mevcuttur. Sistem, adsorban yatağını tıkayacağından çıkış gazındaki tozun varlığına karşı hassastır.

Adsorpsiyon sistemleri, termal veya katalitik oksidasyona bir ön işleme (konsantrasyon adımı) olarak uygulanabilir (bk. Madde 17.10.3.3). Bu, termal oksidasyonun enerji gerekliliklerinde bir azalmaya yol açar (bk. Madde 17.0.5.2). Aynı zamanda, birlikte kullanıldığında termal oksitleyicinin fiziksel boyutunu da azaltır.

Desorpsiyon ve rejenerasyon aktif karbon tüketimini azaltır. Yoğuşan buhar, adsorberi temizlemek için ve kazan suyu olarak tekrar kullanılabilir. Kurutma havası, desorpsiyon işleminden sonra da geri dönüştürülebilir.

Çapraz ortam etkileri

- Solventlerin geri kazanılmasına yönelik işlemlerde buhar kullanılır ve bu nedenle su ve enerji kullanılır. Yoğunlaştırılmış buhar, eser miktarda solvent içerir.
- Gürültü seviyeleri artabilir.
- Atık su, aktif karbonun geri kazanılmasıyla ortaya çıkar.

Optimum bir adsorpsiyon/desorpsiyon döngüsü bulmak, kabul edilebilir bir emisyon konsantrasyonu ile ihtiyaç duyulan kaynaklar (yani enerji, periyodik olarak değiştirilmesi gereken adsorban, su) ve buhar kullanılırken karbon yatağının temizlenmesi için üretilen atık su arasında bir denge bulmak anlamına gelir.

Öngörülemeyen ekzotermik reaksiyonlar mümkün olduğundan, gaz akışlarının dikkatli bir şekilde dengelenmesini gerektirir (yukarıdaki Çevresel performans ve operasyonel verilere bakın).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Düşük VOC içeriği nedeniyle geri kazanım için enerji talebinin aşırı olduğu durumlarda uygulanabilirlik kısıtlanabilir.

Bu teknik, > 0.8 g/m^3 solvent konsantrasyonlarına sahip çıkış gazlarına uygulanabilir. LEL'ler bir rol oynamaz. Sistem tek solventlere ve karışımlara uygulanabilir. Su ile karışmayan tek solventler adsorbe edildiğinde buharla rejenerasyon yapılabilir. Solvent karışımları adsorbe edildiğinde, rejenerasyon, ısıtılmış nitrojen ve 150-300 °C aralığındaki sıcaklıklarda yapılmalıdır.

Otomotiv endüstrisinde boya kabinlerinden havanın temizlenmesi için kullanılan bazı uygulamalar vardır; tipik giriş konsantrasyonları 300 mg/m^3 ile 1 200 mg/m^3 arasındadır.

1 000 m3/saat ila 1 milyon m3/saat aralığındaki hava akışları işlenebilir. Aralığın üst ucu için 14 yataklı bir birime ihtiyaç duyulacaktır. Yatağın kapasitesi sadece sistemin taşınmasına bağlıdır. Sistem sürekli ve kesintili çalışabilir ve teknik olarak 30 yılı aşkın bir ömre sahiptir. Ancak bu süre zarfında, ekonomik ömrü kısaltan çevresel gereklilikler, işlem ekipmanındaki ve/veya solvent tiplerindeki değişiklikler vb. için uyarlanması veya yenilenmesi gerekebilir.

Bu teknik, toluen geri kazanımı için tüm yayın rotogravür baskı tesislerinde uygulanır (aşağıya bakınız) ve ayrıca otomotiv endüstrisinde, kamyonların ve ticari araçların kaplanmasında ve yapışkan bant imalatında (ayrıca solvent oksidasyonundan önceki konsantrasyon adımı olarak) uygulanır. Ayrıca fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıda da yaygın olarak uygulanır (bk. Madde 12.3.2.3).

Adsorpsiyon özellikle çıkış gazından 4 g/m^{3}e kadar konsantrasyonların çıkarılması gerektiğinde uygundur. Ancak 10 g/m^3 veya 12 g/m^3 konsantrasyonlarda da uygulanır. Genel olarak, orta ila düşük konsantrasyonlarda VOC içeren gazlar için geçerlidir. Sadece küçük moleküller adsorbe edilebilir ve desorbe edilebilir.
Bazı düşük uçuculuktaki solventler, aktif karbona kalıcı olarak yapışabilir ve sonuç olarak aktif karbonun erken değiştirilmesiyle adsorpsiyon kapasitesini hızla azaltabilir.

Yayın rotogravür baskı işlemlerinde kullanılan toluenin adsorpsiyonu ve geri kazanılması yaygın bir uygulamadır. Toluen aktif karbonla iyi emilir ve karbonu buharla ısıtarak kolayca geri alınır. Buhar ve solvent buharları, tolueni çıkarmak için yoğunlaştırılır. Yoğunlaştırılmış buhar, 380 mg/l ile 540 mg/l arasında bir toluen konsantrasyonuna sahip olabilir ve tolueni sudan ayırmak için bir hava kabarcığı akışı kullanılır. Sıyırma ile bu akım, 1-10 mg/l aralığında bir toluen konsantrasyonuna sahip olabilir. İşlendikten sonra atık su tahliye edilir veya örneğin soğutma suyu veya buhar olarak yeniden kullanılır. Geri kazanılan toluen kısmen yeniden kullanılır ve kısmen mürekkep üreticilerine geri satılır. Bu geri kazanım işleminde, normal olarak, geri kazanılan toluen kg'ı başına yaklaşık 3-6 kg buhar kullanır. Standart bir dört presli tesis için, 20.000-30.000 ton su kullanılarak yılda yaklaşık 7.000 ton toluen geri kazanılır.

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı gibi solvent karışımlarının uygulandığı işlemlerde, hem adsorpsiyon hem de geri kazanım daha zor olabilir. Etanol ve etil asetat, toluen kadar karbona da adsorbe etmez ve daha sonra daha büyük karbon yatakları gerekir. Bu solventler suda çözündüklerinden geri kazanım için buhar kullanılamaz.

Bu nedenle genellikle N_2 gibi sıcak bir soy gaz kullanılır. Geri kazanılan solvent karışımını ayırmak için bir damıtma işlemi gereklidir.

Yapışkan bant imalatında, geri kazanım işlemi için normalde her bir kg geri kazanılan solvent için 2-3 kg buhar kullanılır. 50 mg C/Nm^3'ün altında ulaşılan emisyon konsantrasyonları bildirilmiştir (bk. Madde 7.3.2.2).

Ekonomik yönler

Genel olarak, bu teknik oksidasyondan iki kat daha pahalıdır. Solvent geri kazanımına yapılan yatırım, bir oksitleyiciye yapılan yatırımdan (2006 verileri) 0,5-1 milyon Euro daha fazla olacaktır. Bununla birlikte, geri kazanılan solventten geri ödeme yapılabilir. Adsorpsiyon ortamı olarak zeolit, aktif karbondan yaklaşık 10 kat daha pahalıdır ve genellikle konsantre etme amaçları doğrultusund uygulanır.

Adsorpsiyon ünitelerinin, aktif karbonun toplam yüzeyini artırarak veya daha kısa adsorpsiyon döngüleri uygulayarak çok düşük emisyon değerleri elde edecek şekilde tasarlanabileceğine dikkat edilmelidir. Ancak her iki seçeneğin de daha yüksek yatırım ve işletme maliyetleri ve daha yüksek enerji tüketimi ile sonuçlandığı göz önünde bulundurulmalıdır.

800 kg/saat kapasiteli örnek bir yapışkan bant üretim tesisindeki adsorpsiyon ekipmanının sermaye maliyetleri 1992'de yaklaşık 2.7 milyon Euro olarak gerçekleşmiştir. Adsorpsiyon ve yoğuşma birlikte işletme maliyetleri yaklaşık 0,51 milyon EUR/yıl olmuştur. Değişken maliyetler yaklaşık 1,12 milyon EUR/yıl ve sabit maliyetler yaklaşık 1,38 milyon EUR/yıl olmuştur.

Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı durumunda, adsorpsiyon ve müteakip solvent geri kazanımı için yatırım ve çalıştırma maliyetleri, herhangi bir termal işlemden daha yüksektir. Çalıştırma maliyetleri, geri kazanılan bir kg solvent başına 0,15 EUR ile 0,25 EUR arasındadır. Geri kazanım maliyetleri 0,10 EUR/kg solventtir ve solvent yerinde yeniden kullanılırsa geri kazanılan solventin kg'ı 0,60-0,70 EUR'dur. Solvent tüketiminin yılda 500 tondan az olduğu durumlarda, solvent geri kazanımının oksidasyona ekonomik olarak çekici bir alternatif olması pek olası değildir.

Ambalaj rotogravür baskı işlemlerinde, etil asetat kullanılan toplam solventin genel olarak %90'ından fazlasını oluşturuyorsa, yeniden kullanılabilir miktar, tesisin neredeyse kendi kendine yeterli olacağı ve seyreltme amacıyla artık etil asetat satın almasına gerek kalmayacak şekilde olabilir.

Aşağıdaki aktif karbon adsorpsiyonu fiyatları Flaman ahşap endüstrisini temsil etmektedir ve gerçekçi teorik çalışma parametrelerine dayanmaktadır. Bilgileri sağlayan ekipman tedarikçileri, örneklerin maliyetlerini akışlar ve VOC yükleri bazında tahmin etmenin imkansız olduğunu vurgulamıştır, bu nedenle sayılar tamamen gösterge niteliğindedir ve tahminlerin yapıldığı tarihte geçerlidir (Kasım 2004).

- tesis kiralama: EUR 6 052-8 544/yıl;
- tesisin satın alınması: 22 355-23 740 EUR/birim;
- 10 000 Nm^3/saat ve 500 mg VOC/Nm^3 için teklif edilen fiyat (220 iş günü/yıl, 8 saat/gün, VOC emisyon standardı 90 mg/m^3 ve %50 zaman yükü):
  - aktif karbon: 5 400 kg için 8 316 EUR (82 iş günü süren) = 22 311 EUR/yıl;
- 1 000 Nm/h ve 500 mg VOCs/Nm^3 için teklif edilen fiyat (diğer çalışma koşulları eşittir):
  - aktif karbon 5 400 kg için 8 316 EUR (823 iş günü sürer) = 2 230 EUR/yıl.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Oksidasyon tekniklerinden daha ekonomik olabilir.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılır, çeşitli sektörler için çok sayıda tesis tarafından bildirilmiştir (yukarıdaki uygulanabilirlikle ilgili Teknik hususlar ile birlikte Çevresel performans ve operasyonel veriler bölümüne bakınız).

Referans literatür
[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [5, DFIU ve ark. 2002] [14, Aminal ve ark. 2002] [24, ESIG 2000] [26, CITEPA 2003] [27, VITO 2003] [37, Jansen 2005] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [78, TWG 2005] [95, CEI-BOIS 2006] [96, Presti 2005] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.10.6.2.1 Adsorber performansının sürekli izlenmesi

Açıklama
Adsorberin performansını sürekli olarak kontrol etmek için izleme ekipmanı mevcuttur, örneğin ham gazdaki ve işlenmiş atık gazdaki VOC seviyelerinin sürekli olarak karşılaştırılması.

Sağlanan çevresel faydalar
Kötü işleyen bir adsorber hızla tespit edilebildiği ve düzeltici önlem alınabileceği için işlenmemiş emisyonların azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Sistemin iki veya daha fazla paralel adsorpsiyon ünitesinden oluşması durumunda, izleme birinden diğerine geçmek için kullanılabilir. Konsantrasyon değişikliklerinin küçük olduğu otomotiv endüstrisinde, ölçümlerin haftada bir veya daha az sıklıkla normal olarak portatif ekipmanlarla yapıldığı bildirilmektedir.

Karbon yatağı geri kazanım döngüsünün kontrolünün konsantrasyon ölçümleri ile ve sabit zaman aralıklarında gerçekleştirildiği yayın rotogravür baskı tesislerinde yaygın bir uygulamadır. Bu, toluen adsorpsiyon sistemlerindeki karbon yatağının ne zaman temizlenmesi gerektiğine karar vermeye yardımcı olur. Kurutma havasının solvent içeriği değişken olduğundan, karbon yatağı geri kazanım döngüsünü kontrol etmeye yönelik bu iki yöntem, adsorberi ya çok erken ya da çok geç değiştirebilir. Çok erken aşırı enerji tüketimine yol açar, çok geç ise emisyonları orantısız şekilde artırır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Bu teknik, endüstri türünden bağımsız olarak yeni ve mevcut adsorberlere uygulanabilir. Sürekli izleme, yalnızca konsantrasyonlar yüksekse veya paralel adsorpsiyon ekipmanı kullanılması durumunda gereklidir. Adsoberin bir azaltma sisteminin ayrılmaz bir parçası olduğu ve havaya salınım olmadığı durumlarda gerekli değildir.

Ekonomik yönler
Yazılım ve erişim platformları dahil olmak üzere dört sürekli ölçüm VOC cihazının kurulum maliyetinin 2004 yılında 2 milyon Euro olduğu bildirilmektedir.

Örnek tesisler
Tesis # 046 (solvent bazlı dolgu uygulamasından kabin havasının işlenmesi) [155, TWG 2016].

Referans literatür
[7, Germany 2003] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

17.10.6.2.2 Kullanılmış aktif karbonun rejenerasyonu

Adsorberin yüzeyi olabildiğince fazla adsorbe edildiğinde, adsorpsiyonun etkinliği azalır. Adsorban daha sonra genellikle tutulan solventlerin (ve diğer malzemelerin) desorbe edilmesiyle yeniden üretilir. Bu, saha içinde veya dışında gerçekleştirilebilir. Adsorber ayrıca desorbe olmayan malzemeleri de toplar ve bunlar yüzey alanı artan şekilde işgal eder.

bu da hedef kirleticilerin uzaklaştırma verimliliğinde bir azalmaya yol açar. Adsorber ısıl işlemle yeniden üretilebilir. Aktif karbon veya diğer adsorberler yeniden üretilemezse, genellikle bertaraf edilirler (ör. yakma yoluyla).

17.10.6.3 Uygun bir sıvı kullanarak absorpsiyon (ıslak ovalama)

Açıklama

Çıkış gazındaki kirleticileri, özellikle çözünür bileşikleri ve katıları (toz) absorpsiyon yoluyla uzaklaştırmak için uygun bir sıvının kullanılması. Solvent geri kazanımı, örneğin damıtma veya termal desorpsiyon kullanılarak mümkündür (ayrıca bk. Madde 17.10.6.3.1). Toz giderme için bk. Madde 17.10.4.2.

Teknik Açıklama

Islak ovalama, birbiriyle temas halinde olan, çözünür bir gaz veya toz ile bir solvent (çoğunlukla su) arasındaki kütle aktarımıdır. Kimyasal geri kazanım için fiziksel ovalama tercih edilirken, kimyasal ovalama gaz halindeki bileşiklerin uzaklaştırılması ve azaltılması ile sınırlıdır. Fiziko-kimyasal ovalama bir ara konum alır. Bileşen, emici sıvı içinde çözülür ve gaz halindeki bileşenin geri kazanılmasını sağlayan tersinir bir kimyasal reaksiyona dahil olur.

Islak ovalama işleminin tam açıklaması ve mevcut ıslak ovalama ekipmanı türleri CWW BREF [31, COM 2016]'da verilmektedir. Islak yıkayıcıların azaltma verimliliği, gazın absorpsiyon bölümünde kalma süresine, kullanılan yıkayıcının tipine, örneğin kolon içlerine (rastgele dolgu, yapılandırılmış dolgu, vb.), kullanılan ovalama sıvısına ve sıvı gaz oranına bağlıdır. Ovalama sıvısı yeniden sirküle edilirse sıvının tazelenme hızı ve herhangi bir kimyasalın ilave hızı da önemli olabilir.
Absorbe edilen solventler yeniden kullanım için geri kazanılabilir (örneğin tekstillerin PU kaplamasında DMF).

Sağlanan çevresel faydalar

- Yeniden kullanım için VOC'lerin geri kazanılması.
- Havaya azaltılmış emisyonlar.
- NO_X, hidrojen halojenürler, SO_2, amonyak, hidrojen sülfür veya VOC'ler (suda çözünür ise, örneğin IPA, etanol, DMF) gibi gaz halindeki kirleticilerin uzaklaştırılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Beş ıslak ovalama sisteminden elde edilen veriler, azami-asgari %96-75 aralığı ile %79.2'lik bir ortalama azaltma verimliliği göstermektedir (bk. Tablo 21.29).

Çapraz ortam etkileri

Atık su üretimi. Ayrıca bk. CWW BREF [31, COM 2016].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Su bazlı ovalama, polar VOC'lere uygulanabilir. Bununla birlikte, desorpsiyon zorlu ve enerji yoğun olabilir.

DMF gibi suda çözünür solventleri geri kazanmak için tekstil kaplamada kullanılır.

Baskıda uygulanmaz. Araç kaplamasında, esas olarak püskürtme kabini çıkış gazları için aşırı püskürtme yakalama tekniği olarak uygulanır (bk. Madde 17.10.4.2).

Ekonomik yönler

Bk. CWW BREF [31, COM 2016].

Örnek tesisler

Araç kaplamasında yaygın olarak kullanılır (bir aşırı püskürtme kontrol tekniği olarak). Tekstil kaplama: Tesisler #134 ve #166 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[31, COM 2016] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016] [178, COM 2017] [179, COM 2017]

17.10.6.3.1 Sıvı içinde absorpsiyon ve ardından solvent geri kazanımı (yoğunlaşma) veya termal oksidasyon

Açıklama

Absorbtif atık gaz işleme sistemleri, geri kazanım veya yanma için VOC'leri yoğunlaştırmak için kullanılır. Sistem şunlardan oluşur:

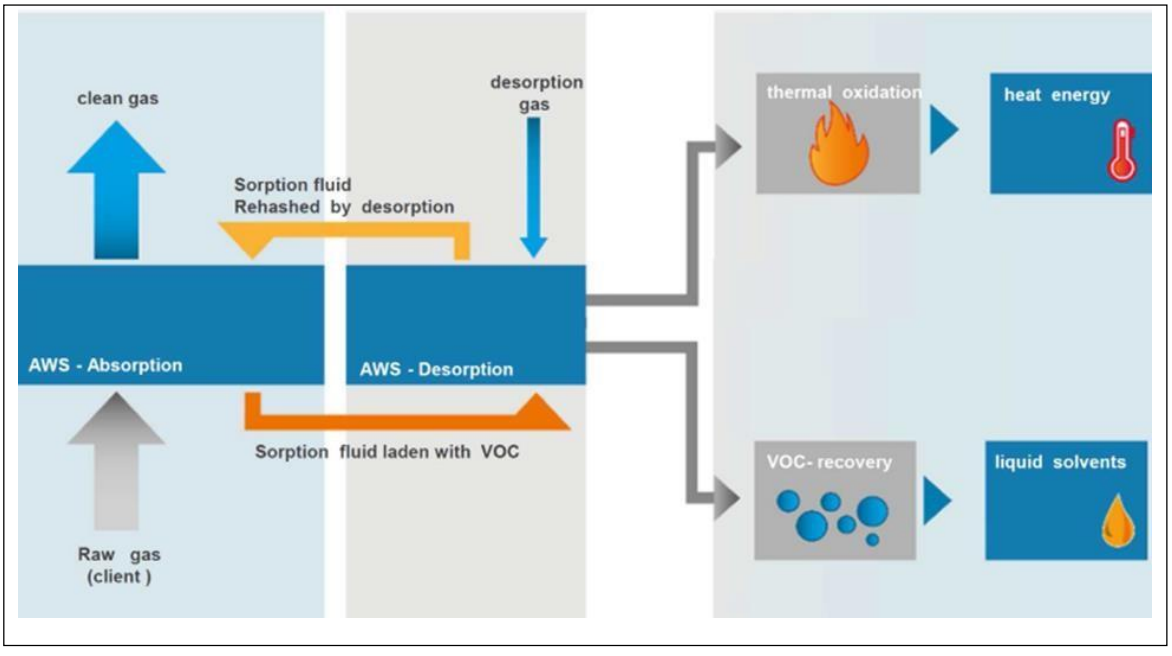
- filtre ünitesi (absorpsiyon sistemi);
- desorber (desorpsiyon sistemi); ve
  a. yoğunlaşma (solvent geri kazanımı) veya
  b. termal oksidasyon (enerji kullanımı).

İki seçenekten hangisinin seçileceğine ilişkin karar yerel koşullara bağlıdır ve ekonomi ve kalite gerekliliklerine göre belirlenir. Isı ihtiyacına karşı geri kazanılan solventleri yeniden kullanma olasılıklarına bağlıdır.

Araç kaplama işleminden kaynaklanan uçucu organik bileşikler, havaya VOC emisyonlarını azaltan absorpsiyon sisteminde toplanır. Daha sonra, organik solventlerle yüklü sorpsiyon sıvısı, solventlerin sorpsiyon sıvısından çıkarıldığı desorpsiyon ünitesine yönlendirilir. Bu, bir karşı akım akışında ısıtılmış absorban içinden geçen sıcak hava ile elde edilir.

Solventlerle yüklü sıcak hava, yoğuşma tesisine veya termal oksidasyona iletilir.

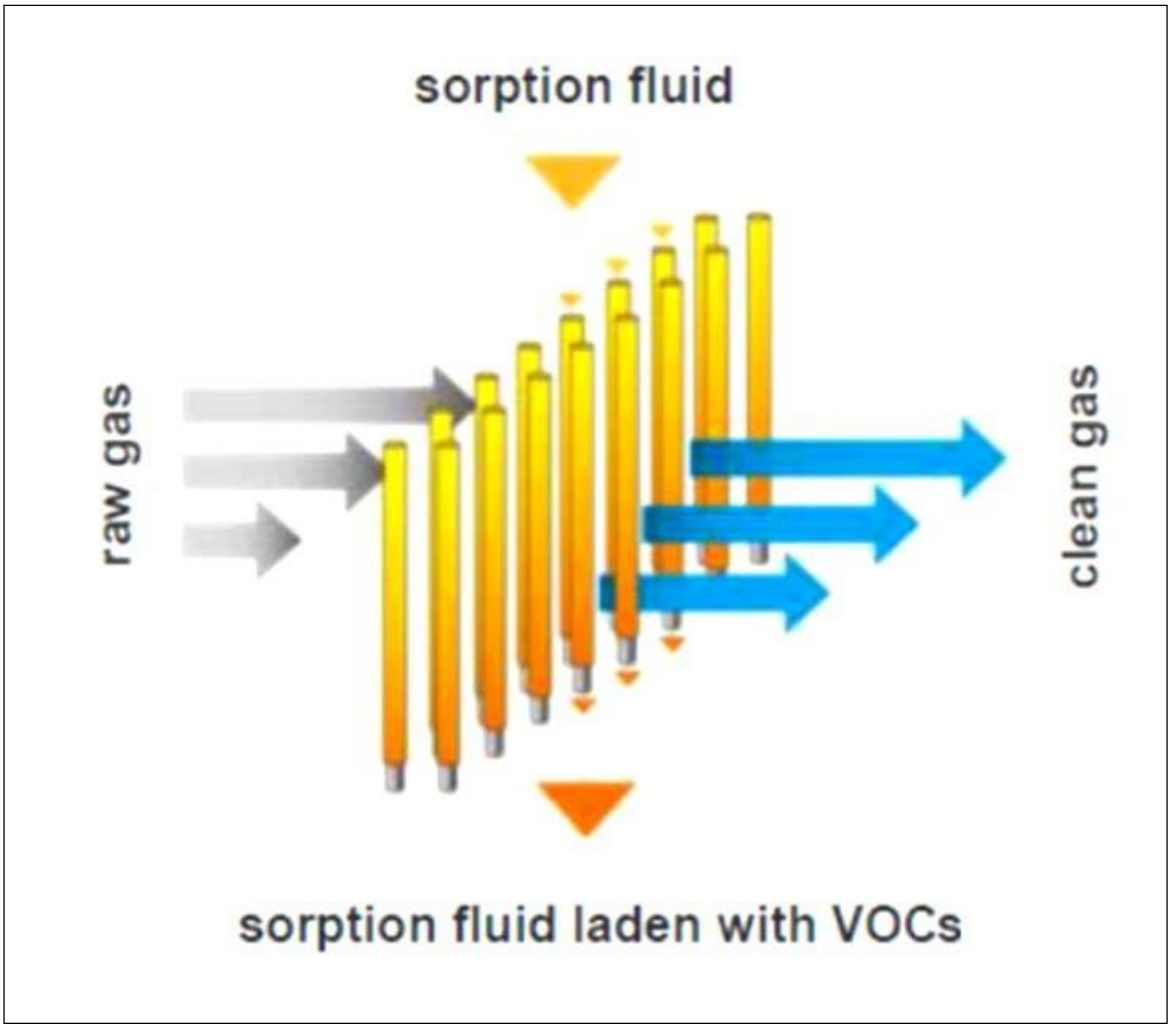
Şekil 17.25, sorpsiyon sıvısındaki uçucu organik bileşiklerin absorpsiyonunu, desorpsiyon ünitesinde sıcak hava ile desorpsiyonunu ve konsantre solventlerin kullanılmasına ilişkin sonraki seçenekleri gösterir.



Şekil 17.25: Absorpsiyon çıkış gazı işleme sisteminin şeması

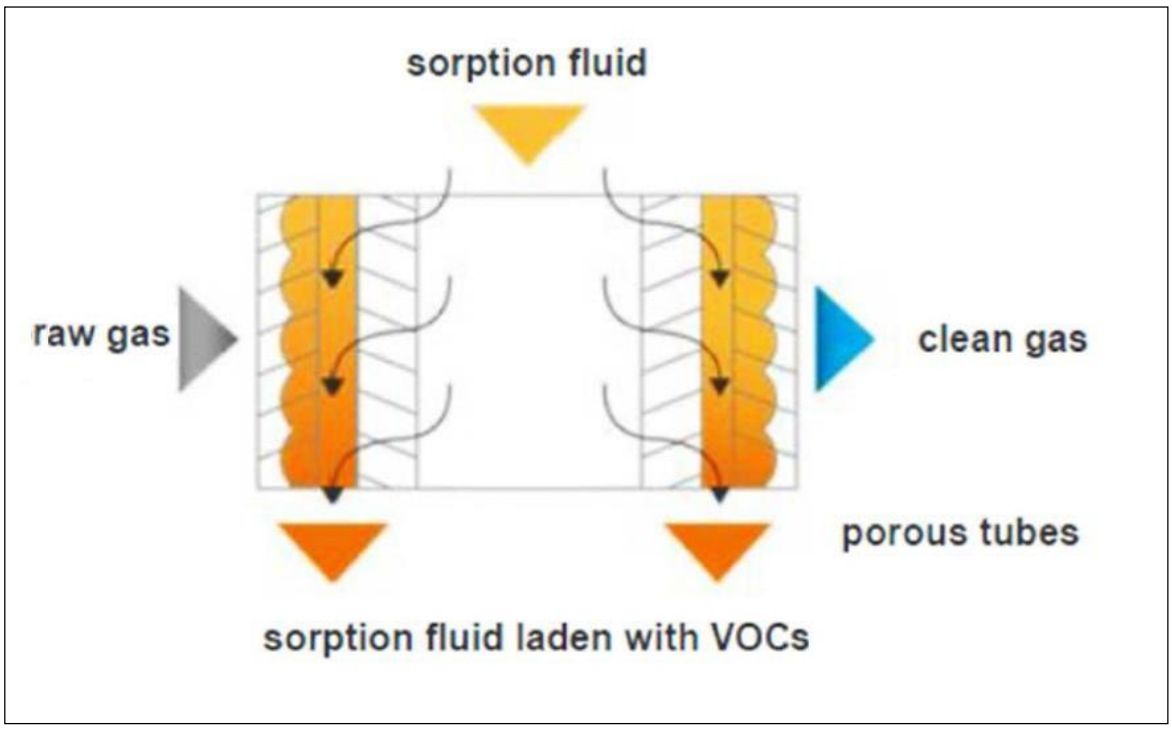
Absorpsiyon işlemi, gözenekli sözde Keder tüpleri aracılığıyla bir film perde üreten bir modülde gerçekleşir. Perde, çıkış gazının çapraz akışı için geniş bir yüzey sunar. Alternatif olarak, Keder tüpleri yerine rastgele koruma mümkündür.

Modüller, egzoz tarafında düşük basınç kaybı ile karakterize edilir. Çıkış gazının konsantrasyonuna ve absorbe edilecek maddelerin bileşimine bağlı olarak birkaç modül seri olarak birleştirilebilir. Absorban ve çıkış gazı, karşıt akışta yürütülür.



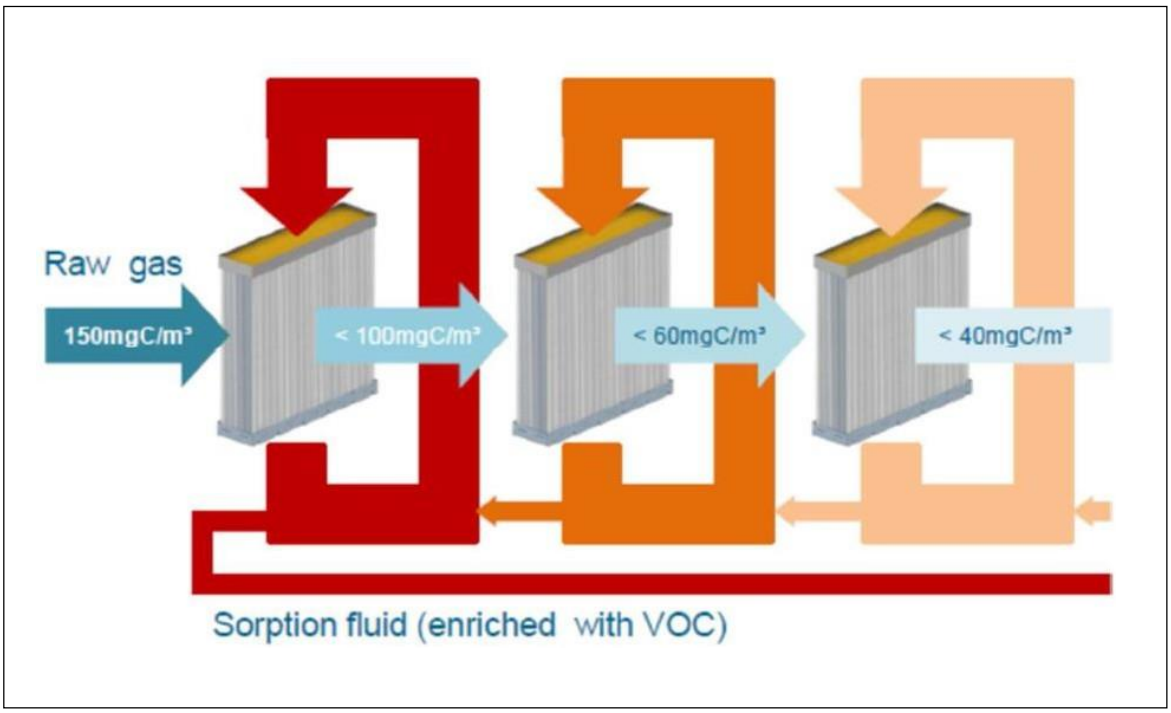
Şekil 17.26: Absorpsiyon ünitesinde çapraz akış

Şekil 17.27, absorpsiyon ünitesinin Keder tüpündeki akışı göstermektedir.



Şekil 17.27: Absorpsiyon ünitesindeki keder borusu

Şekil 17.28, absorpsiyon birimlerinin bir filtre kademesini göstermektedir.

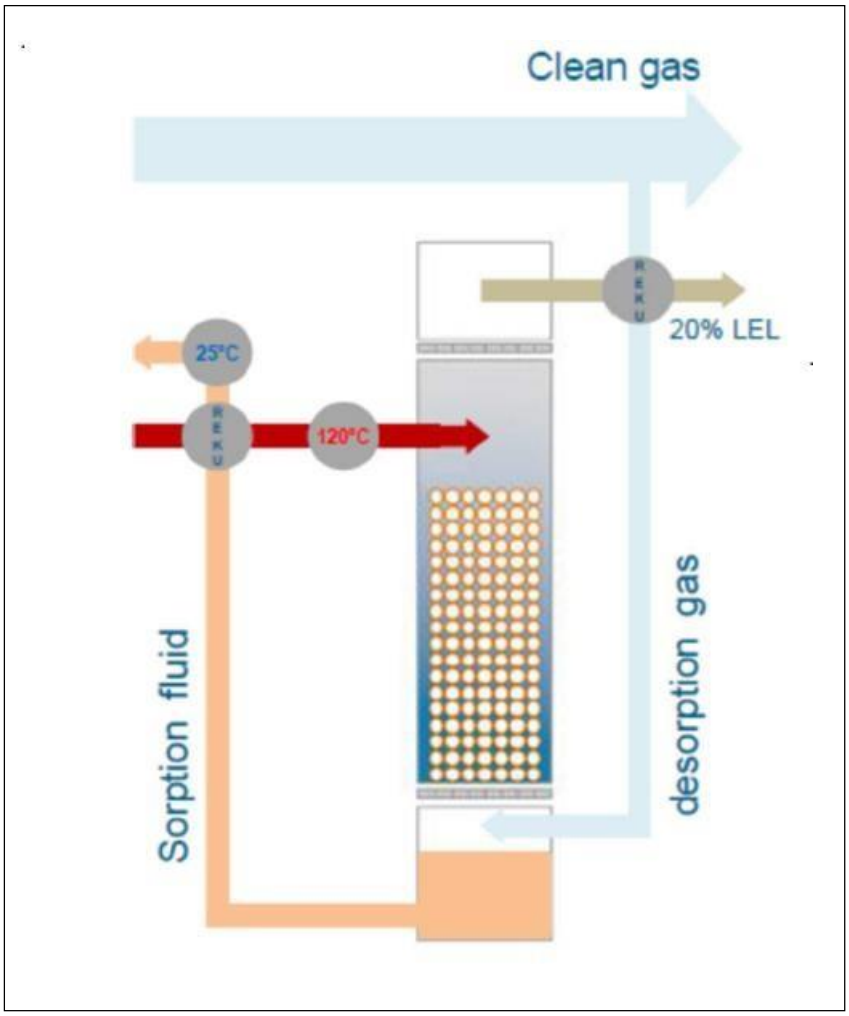


Şekil 17.28: Absorpsiyon birimlerinin filtre kademesi

Şekil 17.29, desorpsiyon ünitesinin ayrıntılarını gösterir. Koyu kırmızı ok, absorpsiyondan kaynaklanan yüklü sıvının girişini gösterir; açık kırmızı çizgi, sıvının absorpsiyon ünitesine dönüşünü gösterir.

Absorpsiyon ünitesine geri dönmeden önce, sıcak sıvının çıkışı, gelen sıvıyı ısıtmak için bir ısı değişim ünitesinden geçer. Desorpsiyon için gelen sıvı 130 °C'ye ısıtılır.

Küçük bir hacimsel temiz gaz / taze hava akışı, kolondan sıvıya ters yönde akar. Temiz gaz, VOC'leri sıvıdan alır ve onlarla zenginleştirilir. Yüksek konsantrasyonlu desorpsiyon gazı, VOC geri kazanımı (yoğunlaşma) için kullanılabilir veya bir termal oksitleyicide yakılabilir.



Şekil 17.29: Desorpsiyon ünitesinin özellikleri

Almanya'daki bir otomotiv üreticisi tarafından püskürtme kabinlerinden solventle kirlenmiş çıkış gazını temizlemek için bir absorpsiyon tesisi kullanılmaktadır. Bu püskürtme kabinlerinde, araç bileşenleri boyanır (esasen seri olarak son kat kaplamalı plastik parçalar). Ayrıca boya kabinlerinde parçaların manuel olarak kaplanması da yapılmaktadır.

Bu tesisteki absorpsiyon ve desorpsiyon, solventlerin yoğunlaşması (geri kazanımı) ile bağlantılıdır.

- Tüm filtre sisteminin boyutları: 20,2 mx 9,7 mx 4,7 (U x G x Y).
- Egzoz hava akışı: 220 000 m^3/sa (her biri 110 000 m^3/sa olan iki hat).
- Absorber: 128 absorpsiyon modülü.
- Absorban miktarı: ~12 700 litre.
- Dolum seviyesi ve sıcaklığının otomatik kontrolü.
- Absorbanların sürekli doldurulması.

- Sıcaklıklar: absorpsiyon 25 °C, desorpsiyon 130 °C, yoğuşma – 52 °C.
- Ham gaz konsantrasyonu: azami 130 mgC/Nm^3.
- Ayırma verimliliği: (ham gaz yüküne bağlı olarak) ~17,8 kg VOC/saat.
- Desorberin boyutları: 7,3 mx 7,8 mx 6,5 m (U x G x Y).
- Dolgulu yatak hacmi: ~ 7,9 m^3.
- Yoğunlaşmanın boyutları: 11 mx 1,5 mx 3,8 m (U x G x Y).

Sağlanan çevresel faydalar

Çıkış gazı işleme sistemi, uçucu organik bileşiklerin emisyonlarını azaltır. Absorbanda konsantre olan solventler, tesisteki desorpsiyon sistemi ile sıvı halde geri kazanılabilir. Desorbe edilmiş solventler alternatif olarak termal oksidasyona yol açabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

- Atık gazdaki TVOC konsantrasyonu: genellikle < 50 mg C/Nm^3.
- Sistemin azami giriş konsantrasyonu, alt patlama sınırına (LEL) kadardır.
- Konsantrasyon oranı, ham gaz konsantrasyonuna bağlı olarak ~ 30:1 ile ~ 150:1 arasında değişir.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi: Sistem, doğal gaz ve elektrikte ek enerji tüketimine yol açar. Egzoz fanı elektrik tüketimindeki artış, çıkış gazı işleme sistemi olmadan çalışan egzoz fanının elektrik tüketiminden ayrı olarak hesaplanır. Aşağıdaki şekillerde, daha önce belirtilen örnek tesise atıfta bulunulmaktadır.

Doğal gaz:
Termal oksitleyici: ~ 130 kW.

Elektrik:

- Egzoz havası temizleme: ~ 46 kWel.
- Sorpsiyon sıvısının soğutulması: ~ 24 kWel.
- Egzoz havası fanı (ilave): ~ 120 kWel.

Ayrıca, çalışma saati başına 0,5-0,75 kg sorpsiyon sıvısı kaybı yeniden doldurulmalıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Çıkış gazı işleme sistemi, yeni tesislerde ve mevcut tesislerin iyileştirilmesi için uygulanabilir. Absorpsiyon ünitesi mevcut havalandırma kanallarında uygulanabilir. Kısıtlı alan nedeniyle uygulanamıyorsa, absorpsiyon ve desorpsiyon ünitelerinin ayrı konumu mümkündür.

Ham gazda değişken VOC konsantrasyonları olması durumunda, absorbanın depolama kapasitesi, absorpsiyon ve desorpsiyonun geçici olarak ayrılması için kullanılabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Absorpsiyonlu atık gaz işleme sisteminin uygulanmasının ana nedeni yasal zorunluluklardır. Sistem, kaplama maddelerinin bir zeolit absorpsiyon rotorunun (örneğin UV vernikleri, yüksek kaynayan maddeler) uygulanmasını engellediği VOC konsantrasyonu için uygulanabilir.

Sistem, solvent geri kazanımının bir amaç olduğu durumlarda uygulanabilir.

Sistem, birleşik ısı ve güç sistemlerinin ekonomik olarak uygun olduğu durumlarda uygulanır.

Örnek tesisler

Porsche Zuffenhausen.

Porsche Leipzig.
BMW Group Werk Landshut.

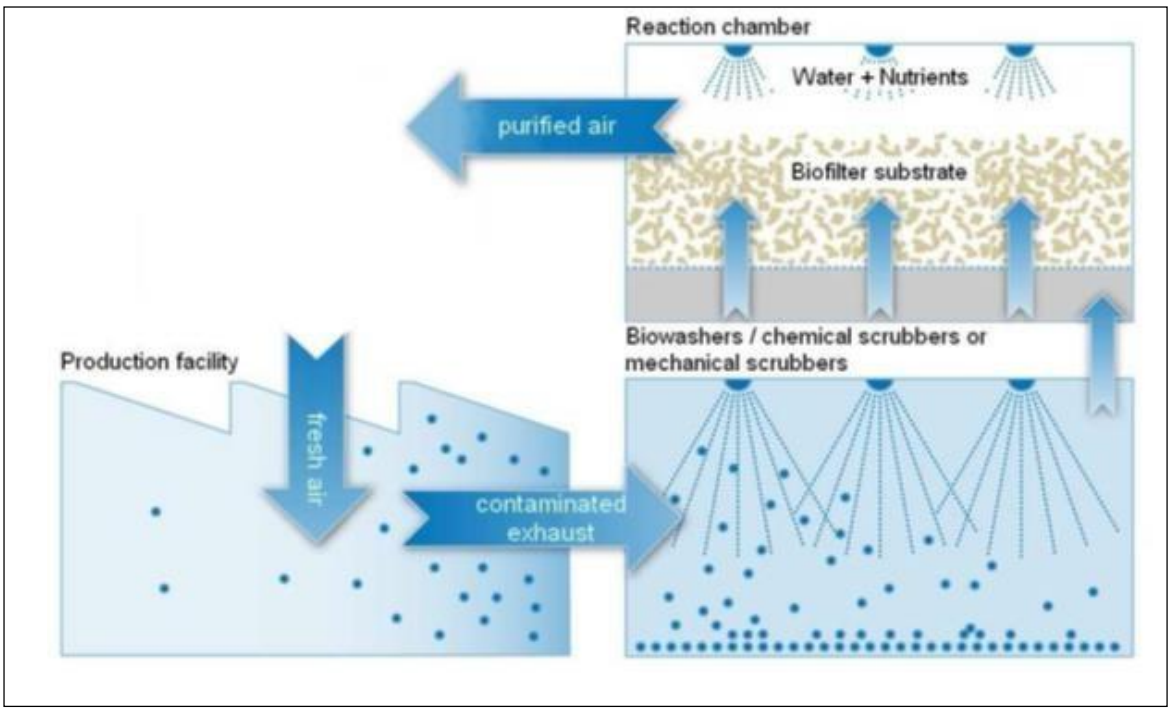
Referans literatür
[211, Almanya 2017] [ACEA yorumu #236 [212, TWG 2018]]

17.10.7 Biyolojik atık gaz işleme

Açıklama
Çıkan gazının tozu alınır ve biyofiltre alt tabakası olan bir reaktöre gönderilir. Biyofiltre, bir organik malzeme yatağından (turba, funda, kompost, kök, ağaç kabuğu, yumuşak ağaç ve farklı kombinasyonlar gibi) veya bazı inert malzemelerden (kil, aktif karbon ve poliüretan gibi) oluşur, burada çıkış gazı akışı, doğal olarak oluşan mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak oksitlenerek karbondioksit, su, inorganik tuzlar ve biyokütleye dönüştürülür. Biyofiltre toza, yüksek sıcaklıklara veya çıkış gazındaki, örneğin giriş sıcaklığı veya VOC konsantrasyonundaki yüksek değişikliklere karşı hassastır. Ek besin takviyesi gerekebilir.

Teknik Açıklama
Biyolojik atık gaz işleme sistemi şunlardan oluşur:
- atık gazın tozsuzlaştırılması ve nemlendirilmesi için yıkayıcı;
- kirleticilerin yok edilmesi için biyofiltre alt tabakalı reaktör;
- reaktördeki mikroorganizmalara su ve besleyici madde sağlayan otomatik nemlendirme;
- üretim holü temiz havayı ısıtmak için ısı eşanjörü.

Şekil 17.30'da, üretim holü, yıkayıcı, reaktör ve ısı eşanjörü gösterilmektedir.



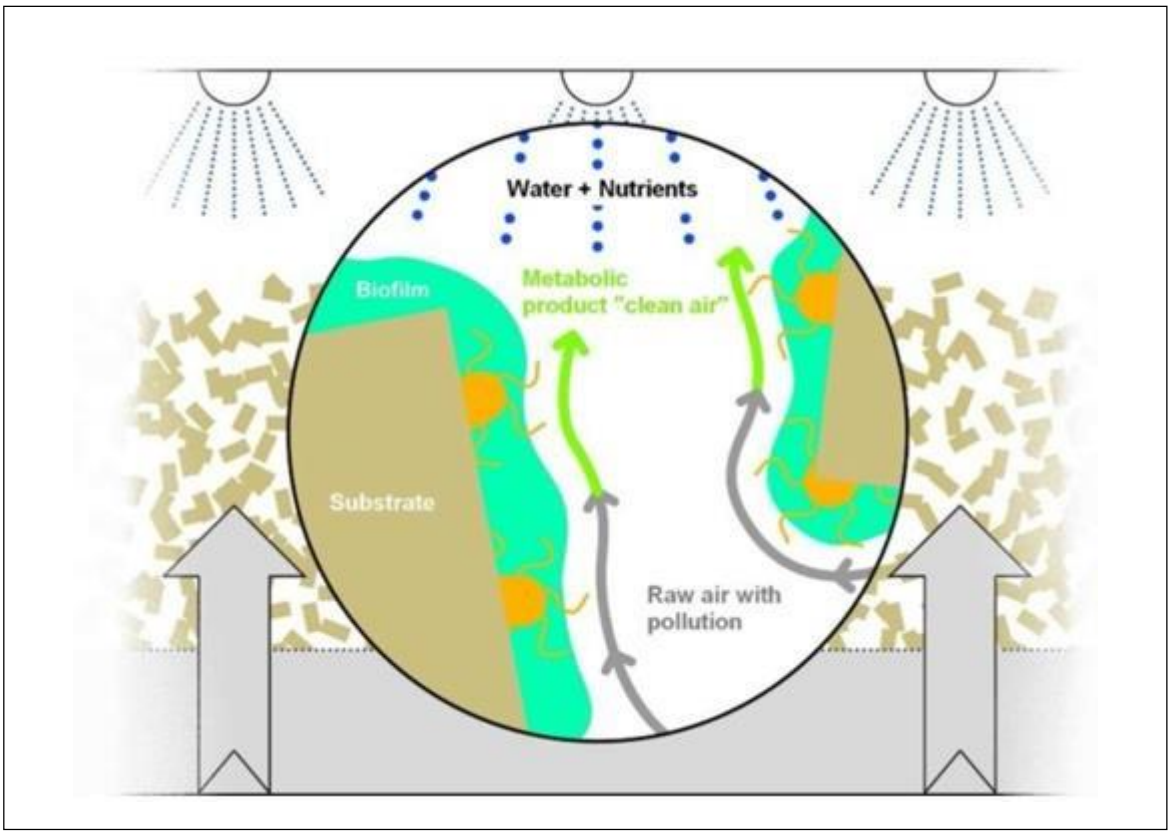
Şekil 17.30: Biyolojik atık gaz işleme sisteminin şeması

Yıkayıcı, ters akımlı bir gaz akışı ile çalıştırılır. Yıkayıcı suyunun çoğu devridaim ettirilir. Gerekirse atık su işleme sistemi kurulur. Su tüketimini en aza indirir ve kanalizasyon sisteminin yerel boşaltma sınırlamalarına uyumu sağlar. Biyolojik atık gaz işleme sistemi, mikroorganizmaların faaliyetini esas almaktadır.

Organizmalar, organik kirleticileri ve ayrıca inorganik gaz halindeki atık gaz bileşiklerinin bir kısmını biyokimyasal olarak oksitler. Bunlar, toksik olmayan maddelere ve kokusu alınamayan maddelere dönüştürülür.

Reaktörde, mikroorganizmalar katı bir destek malzemesinin üzerine yerleştirilmiştir. Çıkış gazında bulunan kirleticiler, destekleyici malzemenin yüzeyi tarafından emilecektir (sıvı faza dönüşüm). Bunlar, bu sayede mikroorganizmalar için erişilebilir hale gelir. Mikroorganizmalar kendi biyokütlelerini oluşturmak için besin ve enerji kaynağı olarak kirleticileri kullanır.

Reaktör birkaç kat dolgu malzemesi içerir. Alt katmanlar, reaktör yapısını oluşturan iri taneli malzemeden oluşur. Bu tabakaların işlevi drenaj ve hava dağıtımıdır.



Şekil 17.31: Biyolojik atık gaz işleme için reaktör

Destekleyici malzeme, çıkış gazı işleme sisteminin önemli bir parçasıdır. Her özel duruma göre uyarlanır ve organik maddelerden oluşur (Şekil 17.32). Malzeme, tedarikçi tarafından geliştirilir ve belirtilir; kalite kontrollü işlem koşullarında üretilir.



Şekil 17.32: Biyofiltre malzemesi

Üst katman için, hidrokarbonların ve kokunun ayrışması ile ilgili iyi sonuçlar veren özel bir aktif karışım kullanılır. Malzeme biyolojik tahribata karşı oldukça dirençlidir. Bu uzun bir kullanım ömrü sağlar. Büyük gözenekler, yüksek bir biyolojik azaltma performansı sağlar. Mikroorganizmaların aktivitesi ve dolayısıyla biyofiltre sisteminin işlevi, ancak destek materyali ve biyokütle sürece uyarlanırsa sağlanır. Adaptasyon, gözenek hacminin ve absorpsiyon kapasitesinin (tampon kapasitesi) uyarlanmasını içerir. Bu, biyofiltrenin yüksek bir toplam yüzeyi ve yeterli tutma süresi sağlar.

Sistem çalışmaya başladığında, destekleyici malzeme, ilgili çıkış gazı bileşimine uyarlanmış özel bir bakteri kültürü ile aşılanacaktır. Bu sayede kısa sürede tam performans elde edilir.

Çıkış gazının organik içeriğine uyarlandıktan sonra, çıkış gazı bileşiminin konsantrasyonuna ve tipine özel filtre malzemesinde belirli bir biyosönoz kurulur ve dengede tutulur.

Bakterilerin metabolizması su, CO_2 ve biyokütle üretir. Organik bileşikler ayrıştığından, biyofiltre malzemesinde kirletici birikmez. Besin kaynağı optimize edilirse mikroorganizmalar hızla büyür ve değişen yaşam koşullarına hızla uyum sağlar. Besinlerin türüne bağlı olarak, zamanla belirli bir popülasyon gelişirken diğer mikroorganizmalar hayatta kalamaz.

Çıkan gazdaki yük tepe noktaları, malzemenin yüksek tampon kapasitesi nedeniyle biyofiltrede saklanabilir. Depolanan organik bileşikler daha sonra mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılacaktır.

TOC yükü (çıkış gazlarından) yeterli değilse, sürekli bir ayrışma süreci ve kararlı bir çıkış gazı işleme performansı sağlamak için mikroorganizmaların bir besin karışımı ile beslenmesi gerekebilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Biyolojik atık gaz işleme sistemi, VOC emisyonlarını azaltır ve koku ve toz emisyonlarını en aza indirir.

Biyolojik atık gaz işleme tekniğinin azaltma verimliliği için sadece iki veri seti sunulmuş ve verimlilikleri %83 ile %94,3 arasında değişmiştir [155, TWG 2016].

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Metal yüzey kaplaması için örnek tesis [211, Almanya 2017]:

- TOC için ölçüm yöntemi: FID (EN 12619:2013-04).
- Ölçüm süresi: 30 dakika.
- Ham gaz TOC konsantrasyonu 50 mg C/Nm3 ile 300 mg C/Nm3 arasında değişmektedir.
- Atık gaz konsantrasyon sınırları: TOC 50 mg/Nm3, toz 3 mg/Nm3,
- Ölçüm (7/8/2013): TOC 18,3/27.3/34.9 mg/Nm3, toz azami < 0,32 mg/Nm3.
- Ölçüm (15/7/2015): TOC azami 41,1 mg/Nm3, toz azami 0,77 mg/Nm3.
- Ölçüm belirsizliği (15/7/2015): TOC 6,5 mg/Nm3, toz 0,22 mg/Nm3.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi: Biyofiltre, atık gaz akışında düşük basınç düşüşüne neden olur ve bu nedenle atık gaz ventilatöründe yalnızca küçük bir güç artışı gerektirir. Ek tüketim yaklaşık 30 kWh'dir (iş yeri güvenliği için gerekli olduğundan, havalandırma için konvansiyonel elektrik tüketimi olmadan).

Biyofiltredeki biyolojik faaliyet nedeniyle atık gaz çıkış sıcaklığı giriş sıcaklığından 2 °C daha yüksektir. Bu enerji, üretim salonlarında ihtiyaç duyulan taze havayı ısıtmak için bir sonraki ısı eşanjöründe geri kazanılabilir. Kışın, dış sıcaklık seviyesine bağlı olarak, ısıtma enerjisinin yaklaşık %50-75'i ikame edilebilir.

Atık su: Atık su, yıkayıcı ve biyofiltrenin çalışmasından kaynaklanır. Atık suyun özellikleri, çıkış gazı bileşimine ve içindeki organik bileşiklerin konsantrasyonuna bağlıdır. Genellikle, kamu kanalizasyon sistemine deşarja izin verilir.

Atık suyun tipik özellikleri [211, Almanya 2017]:

- Atık su sıcaklığı: 10-30 °C.
- pH yaklaşık 6-8.
- İletkenlik: yaklaşık 500-2000 µS/cm.
- KOİ: yaklaşık 400-2000 mg/l.

Atık: Destekleyici malzeme kullanım ömrünün sonuna ulaştığında, kirleticiler ayrıştırıldıkları için içerilmediğinden bir biyokütle yakma fırınına veya bir kompostlama tesisine atılabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Biyolojik atık gaz işleme sistemi, yeni tesislerde ve mevcut tesislerin iyileştirilmesi için uygulanabilir. Sistem, genellikle kaplama faaliyetlerinden kaynaklanan, biyolojik olarak parçalanabilen tüm uçucu organik bileşiklerin (metan hariç) işlenmesi için kullanılabilir. Ancak araç kaplamasında kullanılmaz.
Her biyofiltre sistemi, ham gazdaki organik maddelerin spesifik (kombinasyonuna) uyarlanmalıdır.

Ham gaz bileşimindeki bir değişiklik, filtre sisteminin azaltma verimliliği ile ilgili olarak öngörülemeyen sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, genellikle farklı müşteriye özel kaplama sistemleri arasında geçiş yapmak zorunda kalan operatörler, her koşulda emisyon sınırlarına uymayabilir.

Ek olarak, biyofiltre sistemleri, solvent giriş konsantrasyonunun ve bileşiminin hızlı ve sık değişmesiyle çıkan gazları işlenemez.

Ekonomik yönler

Yatırım ve işletme maliyetleri, çıkış gazı hacmine ve işlenecek organik bileşiklerin konsantrasyon seviyesine bağlıdır.

İşletme maliyetleri (elektrik, su, besin maddeleri, kimyasallar, biyofiltre malzemesi, atık su bertarafı) heterojen çıkış gazı bileşimi, değişen çıkış gazı hacimleri ve değişen ham gaz bileşimleri nedeniyle farklılık gösterir. Aşağıdaki değerler tahminidir. Biyokütle yakma tesisinde enerji geri kazanımının ekstra maliyet olmadan yapılabileceği varsayıldığından, kullanım ömrü sonunda biyofiltre malzemesinin bertaraf maliyetleri dikkate alınmamıştır [211, Almanya, 2017].

- Atık gaz hacmi:
  - tam yükte 60 000 Nm^3 (yaklaşık 2000 sa/yıl);
  - kısmi yükte 30 000 Nm^3 (yaklaşık 2000 sa/yıl).
- Ham gazdaki TVOC konsantrasyonu: yaklaşık 250 mg C/Nm3.
- Yatırım maliyetleri: yaklaşık 400.000 Euro.
- İşletme maliyetleri: yaklaşık 29 000 EUR/yıl.
- Bakım sıklığı: Haftada 1-3 saat.
- Spesifik gaz çıkışı işleme maliyetleri: 0,000016 EUR /m3.

Örnek tesisler

Metal kaplama: Vallo & Vogler Oberflächenveredlung,
GmbH. Ahşap kaplama: Möbelwerkstätten Hunke GmbH.
Tesisler #117 (metal ambalaj) ve #027 (fleksografi) [155, TWG 2016].

Referans literatür

[155, TWG 2016] [211, Almanya 2017]

17.10.8 NO_X azaltma teknikleri

17.10.8.1 Isıl işlem koşullarının optimizasyonu

Açıklama

Yanma odalarının, brülörlerin ve ilgili ekipmanın/cihazların iyi tasarımı, otomatik sistemler kullanılarak veya kullanılmadan yanma koşullarının optimizasyonu (ör. sıcaklık ve kalma süresi gibi yanma parametrelerini kontrol ederek) ve tedarikçilerin tavsiyelerine göre yanma sisteminin düzenli ve planlı bakımı ile birleştirilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya TVOC, NO_X ve CO emisyonlarının dengeli bir şekilde azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Termal oksidasyon sistemlerinden kaynaklanan NO_X emisyonları için bildirilen veriler Madde 17.10.1 ve Şekil 17.18'de sunulmuştur [155, TWG 2016].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yanma odası tasarımını iyileştirme olanaklarındaki tekno-ekonomik sınırlamalar nedeniyle tasarımın uygulanabilirliği mevcut tesisler için kısıtlanabilir.

17.10.8.2 Düşük NO_X brülörlerinin kullanımı

Açıklama

Yanma odasındaki en yüksek alev sıcaklığı düşürülür, bu da yanmayı geciktirir ancak tamamlar ve ısı transferini arttırır (alevin artan emisyonu). İstenen VOC imhasını elde etmek için artan kalma süresi ile birleştirilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Havaya NO_X emisyonlarının azaltılması.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Uygulanabilirlik, mevcut tesislerdeki tasarım ve/veya işletim sınırlamaları ile kısıtlanabilir.

Sargı teli imalatında veya tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasında uygulanmaz. Her iki sektör için de yayılan NO_X, esasen kullanılan solventlerin nitrojen içeriğinden kaynaklanmaktadır [EWWG/ORGALIM yorumu #94 ve BE yorumu #105 [212, TWG 2018]]. Ayrıca ahşap yüzey kaplama sektörü için son teknoloji olarak kabul edilmemektedir [262, ESVOC ve ark. 2019].

Referans literatür

[212, TWG 2018] [262, ESVOC ve ark. 2019]

17.11 Atık su işleme teknikleri

Atık su işleme işlemi sahada veya saha dışında yapılabilir. Tesis dışı işleme, düşük konsantrasyonlarda kirletici içeren atık suların boşaltılmasını gerektirir. STS sektörü için, atık suya solvent çıkışı, solvent kütle dengesinin bir parametresidir (bk. Madde 17.3.1) ve hesaplanması SMB uygulamasının doğruluğu için önemlidir. Solvent bazlı ürünler su bazlı alternatifler ile değiştirildiğinde, örneğin atık suda çözünür solventler, polimerler ve plastikleştiriciler bulunduğunda atık suyun işlenmesi bir sorun haline gelebilir. Atık su işleme, CWW BREF [31, COM 2016] ve bu sektör için [46, Fransa 2002] gibi başka yerlerde kapsamlı bir şekilde açıklanmıştır. Su bazlı faaliyetler için atık su işleme teknikleri hakkında daha fazla bilgi STM BREF [23, COM 2006]'da bulunabilir.

Aşağıda listelenen atık su işleme tekniklerini kullanan örnek tesisler hakkında bilgi için Bölüm 2 ila 15'teki suya emisyonlar için ilgili sektör bölümlerine bakınız.

17.11.1 Başlangıç, birincil ve genel teknikler

17.11.1.1 Nötrleştirme

Açıklama

Atık suyun pH'ının nötr bir değere ayarlanması (yaklaşık 7). Hedeflenen kirleticiler asitler ve alkalilerdir. Daha fazla bilgi STM [23, COM 2006] ve CWW [31, COM, 2016] BREF'lerinde verilmiştir.

17.11.1.2 Dengeleme

Açıklama

Tanklar veya diğer yönetim teknikleri kullanılarak akışların ve kirletici yüklerin dengelenmesi. Daha fazla bilgi STM [23, COM 2006] ve CWW [31, COM, 2016] BREF'lerinde verilmiştir.

17.11.1.3 Fiziksel ayrıma

Açıklama

Atık sudan brüt katıları, askıda katıları ve/veya metal partikülleri çıkarmak için örneğin elekler, filtreler, kum ayırıcılar, birincil çökeltme tankları ve manyetik ayırıcıların kullanılması. Daha fazla bilgi STM BREF'te [23, COM 2006] verilmiştir.

17.11.2 Fiziko-kimyasal işleme teknikleri

17.11.2.1 Kimyasal indirgeme

Açıklama

Kimyasal indirgeme, kirleticilerin kimyasal indirgeyici maddeler tarafından benzer ancak daha az zararlı veya tehlikeli bileşiklere dönüştürülmesidir. Hedeflenen kirleticiler esas olarak indirgenebilir çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya engelleyici kirleticilerdir, örneğin altı değerlikli krom (Cr(VI)).

Cr(VI), çökeltmeyi ve uzaklaştırmayı sağlamak için bir kimyasal indirgeyici madde tarafından Cr(III)'e dönüştürülür. Daha fazla bilgi STM [23, COM 2006] ve CWW [31, COM 2016] BREF'lerinde verilmiştir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genellikle uygulanabilir, özellikle Cr(VI) dönüşüm kaplamaları kullanıldığında (ayrıca bk. Madde 6.4.6.2).

17.11.2.2 Vakumlu damıtma

Açıklama

Düşük basınç altında termal atık su işleme ile kirleticilerin uzaklaştırılması. Vakumlu damıtma, atık sudan VOC'leri çıkarmak için vakumun kullanıldığı bir tekniktir. Basıncı düşürmek için vakumun uygulandığı, buharlaşmalı geri kazanım sistemidir, böylece damıtma daha düşük bir sıcaklıkta gerçekleştirilebilir. Bu, ısıtma maliyetlerinden tasarruf sağlar ve ayrıca, atmosferik basınçta gerekli olacak yüksek sıcaklıklar altında daha az kararlı maddelerin ayrışmasını önler.

Hedeflenen kirleticiler çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya damıtılabilen engelleyici kirleticilerdir, örneğin bazı solventler.

Daha fazla bilgi CWW BREF'te verilmiştir [31, COM 2016].

17.11.2.3 Adsorpsiyon

Açıklama

Çözünür maddelerin (solventlerin) katı, yüksek oranda gözenekli parçacıkların (tipik olarak aktif karbon) yüzeyine aktarılarak atık sudan uzaklaştırılması. Hedeflenen kirleticiler, adsorbe edilebilir çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya engelleyici kirleticilerdir, örneğin AOX. Bu teknik CWW BREF'te açıklanmıştır [31, COM 2016].

17.11.2.4 Çökelme

Açıklama

Çözünmüş kirleticilerin çökeltici ilave edilerek çözünmeyen bileşiklere dönüştürülmesi. Oluşan katı çökeltiler daha sonra çökeltme, yüzdürme veya filtreleme yoluyla ayrılır. Hedeflenen kirleticiler, çökebilir çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya engelleyici kirleticilerdir (örneğin metaller). Daha fazla bilgi CWW BREF'te verilmiştir [31, COM 2016].

17.11.2.5 İyon değişimi

Açıklama

İyonik kirleticilerin atık sudan tutulması ve bunların bir iyon değişim reçinesi kullanılarak daha kabul edilebilir iyonlarla değiştirilmesi. Kirleticiler geçici olarak tutulur ve daha sonra bir rejenerasyon veya geri yıkama sıvısına bırakılır. Hedeflenen kirleticiler iyonik çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya engelleyici kirleticilerdir, örneğin metaller. Daha fazla bilgi CWW BREF'te verilmiştir [31, COM 2016].

17.11.2.6 Sıyırma

Açıklama

Sıvı içinden geçirilen bir gaz fazı (örneğin buhar, nitrojen veya hava) ile sulu fazdan arındırılabilir kirleticilerin uzaklaştırılması. Uzaklaştırma verimliliği, sıcaklığın arttırılması veya basıncın düşürülmesiyle arttırılabilir. Hedeflenen kirleticiler, örneğin bazı adsorbe edilebilir organik olarak bağlı halojenler (AOX) gibi, temizlenebilir kirleticilerdir. Daha fazla bilgi CWW BREF'te verilmiştir [31, COM 2016].

17.11.3 Biyolojik işleme

Açıklama

Atık su işleme için mikroorganizmaların kullanımı (örneğin anaerobik işleme, aerobik işleme). Hedeflenen kirleticiler biyolojik olarak parçalanabilen organik bileşiklerdir. Daha fazla bilgi STM [23, COM 2006] ve CWW [31, COM 2016] BREF'lerinde verilmiştir.

17.11.4 Nihai katı giderme teknikleri

17.11.4.1 Pıhtılaşma ve flokülasyon

Açıklama

Pıhtılaşma ve flokülasyon, askıda katı maddeleri atık sudan ayırmak için kullanılır ve genellikle ardışık adımlarla gerçekleştirilir. Pıhtılaşma, askıda katı maddelere zıt yüklere sahip pıhtılaştırıcılar eklenerek gerçekleştirilir. Flokülasyon, mikroflok partiküllerinin çarpışmalarının daha büyük topaklar üretmek üzere bağlanmalarına neden olacak şekilde yumuşak bir karıştırma aşamasıdır. Polimerler eklenerek desteklenebilir. Daha fazla bilgi STM [23, COM 2006] ve CWW [31, COM 2016] BREF'lerinde verilmiştir.

17.11.4.1.1 Elektroflokülasyon

Açıklama

Elektroflokülasyon, asılı maddeleri sulu fazlardan ayırmak için elektrolitik olarak üretilen hidrojen ve oksijen kabarcıklarının kullanıldığı yüzdürmedir. Bu, yağlı atık su veya yağ-su emülsiyonları vb. gibi yerçekimi ile iyi yerleşmeyen atık suların ayrılmasında etkilidir. Daha fazla bilgi STM BREF'te [23, COM 2006] verilmiştir.

17.11.4.2 Sedimantasyon

Açıklama

Askıda parçacıkların yerçekimli çökeltme ile ayrılması. Flokülasyondan sonra (bk. Madde 17.11.4.1), floküle partikül çamurlarından tahliye edilecek atık suyu ayırmak için sedimantasyon uygulanabilir.

Sedimantasyon, bir faz ayrımı elde etmek için yoğunluk farkına dayanır; çamur dibe çöker. Sedimantasyon işlemi, paralel bir plaka veya lamel ayırıcı kullanılarak iyileştirilebilir. Konsantre çamur separatörden pompalanır.
Daha fazla bilgi STM [23, COM 2006] ve CWW [31, COM 2016] BREF'lerinde verilmiştir.

17.11.4.3 Filtrasyon (ultra ve nanofiltrasyon ve ters osmoz)

Açıklama

Katıların gözenekli bir ortamdan, örneğin kum filtrasyonu, nano, mikro ve ultrafiltrasyondan geçirilerek atık sudan ayrılması.

Atık su, yüksek basınç altında yarı geçirgen bir diyafram boyunca geçer, bu da su gibi küçük moleküllerin geçmesine izin verir, ancak daha büyük partiküllere izin vermez. Atık su tekrar tekrar filtreden geçirildiğinden kontaminasyonun konsantrasyonu artar. Tekniklerdeki fark, filtrelerin gözenek boyutu ve dolayısıyla filtrelenen moleküllerdir. Mevcut dört membran yöntemi vardır. Mikrofiltrasyon (MF), ultrafiltrasyon (UF), nanofiltrasyon (NF) ve ters ozmoz (RO). MF ve UF esasen katıların ve yağın ayrılması için kullanılır. NF ve RO esasen çözünmüş bileşiklerin ve iyonların ayrılması için kullanılır.

Sudaki partiküller NF ve RO'yu bloke edecek ve membran kirlenmesi meydana gelecektir. Bu nedenle verimli bir mekanik ön filtre gereklidir [DK yorum #18, [212, TWG 2018]].

Daha fazla bilgi STM [23, COM 2006] ve CWW [31, COM 2016] BREF'lerinde verilmiştir.

17.11.4.4 Flotasyon

Açıklama

Katı veya sıvı parçacıkların, genellikle hava olmak üzere ince gaz kabarcıklarına bağlanarak atık sudan ayrılması. Yüzer parçacıklar su yüzeyinde birikir ve skimerler ile toplanır. Daha fazla bilgi CWW BREF'te verilmiştir [31, COM 2016].

17.12 Atık yönetimi teknikleri

Aşağıdaki bölümlerde, uygun atık yönetimi ve izlemeyi hedefleyen tekniklerin yanı sıra geri kazanım ve yeniden kullanım yoluyla bertaraf için gönderilen atık miktarlarını en aza indirmek için kullanılan teknikler gösterilmektedir.

Ayrıca, hammadde tüketiminin en aza indirilmesiyle ilgili Madde 17.2.4'e ve işlem sularında hammadde kaybını azaltmaya yönelik önlemler için Madde 17.12.3'e bakınız.

17.12.1 Atık yönetim planı

Açıklama
Atık yönetim planı, EMS'nin bir parçasıdır (bk. Madde 17.1.1) ve 1) atık oluşumunu en aza indirmeyi, 2) atığın enerjisinin yeniden kullanımını, yenilenmesini, geri dönüştürülmesini ve/veya geri kazanılmasını optimize etmeyi ve 3) atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesini sağlamayı amaçlayan bir dizi önlemdir.

Sağlanan çevresel faydalar
- Üretilen toplam atık miktarının ve atıklardaki solvent çıktısının azaltılması.
- Tesisin genel çevresel performansının artırılması.
- Hammadde ve kaynak tasarrufu.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Atığın solvent içeriğinin belirlenmesi, solvent girdi ve çıktılarının hesaplanması için solvent kütle dengesi (SMB) uygulamasının bir parçasıdır (bk. Madde 17.3.1).

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir

Ekonomik yönler
Atık yönetim planının hazırlanması ve güncellenmesi için gereken çalışma süresi.

Örnek tesisler
Yaygın olarak uygulanır.

Referans literatür
[31, COM 2016] [155, TWG 2016]

17.12.2 Atık miktarlarının izlenmesi

Açıklama
Her atık türü için üretilen atık miktarlarının yıllık kaydı. Atıktaki solvent içeriği, analiz veya hesaplama ile periyodik olarak (en az yıllık olarak) belirlenir.

Teknik Açıklama
STS tesislerinin üretilen atık miktarını ölçmesi ve ilgili kayıtları tutması yaygın bir uygulamadır. Atıktaki solvent içeriğine ilişkin bilgiler de mevcuttur ve ölçüm (analiz) veya hesaplama/tahmin yoluyla elde edilir. Atık miktarının izlenmesi ve üretilen atık akışlarının solvent içeriği hakkında daha fazla bilgi ve ilgili veriler, Bölüm 2 ila 15'teki atık üretimi için ilgili sektör bölümlerinde bulunabilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Daha iyi bilgi sayesinde atıklardaki solvent emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Atığın solvent içeriğinin belirlenmesi, solvent girdi ve çıktılarının hesaplanması için solvent kütle dengesi (SMB) uygulamasının bir parçasıdır (bk. Madde 17.3.1).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Genel olarak uygulanabilir.

Uygulanmasını teşvik eden faktörler
Atığın solvent içeriği, solvent girdi ve çıktılarının hesaplanması için solvent kütle dengesi (SMB) uygulamasının bir parçasıdır (bk. Madde 17.3.1).

Örnek tesisler
Atık miktarlarının ve atık akışlarındaki solvent içeriğinin izlenmesi, veri toplamaya dahil olan hemen hemen tüm tesisler tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür
[155, TWG 2016]

17.12.3 Solventlerin geri kazanılması/geri dönüştürülmesi

Teknikler şunları içerebilir:

- yerinde veya dışında filtrasyon (bk. Madde 17.12.3.1.1) veya damıtma (bk. Madde 17.12.3.1.2) ile sıvı atıklardan solventlerin geri kazanılması/geri dönüştürülmesi;
- yerçekimi ile boşaltma, sıkma veya santrifüjleme yoluyla mendillerin solvent içeriğinin geri kazanılması/geri dönüştürülmesi (bk. Madde 17.12.3.2).

17.12.3.1 İşlemde ve temizlemede kullanılmış solventlerin geri kazanılması

Açıklama

Solventler, işlem ve temizleme sistemleri ile üretilen sıvı atıklardan geri kazanılır/geri dönüştürülür.

Teknik Açıklama
Kullanılmış solventler, örneğin temizlik için kullanılır, örneğin filtrasyon veya damıtma yoluyla yeniden kullanım için işlenebilir (bk. Madde 17.12.3.1.1 ve 17.12.3.1.2). Hem geri kazanım hem de yeniden kullanım sahada veya saha dışında yapılabilir. Örneğin, pig temizleme veya arındırma sistemlerinin uygulandığı yerlerde, arındırma adı verilen her renk değişikliğinden sonra sistemi temizlemek için yerinde solventler kullanılır. Modern boya tedarik ekipmanı, arındırma solventlerinin geri kazanılmasını içerir. Solventler ayrıca tehlikeli atık olarak saha dışı solvent geri kazanım tesisine atılabilir. Orada, temiz solventler yeniden kullanılır, ancak mutlaka aynı kullanıcı tarafından kullanılmaz.

Temizlik, solventin geri kazanıldığı ve dahili olarak yeniden kullanıldığı yıkama makinelerinde yapılabilir (bk. Madde 17.8.6). Bu teknik için, kapalı depolama ve atık bertaraf sistemleri ile birlikte halojenli VOC'ler kullanılabilir.

Sağlanan çevresel faydalar
Avantajlar arasında, azalan miktarlarda tehlikeli atık ve daha az yeni solvent tüketimi yer alır. Tehlikeli atıkların (bu durumda solvent) yeniden kullanılmasıyla yaşam döngüsü uzatılır.

Otomotiv endüstrisinde, temizleme ve arındırma solventlerinin tipik olarak %80-90'ı, yeniden kullanım için sahada veya saha dışında geri kazanılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Ekonomik bir şekilde filtrasyon ve damıtma için genellikle büyük miktarlar (bir seferde birkaç ton) gereklidir ve genellikle ihale edilir. Bu, hem temiz hem de kullanılmış solventlerin büyük miktarlarda depolanması anlamına gelir. Hem uzaklaştırılmayı bekleyen kullanılmış solventleri almak hem de iade edilen temiz solventi almak için yeterli depolama alanı olmalıdır: kullanım değişmeden kalırsa miktarlar eşit olmalıdır.

Bobin kaplama işlemlerinde, atık boyalardan elde edilen solventler genellikle geri kazanılır ve temizleme faaliyetlerinde yeniden kullanılır. Kalan katı atık genellikle saha dışında yakılır.

Çapraz ortam etkileri

- Gürültü seviyeleri artabilir.
- Tehlikeli maddeler için depolama riski artmıştır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Özellikle büyük miktarlarda solvent kullanan tesislerde uygulanabilir. Temizlik maddelerinin geri kazanılması yaygın olarak şu alanlarda uygulanır:

- sadece yayın rotogravür ve kurutmalı web ofset baskı tesislerinde haftada 200 litreden fazla temizlik maddesi kullanan yayın rotogravür, kurutmalı web ofset ve fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı tesisleri;
- metal ambalajların kaplanması ve basılması;
- ahşap mobilya boyama, örneğin ahşap mutfak ve banyo mobilyalarının kaplanmasında;
- otomotiv endüstrisi.

Arındırma solventlerinin temizliği, örneğin boya veya mürekkep tedariği gibi boru sistemleri uygulayan tüm endüstrilerde uygulanabilir ve genellikle otomotiv endüstrisinde uygulanır.

Damıtma veya filtrasyon (veya başka bir yöntemle) ile geri kazanılan solventlerin yalnızca teknik özelliklerin karşılandığı durumlarda kullanılmasına özen gösterilmelidir. Alternatif olarak diğer uygulamalar için kullanılabilirler veya gerekli spesifikasyonları karşılamak için yeniden işlenebilirler (ancak bu, yeni solvent satın almaktan daha pahalı olabilir).

Ekonomik yönler

Azaltılmış solvent tüketimi ve azalan miktarda tehlikeli atık nedeniyle tasarruf sağlanacaktır. Büyük tesislerde, tasarruflar yaklaşık olarak yatırımdan daha ağır basacaktır. Örneğin, temizlik maddelerinin geri kazanılması için yatırım maliyetleri, örneğin boyut, tank kapasitesi ve otomasyona bağlı olarak 3 000-150.000 EUR (2006 verileri) aralığında olabilir.

Tehlikeli solventlerin yeniden kullanılması uygun maliyetli bir faaliyettir. Şirket tehlikeli atıkların bertarafı için ödeme yapmak zorunda olmadığından kullanılmış tehlikeli solventlerin kullanımı, kullanılmış solvent üreten şirket için verimlidir. Kullanılmış solventleri işleyen firma, gerekli miktarda girdi solventini ucuza elde eder ve üretim süreçlerinde işlenmiş kullanılmış solventlere ihtiyaç duyan son kullanıcı, ham maddeyi rekabetçi bir fiyata alır.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Solvent geri dönüşümü ve VOC emisyonunun azaltılması.

Örnek tesisler

Filtrasyon (Madde 17.12.3.1.1) ve damıtma (Madde 17.12.3.1.2) için örnek tesislere bakınız.

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [5, DFIU ve ark. 2002] [26, CITEPA 2003] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

17.12.3.1.1 Filtrasyon

Açıklama

Kirli temizleme solüsyonları, örneğin HBS veya VCA'lar (bk. Madde 17.9.5), sahada veya saha dışında filtrelenebilir. Solventler yeniden kullanılabilir ve su kalıntısı normal olarak belediye atık su işleme sistemine boşaltılabilir. Hammaddelerin geri kazanılması için de uygulanır (ör. elektro kaplama boyası).

Sağlanan çevresel faydalar

- Daha az atık su ve daha az yeni solvent kullanımı.
- Değerli hammaddelerin geri kazanılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Hollanda'da esnek ambalajlama için temizleme makinelerinde uçuculuğu düşük temizlik maddeleriyle testler yapılmaktadır. Bu temizlik maddelerinin filtrelenmesi ve yeniden kullanılması bu testlerin önemli bir parçasıdır.

Çapraz ortam etkileri

Filtrasyon enerji gerektirir ve su kalıntısı boşaltılır. Gürültü

seviyeleri artabilir.

Su ortamı üzerindeki etki yeterince dikkate alınmamıştır.

Herhangi bir çözünmüş HBS veya VCA, belediye atık su sistemine boşaltılan suyun kimyasal oksijen talebini ve biyolojik oksijen talebini büyük ölçüde etkileyecektir.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanan: Tesis #059 (elektro kaplama boyasını geri kazanmak ve işlem tanklarına geri döndürmek için ultrafiltrasyon), Tesis #144 (kullanılmış solventlerin filtrelenmesi), Tesis #150 (atık suyu nemlendirmeyi azaltan) ve Tesis #165 [155, TWG 2016] .

Referans literatür

[7, Germany 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

17.12.3.1.2 Damıtma

Açıklama

Mürekkepler, boyalar ve yapıştırıcılar gibi solvent bazlı atıklar, solventi geri kazanmak ve tehlikeli atık miktarını azaltmak için sahada veya saha dışında damıtılabilir. Özel damıtma ekipmanı mevcuttur.

Sağlanan çevresel faydalar

Tehlikeli atık miktarı azaltılır ve solvent, örneğin temizlik için yeniden kullanılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Kullanılan solventin önemli bir yüzdesi geri kazanılabilir ve yeniden kullanılabilir. Bir tesis (#126 [155, TWG 2016]), kullanılan solventin yaklaşık %95'inin damıtma işleminden sonra yerinde yeniden kullanıldığını bildirmiştir.

Damıtma ekipmanı dikkatli bir şekilde kurulmalı ve çalıştırılmalıdır/kullanılmalıdır. Parlama noktası yüksek olan temizlik maddeleri genellikle yüksek kaynama noktasına sahiptir. Bu solventler için sadece vakumlu damıtma ekipmanı kullanılabilir (bk. Madde 17.12.3.1.2); bu durumlarda, membran filtrasyonu kullanılabilir (bk. Madde 17.12.3.1.1). Nispeten küçük vakumlu damıtma ünitelerinin (50 litre) kolaylıkla temin edilebildiği bildirilmektedir. Ayrıca, membran filtrasyonu pahalı olabilir ve kullanılan solventlerin çoğu membrana zarar verebilir.

Damıtma ekipmanı takılı temizleme makineleri mevcuttur.

Yayın rotogravür baskı tesislerinde (toluenin tek mürekkep seyreltici olduğu yerlerde), temizlik maddelerinin damıtılması için ekipman, eğer uygunsa, atık mürekkep için de kullanılabilir. Yalnızca atık mürekkeplerin damıtılması, yalnızca dört renk kullanıldığından ve çok az atık mürekkep olduğundan uygun maliyetli olmayabilir.

Çapraz ortam etkileri

Damıtma enerji gerektirir. Bununla birlikte, CO_2 yayan ve aynı zamanda enerji kullanan oksidasyon ile karşılaştırıldığında, damıtma ve yeniden kullanmanın enerji tasarrufu sağlaması muhtemeldir.

Gürültü seviyeleri artabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yeni ve mevcut tesislerde geçerlidir. Solvent bazlı mürekkepler ve yapıştırıcılar için geçerlidir.

Ambalaj rotogravür baskısında, otomatik mürekkep karıştırma uygulaması nedeniyle daha az atık mürekkep olduğu için atık mürekkeplerin damıtılması giderek daha az kullanılmaktadır (bk. Madde 17.2.4.1).

Yerinde damıtmanın uygun maliyetli olmadığı durumlarda, örneğin yayın rotogravür baskısında, harici damıtıcılar kullanılabilir.

Otomobil endüstrisinde, geri kazanılan solventler genel temizlik gibi daha düşük kalite gerekliliği olan işlemler için kullanılabiliyorsa kullanılır.

Ekonomik yönler

Daha küçük vakumlu damıtma tesisleri için yatırım maliyetleri, örneğin boyut, tank kapasitesi ve otomasyona bağlı olarak 10.000 Euro'dan (2006 verileri) başlar. Temizlik maddelerinin damıtılması için mevcut ekipman kullanılabilirse ek bir maliyet vardır.

Örnek tesisler

Kullanılmış solventlerin yerinde damıtılması: Tesisler #056, #071, #078, #079, #091, #096, #097, #126, #134 ve #135 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [6, DFIU ve ark. 2002] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

17.12.3.2 Bezde kullanılmış solventlerin geri kazanılması

Açıklama

Bezlerdeki solventlerin çoğu, taşımadan önce yerçekimi ile boşaltma, sıkma veya santrifüjleme ile uzaklaştırılır.

Bu teknik, çok fazla solvent kullanmaya (kötü uygulama) ve kullanılmış solvent kaplarındaki fazla solventlerin, bunları ayrı olarak atmak zorunda kalmamak için bezlerin üzerine dökülmesine bir yanıttır.

Sağlanan çevresel faydalar

- Geri kazanılan solventler tekrar temizlik için kullanılabilir veya çok kirliyse damıtılıp yeniden kullanılabilir (bk. Madde 17.12.3.1.2).
- Daha az ağırlık taşınmalıdır.
- Depolama ve taşıma sırasında emisyonlar azalır.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

ABD'de baskı endüstrisinde yaygın olarak uygulanır.

Çapraz ortam etkileri

- Solventleri bezlerden çıkarmak için gereken kullanımdan kaynaklanan sahadaki emisyonlar.
- Gürültü seviyeleri artabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir. Solvent bez kullanan tüm baskı tesisleri için geçerlidir. Bezler yeniden kullanılabilir (bk. Madde 17.12.3.2.1) veya tek kullanımlık olabilir.

Örnek tesisler

Tesisler #030, #057 ve #158 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[18, ABD EPA ve ark. 2003] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

17.12.3.2.1 Yeniden kullanılabilir temizleme bezleri

Açıklama

Tek kullanımlık ve tekrar kullanılabilir bezlerle temizlik yapılabilir. Yeniden kullanılabilir bezler normalde kiralanır. Kirlendikten sonra kiralama şirketine iade edilir, burada yıkanır ve tekrar dolaşıma sokulur.

Bazı durumlarda, yeniden kullanılabilir bezler ilk önce yerinde işlemden geçirilir (örneğin, özütleme ile kurutularak ve içerdiği solventlerin ardından ısıl işlemden geçirilerek) ve ardından yıkama için saha dışına gönderilir (tesis #137 [155, TWG 2016]).

Yeniden kullanılabilir bezler, doğal tekstil liflerinden yapılmıştır. Kullanımdan sonra solventlerle yıkanır ve ardından kurutulur. Kirlenmiş solvent damıtılır ve çamur tehlikeli atık olarak yakılır. Yeniden kullanılabilir bezler için yıkama, kurutma ve damıtma işlemleri solvent emisyonlarına neden olur.

Yeniden kullanılabilir bezler tek kullanımlıklara göre çok daha az emici olduğundan çok daha fazla ağırlık ve hacim gerekir. Dolayısıyla, aynı miktarda temizlik için ilgili taşıma miktarı daha fazladır. Bununla birlikte, yeniden kullanılabilir bezler, tek kullanımlık bezlerden daha az atık üretir.

Sağlanan çevresel faydalar

Yeniden kullanılabilir ve tek kullanımlık mendiller arasında, üretilen atığın daha düşük hacmi dışında net bir çevresel fark yoktur.

Çapraz ortam etkileri

Yeniden kullanılabilir temizlik bezlerinin üretiminde hammaddeler tüketilmekte ve kullanım ömürleri sona eren bezler atık olarak atılmaktadır. Yıkama ve kurutma işlemi sırasında ek atıklar da oluşabilir ve enerji kullanılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Yeniden kullanılabilir bezler, tek kullanımlık bezlerden daha güçlü ve daha kalındır. Bu, nesneyi temizlemek için manuel kuvvet ve tekrarlayan hareketin gerekli olduğu durumlarda kullanım için uygun hale getirir. Bu kuvvet hassas yüzeylere uygulanamayabilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yeniden kullanılabilir bezler, örneğin baskı ve bobin kaplama endüstrisi gibi her tür endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yeniden kullanılabilir temizlik bezleri, ahşap iş parçalarının bitirilmesi için çok zorludur.

Alternatif olarak ve tekrar kullanılabilir bezlerin kullanılamadığı durumlarda tek kullanımlık bezler kullanılabilir. Tek kullanımlık bezlerin tercih edilmesinin olası bir nedeni, önceki kullanımlardan tamamen arındırılmamış yeniden kullanılabilir bir bezin ofset plakaları ve gravür silindirleri gibi çok hassas yüzeylere verebileceği zarardır. Tek kullanımlık bezler genellikle sentetik liflerden yapılır. Birim ağırlık başına, yeniden kullanılabilir bezlerden çok daha fazla temizlik maddesi ve kir içerebilirler. Kullanımdan sonra kontaminasyonları ile birlikte yakılırlar. Tek kullanımlık bezler hafif olduğundan, yeniden kullanılabilir bezlerin temizlenmesinden kaynaklanan çamurun yakılması, tamamen tek kullanımlık bezlerin yakılmasına göre çok az avantaj sağlar (örnek tesisler #024, #025 [155, TWG 2016]).

Örnek tesisler

Tüm sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tesisler: #003, #011, #015, #024, #045, #061, #064, #071, #097, #106,
#112, #115, #125, #128, #137, #143, #149, #150, #159, #161 ve #168 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [7, Almanya 2003] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016]

17.12.4 Atık akışına özgü teknikler

Teknikler şunları içerebilir:

- örneğin çamur işleme için bir filtre presi kullanarak atığın su içeriğinin azaltılması (bk. Madde 17.12.4.1);
- örneğin temizleme döngülerinin sayısını azaltarak oluşan çamur ve atık solventin azaltılması (bk. Madde 17.9);
- yeniden kullanılabilir konteynerlerin kullanılması, konteynerlerin başka amaçlarla yeniden kullanılması veya kap malzemesinin geri dönüştürülmesi (bk. Madde 17.12.4.2);
- kuru ovalamadan üretilen kullanılmış kireç taşının bir kireç veya çimento fırınına gönderilmesi (bk. Madde 17.12.4.3).

17.12.4.1 İşlem çamurlarının susuzlaştırılması

Çamurlardan kaynaklanan atık suyun işlenmesi ve yönetilmesine yönelik teknikler, STM BREF [23, COM 2006], CWW BREF [31, COM 2016] ve ayrıca [46, Fransa 2002] gibi özel metinlerde daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Aşağıdaki iki teknik, atık miktarının azaltılmasına odaklanan işlem çamurlarının susuzlaştırılmasına yönelik işlemlere atıfta bulunmaktadır.

17.12.4.1.1 Santrifüjler

Açıklama
Santrifüjler, boya çamurunun zorla boşaltılması için kullanılır. Boya çamuru bertaraf edilirken sıvı genellikle atık su işleme işlemine geri beslenir.

Sağlanan çevresel faydalar
- Atıkların daha kolay elleçlenmesi.
- Bertaraf edilecek daha az katı veya çamurlu atık.
- Atıkların azaltılması (daha az su).
- Islak yıkama sistemlerinin hizmet ömrünün uzamasına yardımcı olur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
%50-70 su içeriğine ulaşılabilir.

Çamur giderme sıklığı, diğer banyo bakım işlemleri ve herhangi bir sürekli filtrasyon ile güçlü bir şekilde birbirine bağlıdır. Genellikle, banyolar yılda iki ila üç kez temizlenir ve bir kapatma döneminde olası ek temizlik yapılır. Venturi sistem banyolarının servis ömrü, sürekli çamur giderme işlemi yapılırsa elde edilebilir. Bu nedenle santrifüjler temizleme çalışması sırasında ya sürekli olarak ya da daha kısa aralıklarla çalıştırılır [ACEA yorumu #342 [212, TWG 2018]].

Çapraz ortam etkileri
Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar
Bu teknik, otomotiv endüstrisinde, çökeltme veya yüzdürme sonrasındaki su içeriği hala çok yüksekse uygulanır. Fosfat çamurunda bunun yerine filtre presler kullanılabilir.

Ekonomik yönler
Boya çamurunun taşınması ve bertarafı için daha düşük maliyetler.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Maliyet azaltma ve yasal gereklilikler.

Örnek tesisler
Tüm kaplama faaliyetleri için yaygın olarak bildirilmiştir. Tesisler #040, #041, #045, #046, #048, #050, #053, #054, #055, #056, #057, #062, #067, #068, #117, #126, #145 ve #158 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[23, COM 2006] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.12.4.1.2 Filtre presi

Açıklama
Filtre presleri, atık su işleme işlemlerinden kaynaklanan çamurun susuzlaştırılması için kullanılmaktadır. Araç kaplama tesislerinde, çökelmeden (örneğin bir lamel ayırıcıdan) ayrılan

fosfat çamuru, genellikle dokuma kumaş filtreli filtre presleri kullanılarak susuzlaştırılır.

Sağlanan çevresel faydalar

- Atıkların daha kolay elleçlenmesi ve bertarafı.

- Azaltılmış atık hacmi ve ağırlığı.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Araç kaplama tesislerinde kuru madde (DM) genellikle susuzlaştırmanın temelidir. Çinko-fosfat çamuru için toplam %40-60 kuru madde (DM) elde edilebilir. Fiziko-kimyasal atık su işlemede hidroksit çamurunun susuzlaştırılması için %30-35 DM elde edilebilir. Boya çamurunun susuzlaştırılması için bir hazneli filtre presi uygulanamaz [DE yorumu #231 ve ACEA yorumu #254 [212, TWG 2018]].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknikler genellikle otomotiv endüstrisinde uygulanmaktadır.

Ekonomik yönler

Boya çamurunun taşınması ve bertarafı için daha düşük maliyetler.

Uygulanmasını teşvik eden faktör

Maliyet azaltma ve yasal gereklilikler.

Örnek tesisler

Yaygın olarak uygulanır. Taşıt kaplama ve bobin kaplama tesislerinin yanı sıra metal ambalaj kaplama (#112, #114, #117, #122 and #125) ve baskı tesisleri, metal ve plastik yüzey kaplama (#129 ve #165) ve rotogravür baskı (#143) yayın tesislerinin çoğunluğu tarafından bildirilmiştir.

Referans literatür

[23, COM 2006] [38, TWG 2004] [155, TWG 2016] [212, TWG 2018]

17.12.4.2 Yeniden kullanılabilir konteynerler

Açıklama

Birçok hammadde, yaklaşık 1 ton kapasiteli IBC'ler (ara dökme konteynerler) veya standart 200 litrelik metal variller gibi yeniden kullanılabilir konteynerlerde tedarik edilir. Bu konteynerler, yeniden kullanım için iade edilebilir veya solventleri içermek için yeniden kullanılabilir. İçeriğe tepki vermeyen ve atılabilen bir astarın dahil edilmesi, 200 litrelik üstü açık tamburun hasarını ortadan kaldırabilir ve yeniden kullanımı kolaylaştırabilir.

Sağlanan çevresel faydalar

Üretilen atık miktarı azaltılması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Büyük ofset baskı tesisleri, boru sistemleriyle doğrudan mürekkep tedariki uygular. Temizlik maddesi olarak kullanılan solventler de yaygın olarak yeniden kullanılabilir konteynerlerde bulunur. Daha az atık konteyneri ve büyük konteynerler, boru sistemleri aracılığıyla preslere doğrudan mürekkep beslemesini mümkün kılar.

Bir dezavantaj, boş mürekkep ve solvent konteynerlerinin yeniden kullanılmasının, bu konteynerlerin üreticilere iade edilmesini gerektirmesi olabilir. Mürekkep ticareti uluslararası olduğu için, boş metal konteynerlerin toplanması, depolanması ve ardından Avrupa'ya sevk edilmesi gerekecektir.

Çapraz ortam etkileri

Yeniden kullanmadan önce, konteynerlerin normalde saha dışında temizlenmesi gerekir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Büyük miktarlarda malzeme kullanan tüm tesisler için geçerlidir.

Kurutmalı web ofset baskıda, standart ofset mürekkep renkleri yeniden kullanılabilir konteynerlerde sağlanır.

Esnek ambalajlarda kullanılan birçok farklı renk, uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır. Renk başına miktar, olası beyaz mürekkep, bazı boyalar ve bazı yapıştırıcılar dışında kapları tedarikçiye geri göndermeyi garanti etmez. Mürekkeplerin temin edildiği konteynerler tesis içinde yeniden kullanılmaktadır. Bunlar; renkleri karıştırmak, mürekkepleri inceltmek ve mürekkepleri preslere taşımak için kullanılır. Sık sık temizlenir ve defalarca tekrar kullanılır.

Boya için yeniden kullanılabilir dökme konteyner yaygın olarak bobin kaplama tesislerinde uygulanır. Bunlar, sargı teli endüstrisinde de tedarik edilir ve kullanımdan sonra tedarikçiye geri gönderilir.

Ekonomik yönler

Yeniden kullanılabilir dökme konteynerlerde büyük miktarlarda sağlanan mürekkep ve solventler genellikle daha ucuzdur ve daha az atık atılması gerekir.

Örnek tesisler

Çeşitli sektörler için yaygın olarak bildirilmiştir. Tesisler #001, #002, #003, #097, #098, #112, #116, #128, #143, #144, #145, #149, #154 ve #159 [155, TWG 2016].

Referans literatür

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [22, ECCA 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005] [155, TWG 2016]

17.12.4.3 Kullanılmış kireçtaşının kireç veya çimento fırınına gönderilmesi

Açıklama

Kuru aşırı püskürtme (kireç taşı kullanılarak) ayırma sistemlerinden üretilen kullanılmış kireçtaşı, bir kireç veya çimento fırınına gönderilir (ayrıca bk. Madde 17.10.4.3).

Sağlanan çevresel faydalar

Bertaraf edilecek atık miktarının azaltılması.

17.13 Koku emisyonları

Solventin kullanıldığı birçok işlemin koku etkileri vardır. Bununla birlikte, solvent emisyonlarını azaltmaya yönelik süreç içi ve boru çıkışı teknikleri ile atık gaz emisyonları için yüksek bacaların kurulumu da bu sorunları çözmektedir (bk. Madde 17.6, ham madde yönetimi (ikame dahil) ve 17.10, çıkış gazı çıkarma ve işleme).

İlke olarak, koku emisyonlarının yönetimi, düşük kokulu maddelerin/karışımların seçimine dayanmalıdır. Yoğun koku içeriği olması durumunda, tarifler ikame olasılıkları açısından kontrol edilir.

17.13.1 Koku yönetim planı

Açıklama
Koku yönetim planı (OMP), tesisin çevre yönetim sisteminin (EMS) bir parçasıdır (bk. Madde 17.1.1) ve koku rahatsızlıkları önlemek veya azaltmak için unsurlar içerir.

Teknik Açıklama
OMP şunları içerir:

- eylemleri ve zaman çizelgelerini içeren bir protokol;
- tespit edilen koku olaylarına müdahale için bir protokol;
- kaynak(lar)ı belirlemek, kaynakların katkılarını karakterize etmek ve önleme ve/veya azaltma tedbirlerini uygulamak için tasarlanmış bir koku önleme ve azaltma programı.

Sağlanan çevresel faydalar
Saha sınırlarının ötesinde rahatsız edici ve tespit edilebilir olabilecek bu kokulu salınımların emisyonlarının önlenmesi veya azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Teknik, hassas alıcılarda bir koku rahatsızlığının beklendiği ve/veya kanıtlandığı yeni ve mevcut tesislere uygulanabilir.

Ekonomik yönler
Koku yönetim planının hazırlanması ve güncellenmesi için gereken personel süresi.

Uygulanmasını teşvik eden faktör
Çevreden gelen şikayetlerin azaltılması.

Örnek tesisler
Tesis #139 [155, TWG 2016].

Referans literatür
[31, COM 2016] [155, TWG 2016]

18 AHŞAP VE AHŞAP ÜRÜNLERİN KİMYASALLARLA KORUMASI DAHİL ORGANİK SOLVENTLER KULLANARAK YÜZEY İŞLEME İÇİN MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERE (BAT) İLİŞKİN SONUÇLAR

KAPSAM

Bu BAT sonuçları, 2010/75/EU sayılı Direktifin Ek I'inde belirtilen aşağıdaki faaliyetlerle ilgilidir:

6.7: Özellikle giydirme, baskı, kaplama, yağdan arındırma, su geçirmezlik, boyutlandırma, boyama, temizleme veya emprenye etme için organik solventler kullanan maddelerin, nesnelerin veya ürünlerin yüzey işlemi, saatte 150 kg'dan fazla veya yılda 200 tondan fazla organik solvent tüketim kapasitesine sahip.

6.10 : Ahşap ve ahşap ürünlerin münhasıran özsu lekesine karşı işlenmesi dışında, günlük üretim kapasitesi 75 m^3'ü aşan kimyasallarla muhafaza edilmesi.

6.11 Ana kirletici yükünün 2010/75/EU sayılı Direktifin Ek I'inin 6.7 veya 6.10 numaralı maddelerinde belirtilen faaliyetlerden kaynaklanması koşuluyla, 91/271/EEC sayılı Direktif kapsamında olmayan atık suyun bağımsız olarak işletilecek şekilde işlenmesi.

Bu BAT sonuçları, ana kirletici yükünün 2010/75/EU sayılı Direktif'deki Ek I'in 6.7 veya 6.10 maddesinde belirtilen faaliyetlerden kaynaklanması ve atık su işleme işinin 91/271/EEC sayılı Direktif kapsamında olmaması şartıyla, farklı kaynaklardan gelen atık suyun birlikte işlenmesini de kapsar.

Bu BAT sonuçlarında aşağıdakiler ele alınmamaktadır:

Organik solventler kullanarak maddelerin, nesnelerin veya ürünlerin yüzey işlemi için:

- Solvent bazlı sürekli film kullanımı dışında tekstillerin su geçirmezliği. Bu, tekstil endüstrisi (TXT) için BAT sonuçları kapsamında ele alınabilir.
- Tekstillerin basılması, boyutlandırılması ve emprenye edilmesi. Bu, tekstil endüstrisi (TXT) için BAT sonuçları kapsamında ele alınabilir.
- Ahşap esaslı panellerin laminasyonu.
- Kauçuk dönüşümü.
- Kaplama karışımları, vernikler, boyalar, mürekkepler, yarı iletkenler, yapıştırıcılar veya farmasötik ürünlerin imalatı.
- Üretilen sıcak gazlar doğrudan temasla ısıtma, kurutma veya nesnelerin veya malzemelerin başka herhangi bir şekilde işlenmesi için kullanılmadığı sürece, yerinde yakma tesisleri. Bunlar, büyük yakma tesisleri (LCP) için BAT sonuçları veya 2015/2193/EU sayılı Direktif kapsamında olabilir.

Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunması için:

- Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasal modifikasyonu ve hidrofobikleştirilmesi (örneğin reçineler kullanılarak).
- Ahşap ve ahşap ürünlerde lekenin giderilmesi.
- Ahşap ve ahşap ürünlerde amonyakla işleme.
- Yerinde yakma tesisleri. Bunlar, büyük yakma tesisleri (LCP) için BAT sonuçları veya 2015/2193/EU sayılı Direktif kapsamında olabilir.

Bu BAT sonuçlarının kapsadığı faaliyetlerle ilgili olabilecek diğer BAT sonuçları ve referans belgeleri şunlardır:

- Ekonomiklik ve Çapraz Ortam Etkileri (ECM).
- Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar (EFS).
- Enerji Verimliliği (ENE).
- Atık İşleme (WT).
- Büyük Yakma Tesisleri (LCP).
- Metallerin ve Plastiklerin Yüzey İşlemleri (STM).
- IED Tesislerinden Havaya ve Suya Yayılan Emisyonların İzlenmesi (ROM).

TANIMLAR

Bu BAT sonuçlarının amaçları doğrultusunda aşağıdaki tanımlar geçerlidir:

Genel terimler	
Kullanılan terim	**Tanım**
Baz kat	Bir alt tabakaya uygulandığında rengi ve etkiyi belirleyen boya (ör. metalik, sedefli).
Toplu boşaltma	Ayrı, muhafaza edilen su hacminin boşaltılması.
Vernik katı	Bir alt tabakaya uygulandığında koruyucu, dekoratif veya belirli teknik özelliklere sahip katı şeffaf bir film oluşturan kaplama malzemesi.
Birleşik hat	Aynı işlem hattında sıcak daldırma galvanizleme ve bobin kaplamanın kombinasyonu.
Sürekli ölçüm	EN 14181'e göre emisyonların sürekli izlenmesi için sahada kalıcı olarak kurulan otomatik bir ölçüm sistemi kullanılarak ölçüm.
Doğrudan boşaltma	Atık suyun, daha fazla işlenmeden (aşağı yönlü) alıcı su kütlesine boşaltılması.
Emisyon faktörleri	Emisyonları tahmin etmek için tesis/işlem verileri veya üretim verileri gibi bilinen verilerle çarpılabilen katsayılar.
Mevcut tesis	Yeni olmayan bir tesis.
Kaçak emisyonlar	2010/75/EU sayılı Direktifin 57(3) Maddesinde tanımlanan kaçak emisyonlar.
Sınıf B veya C kreozot	EN 13991'de özellikleri verilen kreozot türleri.
Dolaylı boşaltma	Doğrudan olmayan boşaltma.
Büyük çaplı tesis iyileştirmesi	İşlem ve/veya azaltma teknik(ler)i ve ilgili ekipmanda büyük ayarlamalar veya değiştirmeler ile tesisin tasarımında veya teknolojisinde yapılan büyük değişiklik.
Yeni tesis	İlk olarak bu BAT sonuçlarının yayınlanmasının ardından tesis sahasında izin verilen tesis veya bu BAT sonuçlarının yayınlanmasının ardından bir tesisin tamamen değiştirilmesi.
Çıkış gazı	Bir işlemden, ekipman parçasından veya işleme yönlendirilen veya bir baca yoluyla doğrudan havaya boşaltılan alandan çıkarılan gaz.
Organik bileşik	2010/75/EU sayılı Direktifin 3(44) Maddesinde tanımlanan organik bileşik.
Organik solvent	2010/75/EU sayılı Direktifin 3(46) Maddesinde tanımlanan organik solvent.
Tesis	2010/75/EU sayılı Direktif'teki Ek I'in 6.7 veya 6.10 maddelerinde listelenen faaliyeti ve tüketim ve/veya emisyonlar üzerinde etkisi olan diğer doğrudan ilişkili faaliyetleri gerçekleştiren bir tesisin tüm bölümleri. Tesisler yeni veya mevcut tesisler olabilir.
Astar kat	Hazırlanmış bir yüzeyde katman olarak kullanılmak, iyi yapışma sağlamak, alttaki katmanları korumak ve yüzey düzensizliklerini doldurmak için formüle edilmiş boya.
Sektör	2010/75/EU sayılı Direktif, Ek I, Madde 6.7'de listelenen faaliyetlerin parçası olan ve bu BAT sonuçlarının Madde 18.1'inde atıfta bulunulan yüzey işleme faaliyetlerinden herhangi biri.
Hassas alıcı	Özel korumaya ihtiyaç duyan alanlar, örneğin: - yerleşim bölgeleri, - insan faaliyetlerinin gerçekleştiği alanlar (ör. komşu işyerleri, okullar, kreşler, dinlenme alanları, hastaneler veya bakım evleri).
Katı kütle girdisi	2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 5, 3(a)(i)'de tanımlandığı şekilde kullanılan katıların toplam kütlesi.
Solvent	'Solvent', 'organik solvent' anlamına gelir.
Solvent girdisi	2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Madde 7, 3(b)'de tanımlandığı şekilde kullanılan organik solventlerin toplam miktarı.
Solvent bazlı (SB)	Taşıyıcı olarak solvent(ler) kullanan boya, mürekkep veya diğer kaplama malzemesinin türü. Ahşap ve ahşap ürünlerin korunması için, işleme kimyasallarının türünü ifade eder.
Solvent bazlı karışım (SB-mix)	Kaplama katmanlarından birinin su bazlı (WB) olduğu solvent bazlı kaplama.
Solvent kütle dengesi (SMB)	2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 7'ye göre yılda en az bir kez gerçekleştirilen bir kütle dengesi çalışması.

Yüzeyde akan su	Asfaltlanmış sokaklar ve depolama alanları, çatılar vb. gibi toprak veya geçirimsiz yüzeyler üzerinde akan ve zemine nüfuz etmeyen yağıştan kaynaklanan su.
Toplam emisyonlar	2010/75/EU sayılı Direktifin 57(4) Maddesinde tanımlandığı şekilde kaçak emisyonların ve atık gazlardaki emisyonların toplamı.
İşleme kimyasalları	Biyositler gibi ahşap ve ahşap ürünlerin korunmasında kullanılan kimyasallar, su yalıtımı için kullanılan kimyasallar (ör. yağlar, emülsiyonlar) ve alev geciktiriciler. Bu aynı zamanda aktif maddelerin (örneğin su, solvent) taşıyıcısını da içerir.
Geçerli saatlik/yarım saatlik ortalama	Otomatik ölçüm sisteminde herhangi bir bakım veya arıza olmadığında saatlik/yarım saatlik ortalama geçerli kabul edilir.
Atık gazlar	2010/75/EU sayılı Direktif, Madde 57(2)'de tanımlanan atık gazlar.
Su bazlı (WB)	Solvent içeriğinin tamamının veya bir kısmının yerini suyun aldığı boya, mürekkep veya diğer kaplama malzemesi türü. Ahşap ve ahşap ürünlerin korunması için, işleme kimyasallarının türünü ifade eder.
Ahşap koruma	Amacı, ağaç ve ağaç ürünlerini mantar, bakteri, böcek, su, hava veya yangının zararlı etkilerinden korumak, yapısal bütünlüğün uzun süreli korunmasını sağlamak ve ağaç ve ağaç ürünlerinin direncini artırmak olan faaliyetlerdir.

Kirleticiler ve parametreler	
Kullanılan terim	**Tanım**
AOX	Cl olarak ifade edilen adsorbe edilebilir organik olarak bağlı halojenler, adsorbe edilebilir organik olarak bağlı klor, brom ve iyodu içerir.
CO	Karbonmonoksit.
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı. Organik maddenin dikromat kullanılarak karbon dioksite toplam kimyasal oksidasyonu için gerekli oksijen miktarı. KOİ, organik bileşiklerin kütle konsantrasyonunun bir göstergesidir.
Krom	Cr olarak ifade edilen krom, çözünmüş veya partiküllere bağlı tüm inorganik ve organik krom bileşiklerini içerir.
DMF	*N*, *N*-Dimetilformamid.
Toz	Toplam partikül madde (havada).
F^-	Florür.
Altı değerlikli krom	Cr(VI) olarak ifade edilen altı değerlikli krom, kromun +6 oksidasyon durumunda (çözünmüş veya partiküllere bağlı) olduğu tüm krom bileşiklerini içerir.
HOI	Hidrokarbon yağ endeksi. Bir hidrokarbon solvent ile özütlenebilen bileşiklerin toplamı (uzun zincirli veya dallı alifatik, alisiklik, aromatik veya alkil ikameli aromatik hidrokarbonlar dahil).
IPA	İzopropil alkol: propan-2-ol (izopropanol olarak da bilinir).
Nikel	Ni olarak ifade edilen nikel, çözünmüş veya partiküllere bağlı tüm inorganik ve organik nikel bileşiklerini içerir.
NO_X	NO_2 olarak ifade edilen nitrojen monoksit (NO) ve nitrojen dioksit (NO_2) toplamı.
PAH'lar	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar.
TOC	C (su içinde) olarak ifade edilen toplam organik karbon.
TVOC	C (havada) olarak ifade edilen toplam uçucu organik karbon.
AKM	Toplam askıda katı madde. Tüm askıda katı maddelerin (sudaki) kütle konsantrasyonu, cam elyaf filtreler ve gravimetri yoluyla süzülerek ölçülür.
VOC	2010/75/EU sayılı Direktifin 3(45) Maddesinde tanımlandığı şekilde uçucu organik bileşik.
Çinko	Zn olarak ifade edilen çinko, çözünmüş veya partiküllere bağlı tüm inorganik ve organik çinko bileşiklerini içerir.

KISALTMALAR

Bu BAT sonuçlarının amaçları doğrultusunda aşağıdaki kısaltmalar geçerlidir:

Kısaltma	Tanım
BPR	Biyosidal Ürünler Yönetmeliği (Biyosidal ürünlerin piyasaya arzı ve kullanımına ilişkin 22 Mayıs 2012 tarihli Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 528/2012 Sayılı Tüzüğü (AB)
DWI	Germe ve yüzeyi incelterek çekme (metal ambalaj endüstrisinde bir teneke kutu türü).
EMS	Çevre Yönetim Sistemi.
IED	Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (2010/75/EU).
IR	Kızılötesi.
LEL	Alt patlama sınırı – bir tutuşturma kaynağının mevcudiyetinde alev alabilen havadaki bir gaz veya buharın en düşük konsantrasyonu (yüzdesi). LEL'den daha düşük konsantrasyonlar, yanamayacak kadar zayıftır. Alt yanma sınırı (LFL) olarak da adlandırılır.
OTNOC	Normal çalışma koşulları dışında.
STS	Organik solventler kullanarak yüzey işleme.
UV	Ultraviyole.
WPC	Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunması.

GENEL HUSUSLAR

Mevcut En İyi Teknikler

Bu BAT sonuçlarında listelenen ve açıklanan teknikler ne emredici ne de kapsamlıdır. Asgari düzeyde eşdeğer düzeyde bir çevre koruması sağlayan başka teknikler de kullanılabilir.

Aksi belirtilmedikçe, bu BAT sonuçları genel olarak geçerlidir.

Mevcut en iyi tekniklerle ilişkili emisyon seviyeleri (BAT-AEL'ler)

Toplam ve kaçak VOC emisyonları için BAT-AEL'ler

Toplam VOC emisyonları için, mevcut en iyi tekniklerle (BAT-AEL'ler) ilişkili emisyon seviyeleri bu BAT sonuçlarında verilmektedir:

- VOC'lerin toplam emisyonlarının (solvent kütle dengesi ile hesaplandığı gibi) sektöre bağlı bir üretim girdisi (veya çıktısı) parametresine bölünmesiyle yıllık ortalamalar olarak hesaplanan belirli bir emisyon yükü olarak veya
- 2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 7, Madde 3(b)(i) uyarınca yıllık ortalamalar olarak hesaplanan solvent girdisinin yüzdesi olarak.

Kaçak VOC emisyonları için, mevcut en iyi tekniklerle (BAT-AEL'ler) ilişkili emisyon seviyeleri, bu BAT sonuçlarında, 2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Madde 7, 3(b)(i) uyarınca yıllık ortalamalar olarak hesaplanan solvent girdisinin yüzdesi olarak verilmektedir.

Atık gazlardaki emisyonlar için BAT-AEL'ler ve gösterge emisyon seviyeleri

Mevcut en iyi tekniklerle (BAT-AEL'ler) ilişkili emisyon seviyeleri ve bu BAT kararlarında verilen atık gazlardaki emisyonlar için gösterge niteliğindeki emisyon seviyeleri, aşağıdaki standart koşullar altında atık gaz hacmi başına yayılan madde kütlesi olarak ifade edilen konsantrasyonlara atıfta bulunur: 273,15 K sıcaklıkta ve 101,3 kPa basınçta, oksijen içeriği için düzeltme yapılmamış ve mg/Nm^3 cinsinden ifade edilmiş kuru gaz.

BAT-AEL'lerin ortalama süreleri ve atık gazlardaki emisyonlar için gösterge niteliğindeki emisyon seviyeleri için aşağıdaki tanımlar geçerlidir.

Ölçüm türü	Ortalama süre	Tanım
Sürekli	Günlük ortalama	Geçerli saatlik veya yarım saatlik ortalamalara dayalı olarak bir günlük bir süre boyunca ortalama.
Periyodik	Numune alma dönemi boyunca ortalama	Her biri en az 30 dakikalık üç ardışık ölçümün ortalama değeri ([1]).
([1]) Numune alma veya analitik sınırlamalar ve/veya çalışma koşulları nedeniyle 30 dakikalık bir numune alma/ölçüm ve/veya ortalama üç ardışık ölçümün uygun olmadığı herhangi bir parametre için, daha temsili bir numune alma/ölçme prosedürü kullanılabilir.		

Suya emisyonlar için BAT-AEL'ler

Bu BAT sonuçlarında verilen suya emisyonlar için mevcut en iyi tekniklerle (BAT-AEL'ler) ilişkili emisyon seviyeleri, mg/l olarak ifade edilen konsantrasyonları (su başına yayılan madde kütlesi) ifade eder.

BAT-AEL'lerle ilişkili ortalama alma süreleri, aşağıdaki iki durumdan biriyle ilgilidir:

- sürekli boşaltma durumunda, günlük ortalama değerler, yani 24 saatlik akış-orantılı kompozit numuneler;
- toplu boşaltma durumunda, akış orantılı kompozit numuneler olarak alınan serbest bırakma süresi boyunca ortalama değerler.

Yeterli akış stabilitesinin gösterilmesi şartıyla zamanla orantılı kompozit numuneler kullanılabilir. Alternatif olarak, atık suyun uygun şekilde karıştırılması ve homojen olması şartıyla nokta numuneler alınabilir. Numune ölçülecek parametreye göre kararsız ise nokta numuneler alınır. Suya emisyonlara ilişkin tüm BAT-AEL'ler, emisyonun tesisten ayrıldığı noktada geçerlidir.

Diğer çevresel performans seviyeleri

Mevcut en iyi tekniklerle (BAT-AEPL'ler) ilişkili spesifik enerji tüketimi (enerji verimliliği) seviyeleri

Spesifik enerji tüketimiyle ilgili çevresel performans seviyeleri, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanan yıllık ortalamaları ifade eder:

$$\text{specific energy consumption} = \frac{\text{energy consumption}}{\text{activity rate}}$$

Burada;

enerji tüketimi: MWh/yıl olarak ifade edilen, enerji verimliliği planında (bakınız BAT 19 (a)) tanımlandığı gibi, tesis tarafından tüketilen toplam ısı (birincil enerji kaynakları tarafından üretilen) ve elektrik miktarı;

aktivite oranı: sektöre bağlı olarak uygun birimde ifade edilen tesis veya tesis verimi tarafından işlenen toplam ürün miktarı (ör. kg/yıl, m^2/yıl, kaplanmış araç/yıl).

Mevcut en iyi tekniklerle (BAT-AEPL'ler) ilişkili spesifik su tüketim seviyeleri

Spesifik su tüketimiyle ilgili çevresel performans seviyeleri, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanan yıllık ortalamaları ifade eder:

$$\text{specific water consumption} = \frac{\text{water consumption}}{\text{activity rate}}$$

Burada;

su tüketimi: geri kazanılan ve yeniden kullanılan su, tek geçişli soğutma sistemlerinde kullanılan soğutma suyu ve evsel kullanım amaçlı su hariç tesiste gerçekleştirilen faaliyetler yoluyla tüketilen toplam su miktarı, l/yıl veya m^3/yıl olarak ifade edilir;

aktivite oranı: tesis tarafından işlenen toplam ürün miktarı veya sektöre bağlı olarak uygun birimde ifade edilen tesis verimi (ör. m^2 kaplanan bobin/yıl, araç kaplamalı/yıl, bin kutu/yıl).

Saha dışına gönderilen belirli atık miktarı için gösterge niteliğindeki seviyeler

Saha dışına gönderilen belirli atık miktarına ilişkin gösterge niteliğindeki seviyeler, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanan yıllık ortalamaları ifade eder:

$$\text{specific waste quantity sent off site} = \frac{\text{waste quantity sent off site}}{\text{activity rate}}$$

Burada;

saha dışına gönderilen atık miktarı: kg/yıl olarak ifade edilen, tesis tarafından saha dışına gönderilen toplam atık miktarı;

aktivite oranı: Kaplanmış araç/yıl olarak ifade edilen tesis veya tesis verimi tarafından işlenen toplam ürün miktarı.

18.1 Organik solventler kullanarak yüzey işleme için BAT sonuçları

18.1.1 Genel BAT sonuçları

18.1.1.1 Çevre Yönetim Sistemleri

BAT 1. Genel çevresel performansı iyileştirmek için BAT, aşağıdaki özelliklerin tümünü içeren bir Çevre Yönetim Sistemini (EMS) detaylandırmak ve uygulamaktır:

i. etkili bir EMS'nin uygulanması için üst yönetim de dahil olmak üzere yönetimin taahhüdü, liderliği ve hesap verebilirliği;
ii. kuruluşun bağlamının tespit edilmesini, ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin belirlenmesini, çevre (veya insan sağlığı) için olası risklerle ilişkili tesis özelliklerinin tanımlanması ve çevre ile ilgili geçerli yasal gerekliliklerin belirlenmesini içeren bir analiz;
iii. tesisin çevresel performansının sürekli iyileştirilmesini içeren bir çevre politikasının geliştirilmesi;
iv. geçerli yasal gerekliliklere uyumun korunması da dahil olmak üzere önemli çevre boyutlarıyla ilgili hedefler ve performans göstergelerinin oluşturulması;
v. çevresel hedeflere ulaşmak ve çevresel risklerden kaçınmak için gerekli prosedürleri ve eylemleri (gerektiğinde düzeltici ve önleyici eylemler dahil) planlamak ve uygulamak;
vi. çevresel boyutlar ve hedeflerle ilgili yapıların, görevlerin ve sorumlulukların belirlenmesi ve ihtiyaç duyulan mali ve insan kaynaklarının sağlanması;
vii. çalışmaları tesisin çevresel performansını etkileyebilecek personelin gerekli yetkinliği ve farkındalığının sağlanması (ör. bilgi ve eğitim verilerek);
viii. iç ve dış iletişim;
ix. çalışanların iyi çevre yönetimi uygulamalarına katılımının teşvik edilmesi;
x. önemli çevresel etkiye sahip faaliyetleri ve ilgili kayıtları kontrol etmek için bir yönetim el kitabı ve yazılı prosedürlerin oluşturulması ve sürdürülmesi;
xi. etkin operasyonel planlama ve süreç kontrolü;
xii. uygun bakım programlarının uygulanması;
xiii. acil durumların olumsuz (çevresel) etkilerinin önlenmesi ve/veya hafifletilmesi dahil, acil duruma hazırlık ve müdahale protokolleri;
xiv. (yeni) bir tesisi veya bir parçasını (yeniden) tasarlarken, inşaat, bakım, işletme ve hizmetten çıkarmayı içeren kullanım ömrü boyunca çevresel etkilerinin dikkate alınması;
xv. bir izleme ve ölçüm programının uygulanması; gerekirse, IED Tesislerinden Havaya ve Suya Emisyonların İzlenmesine İlişkin Referans Raporunda bilgi bulunabilir;
xvi. düzenli olarak sektörel kıyaslama uygulaması;
xvii. çevresel performansı değerlendirmek ve EMS'nin planlanan düzenlemelere uygun olup olmadığını ve uygun şekilde uygulanıp sürdürülmediğini belirlemek için periyodik bağımsız (mümkün olduğunca) iç denetim ve periyodik bağımsız dış denetim;
xviii. uygunsuzlukların nedenlerinin değerlendirilmesi, uygunsuzluklara yanıt olarak düzeltici faaliyetlerin uygulanması, düzeltici faaliyetlerin etkinliğinin gözden geçirilmesi ve benzer uygunsuzlukların var olup olmadığının veya potansiyel olarak meydana gelip gelmeyeceğinin belirlenmesi;
xix. EMS'nin ve sürekli uygunluğunun, yeterliliğinin ve etkinliğinin üst yönetim tarafından periyodik olarak gözden geçirilmesi;
xx. Daha temiz tekniklerin gelişiminin takip edilmesi ve dikkate alınması.

Özellikle organik solventler kullanılarak yüzey işleme için BAT'ye, EMS'ye aşağıdaki özellikleri de dahil edilmektedir:

i. Kalite kontrol ve güvencenin yanı sıra sağlık ve güvenlik konularına ilişkin etkileşim.
ii. Bir tesisin çevresel ayak izini azaltmayı planlama. Özellikle, bu aşağıdakileri içerir:
    a. tesisin genel çevresel performansının değerlendirilmesi (bk. BAT 2);
    b. özellikle solvent emisyonlarının azaltılması ile enerji (bk. BAT 19), su (bk. BAT 20) ve hammaddeler (bk. BAT 6) arasında uygun bir dengenin korunması olmak üzere çapraz ortam hususlarının dikkate alınması;
    c. temizleme işlemlerinden kaynaklanan VOC emisyonlarının azaltılması (bk. BAT 9).
iii. Aşağıdakilerin dahil edilmesi:
    a. sızıntıların ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolüne ilişkin plan (bk. BAT 5(a));
    b. düşük çevresel etkiye sahip hammaddeleri kullanmak için bir hammadde değerlendirme sistemi ve işlemde solvent kullanımını optimize etmek için bir plan (bk. BAT 3);
    c. solvent kütle dengesi (bk. BAT 10);
    d. OTNOC'un sıklığını ve çevresel sonuçlarını azaltmak için bir bakım programı (bk. BAT 13);
    e. enerji verimliliği planı (bk. BAT 19(a));
    f. su yönetim planı (bk. BAT 20(a));
    g. atık yönetim planı (bk. BAT 22(a));
    h. koku yönetim planı (bk. BAT 23).

Açıklama

(EC) No 1221/2009 sayılı Yönetmelik, bu BAT ile uyumlu bir EMS örneği olan Avrupa Birliği eko-yönetim ve denetim planını (EMAS) oluşturur.

Uygulanabilirlik

EMS'nin ayrıntı düzeyi ve resmileştirme derecesi genellikle tesisin niteliği, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin kapsamı ile ilgili olacaktır.

18.1.1.2 Genel çevresel performans

BAT 2. Tesisin, özellikle VOC emisyonları ve enerji tüketimiyle ilgili olarak genel çevresel performansını iyileştirmek için BAT:

- VOC emisyonlarına ve enerji tüketimine en büyük katkıyı ve iyileştirme için en büyük potansiyeli temsil eden süreç alanlarını/bölümlerini/adımları belirlemeye (ayrıca bk. BAT 1);
- VOC emisyonlarını ve enerji tüketimini en aza indirecek eylemlerin belirlenmesi ve uygulanması;
- düzenli olarak (en az yılda bir kez) durumu güncelleme ve belirlenen eylemlerin uygulanmasını takip etmeye yönelik olacaktır.

18.1.1.3 Hammadde seçimi

BAT 3. Kullanılan hammaddelerin çevresel etkilerini önlemek veya azaltmak için BAT'ta, aşağıda verilen tekniklerin her ikisi de kullanılır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Düşük çevresel etkiye sahip hammadde kullanımı	EMS'nin bir parçası olarak (bkz. BAT 1), kullanılan malzemelerin (özellikle kanserojen, mutajenik ve üreme için toksik olan maddeler ile yüksek önem arz eden maddeler) olumsuz çevresel etkilerinin sistematik olarak değerlendirilmesi ve ürün kalite gereklilikleri veya özellikleri dikkate alınarak, mümkün olduğunda çevresel ve sağlık etkileri olmayan veya daha düşük olan başka maddelerle ikame edilmesi.	Genel olarak uygulanabilir. Değerlendirmenin kapsamı (ör. ayrıntı düzeyi) ve niteliği genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin aralığının yanı sıra kullanılan malzemelerin türü ve miktarı ile ilgili olacaktır.
b.	İşlemde solvent kullanımının optimizasyonu	Gerekli eylemleri belirlemeyi ve uygulamayı amaçlayan bir yönetim planı (EMS'nin bir parçası olarak (bk. BAT 1)) işlemde solvent kullanımının optimizasyonu (ör. renk harmanlama, püskürtme pulverizasyonunu optimize etme).	Genel olarak uygulanabilir.

BAT 4. Solvent tüketimini, VOC emisyonlarını ve kullanılan hammaddelerin genel çevresel etkisini azaltmak için BAT'ta, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Yüksek katı maddeli solvent bazlı boyaların/kaplamaların/ verniklerin/mürekkepleri n/yapıştırıcıların kullanımı	Düşük miktarda solvent ve artan katı içeriği içeren boyalar, kaplamalar, sıvı mürekkepler, vernikler ve yapıştırıcıların kullanımı.	Yüzey işleme tekniklerinin seçimi, aktivite tipi, alt tabaka tipi ve şekli, ürün kalite gerekliliklerinin yanı sıra kullanılan malzemelerin, kaplama uygulama tekniklerinin, kurutma/kürleme tekniklerinin ve çıkış gazı işleme sistemlerinin birbiriyle uyumlu olmasını sağlama ihtiyacı ile de sınırlandırılabilir.
b.	Su bazlı boya/kaplama/mürekkep/ vernik/yapıştırıcı kullanımı	Organik solventin kısmen su ile değiştirildiği yerlerde boya, kaplama, sıvı mürekkep, vernik ve yapıştırıcı kullanımı.	
c.	Radyasyonla kürlenen mürekkeplerin /kaplamaların / boyaların /verniklerin / yapıştırıcıların kullanımı	Belirli kimyasal grupların UV veya IR radyasyonu veya hızlı elektronlar ile ve ısı olmadan ve VOC emisyonu olmadan aktivasyonu ile kürlenmeye uygun boyaların, kaplamaların, sıvı mürekkeplerin, verniklerin ve yapıştırıcıların kullanımı.	
d.	Solvent içermeyen iki bileşenli yapıştırıcıların kullanımı	Reçine ve sertleştiriciden oluşan solventsiz iki bileşenli yapışkan malzemelerin kullanımı.	
e.	Sıcak eriyen yapıştırıcıların kullanımı	Sentetik kauçukların, hidrokarbon reçinelerin ve çeşitli katkı maddelerinin sıcak ekstrüzyonundan yapılan yapıştırıcılarla kaplama kullanımı. Solvent kullanılmaz.	
f.	Toz kaplamaların kullanımı	İnce toz halinde uygulanan ve termal fırınlarda kürlenen solventsiz kaplama kullanımı.	
g.	Web veya bobin kaplamalar için laminat film kullanımı	Estetik veya işlevsel özellikler kazandırmak için bobin veya web üzerine uygulanan polimer filmlerin kullanılması, gereken kaplama katmanlarının sayısını azaltır.	
h.	VOC olmayan veya daha düşük uçuculuğa sahip VOC olan maddelerin kullanımı	Yüksek uçuculuktaki VOC maddelerinin, VOC olmayan veya daha düşük uçuculuğa sahip VOC'ler (ör. esterler) içeren organik bileşikler içeren başka maddelerle ikame edilmesi	

18.1.1.4 Hammaddelerin depolanması ve elleçlenmesi

BAT 5. Solvent içeren malzemelerin ve/veya tehlikeli maddelerin depolanması ve elleçlenmesi sırasında kaçak VOC emisyonlarını önlemek veya azaltmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerin tümünü kullanılarak iyi temizlik ilkelerini uygulanacaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
Yönetim teknikleri			
a.	Sızıntı ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolüne ilişkin planın hazırlanması ve uygulanması	Sızıntıların ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolüne yönelik plan, EMS'nin bir parçasıdır (bk. BAT 1) ve bunlarla sınırlı olmamak üzere aşağıdakileri içerir: • küçük ve büyük dökülmeler için saha olay planları; • ilgili kişilerin görev ve sorumluluklarının belirlenmesi; • personelin çevreye duyarlı olmasını ve dökülme olaylarını önlemek/bunlara müdahale etmek için eğitimli olmasını sağlamak; • tehlikeli maddelerin dökülme ve/veya sızıntı riski olan alanların belirlenmesi ve riske göre sıralanması; • geçirimsiz zeminler gibi belirli alanlarda, uygun muhafaza sistemlerinin mevcut olduğundan emin olunması; • uygun dökülme muhafazası ve temizleme ekipmanının belirlenmesi ve düzenli olarak kullanılabilir, iyi çalışır durumda olması ve bu olayların meydana gelebileceği noktalara yakın olmasının sağlanması; • dökülme kontrolünden kaynaklanan atıklarla mücadele için atık yönetimi kılavuzları; • depolama ve işletme alanlarının düzenli (en az yılda bir kez) denetimleri, sızıntı tespit ekipmanının test edilmesi ve kalibrasyonu ve vanalardan, rakorlardan, flanşlardan vb. sızıntıların derhal onarımı (bk. BAT 13).	Genel olarak uygulanabilir. Planın kapsamı (ör. ayrıntı düzeyi) genellikle tesisin niteliği, ölçeği ve karmaşıklığının yanı sıra kullanılan malzemelerin türü ve miktarı ile ilgili olacaktır.
Depolama teknikleri			
b.	Konteynerlerin ve setle çevrelenmiş depolama alanlarının sızdırmaz hale getirilmesi veya örtülmesi	Solventlerin, tehlikeli maddelerin, atık solventlerin ve atık temizlik malzemelerinin, ilgili riske uygun ve emisyonları en aza indirecek şekilde tasarlanmış kapalı veya örtülü konteynerlerde depolanması. Konteynerlerin depolama alanı setle çevrilidir ve yeterli kapasitededir.	Genel olarak uygulanabilir.
c.	Üretim alanlarında tehlikeli maddelerin depolanmasının en aza indirilmesi	Tehlikeli maddeler üretim alanlarında sadece üretim için gerekli miktarlarda bulunur; daha büyük miktarlar ayrı olarak depolanır.	
Sıvıları pompalama ve elleçleme teknikleri			
d.	Pompalama sırasında sızıntı ve dökülmeleri önleme teknikleri	Elleçlenen malzemeye uygun ve sızdırmazlığı sağlayan pompalar ve contalar kullanılarak sızıntı ve dökülmelerin önüne geçilir. Bu, kapalı motorlu pompalar, manyetik olarak bağlı pompalar, çoklu mekanik salmastralı ve söndürme veya tampon sistemli pompalar, çoklu mekanik salmastralı ve atmosfere kuru salmastralı pompalar, diyaframlı pompalar veya körüklü pompalar gibi ekipmanları içerir.	Genel olarak uygulanabilir.
e.	Pompalama sırasında taşmaları önleme teknikleri	Bu, örneğin şunların sağlanmasını içerir: • pompalama işleminin denetlenmesi; • daha büyük miktarlar için, toplu depolama tanklarının, gerekirse kapatma sistemleri ile akustik ve/veya optik yüksek seviyeli alarmlarla donatılması.	
f.	Solvent içeren malzeme dağıtımı sırasında VOC buharının yakalanması	Solvent içeren malzemeleri dökme olarak teslim ederken (ör. tankların yüklenmesi veya boşaltılması), alıcı tanklardan çıkan buhar, genellikle geri havalandırma yoluyla yakalanır.	Düşük buhar basıncına sahip solventler için veya maliyet hususları

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
			nedeniyle uygulanamayabilir.
g.	Solvent içeren malzemelerle çalışırken dökülmeler ve/veya hızlı toplama için muhafaza	Solvent içeren malzemeleri kaplarda tutarken, olası dökülmeler, örneğin arabalar, paletler ve/veya yerleşik muhafazalı (ör. 'tutucular') ve/veya absorban malzemeler kullanılarak hızlı toplama yoluyla sınırlama sağlanarak önlenir.	Genel olarak uygulanabilir.

18.1.1.5 Hammadde dağıtımı

BAT 6. Hammadde tüketimini ve VOC emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılacaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) merkezi tedariki	VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) doğrudan halka hatlarıyla borulama yoluyla uygulama alanına temini (örneğin pik temizleme veya havayla yıkama gibi sistem temizliği de dahil).	Mürekkeplerin / boyaların / kaplamaların / yapıştırıcıların veya solventlerin sık değiştirilmesi durumunda geçerli olmayabilir.
b.	Gelişmiş karıştırma sistemleri	İstenen boya/kaplama/ mürekkep/yapıştırıcıyı elde etmek için bilgisayar kontrollü karıştırma ekipmanı.	Genel olarak uygulanabilir.
c.	Kapalı bir sistem kullanılarak uygulama noktasında VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) tedariki	Mürekkeplerin/ boyaların/ kaplamaların/ yapıştırıcıların ve solventlerin sık sık değiştirilmesi durumunda veya küçük ölçekli kullanımlarda, mürekkeplerin/ boyaların/ kaplamaların/ yapıştırıcıların ve solventlerin, kapalı bir sistem kullanılarak uygulama alanının yakınına yerleştirilmiş küçük taşıma konteynerlerinden temin edilmesi.	
d.	Renk değişimi otomasyonu	Solvent yakalama ile otomatik renk değiştirme ve mürekkep / boya / kaplama hattı temizleme.	
e.	Renk gruplaması	Aynı renkte büyük diziler elde etmek için ürün dizisinde yapılan değişiklik.	
f.	Püskürtmede yumuşak arındırma	Püskürtme tabancasını ara durulama olmadan yeni boya ile doldurma.	

18.1.1.6 Kaplama uygulaması

BAT 7. Hammadde tüketimini ve kaplama uygulama süreçlerinin genel çevresel etkisini azaltmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılacaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
Püskürtmesiz uygulama teknikleri			
a.	Silindir ile kaplama	Sıvı kaplamayı hareketli bir şerit üzerine aktarmak veya ölçmek için silindirlerin kullanıldığı uygulama.	Yalnızca düz yüzeylere uygulanabilir ([1]).
b.	Silindir üzerinde sıyırma bıçağı	Kaplama, bıçak ve silindir arasındaki boşluktan alt tabakaya uygulanır. Kaplama ve alt tabaka geçerken, fazlalık kazınır.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).
c.	Bobin kaplamada durulama gerektirmeyen (yerinde kuru) uygulama	Bir silindirli kaplayıcı (chemcoater) veya silme silindirleri kullanılarak ilave bir su durulaması gerektirmeyen dönüşüm kaplamalarının uygulanması.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).
d.	Perde kaplama (döküm)	İş parçaları, bir kolektör tankından boşaltılan laminer bir kaplama filminden geçirilir.	Yalnızca düz yüzeylere uygulanabilir ([1]).
e.	Elektro kaplama (e-kaplama)	Su bazlı bir çözelti içinde dağılan boya parçacıkları, bir elektrik alanının etkisi altında (elektroforetik biriktirme) batırılmış alt tabakalar üzerinde biriktirilir.	Yalnızca metal yüzeylere uygulanabilir ([1]).
f.	Taşma	İş parçaları, konveyör sistemleri aracılığıyla kapalı bir kanala taşınır ve daha sonra enjeksiyon boruları aracılığıyla kaplama malzemesi ile doldurulur. Fazla malzeme toplanır ve yeniden kullanılır.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).
g.	Ko-ekstrüzyon	Basılan alt tabaka, ılık, sıvılaştırılmış bir plastik film ile birleştirilir ve ardından soğutulur. Bu film, gerekli ek kaplama tabakasının yerini alır. Yapıştırıcı görevi gören iki farklı farklı taşıyıcı katmanı arasında kullanılabilir.	Yüksek bağ kuvveti veya sterilizasyon sıcaklığına direnç gerektiğinde uygulanmaz ([1]).
Püskürtme atomizasyon teknikleri			
h.	Hava takviyeli havasız püskürtme	Havasız püskürtme tabancasının püskürtme konisini değiştirmek için hava akımı (şekillendirme havası) kullanılır.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).
i.	Soy gazlarla pnömatik atomizasyon	Basınçlı soy gazlarla (ör. nitrojen, karbon dioksit) pnömatik boya uygulaması.	Ahşap yüzeylerin kaplanmasında uygulanmayabilir ([1]).
j.	Yüksek hacimli düşük basınçlı (HVLP) atomizasyon	Boyayı yüksek hacimde hava ile düşük basınçta (azami 1,7 bar) karıştırarak püskürtme memesinde boya atomizasyonu. HVLP tabancaları, > %50'lik bir boya aktarım verimliliğine sahiptir.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).
k.	Elektrostatik atomizasyon (tam otomatik)	Yüksek hızlı döner diskler ve çanlarla atomizasyon ve püskürtme jetini elektrostatik alanlarla şekillendirme ve havayı şekillendirme.	
l.	Elektrostatik destekli havalı veya havasız püskürtme	Elektrostatik bir alanla pnömatik veya havasız atomizasyonun püskürtme jetini şekillendirme. Elektrostatik boya tabancaları > %60 aktarım verimine sahiptir. Sabit elektrostatik yöntemler, %75'e kadar aktarım verimliliğine sahiptir.	
m.	Sıcak püskürtme	Sıcak hava veya ısıtılmış boya ile pnömatik atomizasyon.	Sık renk değişimlerinde geçerli olmayabilir ([1]).
n.	Bobin kaplamada 'püskürtme, silme ve durulama' uygulaması	Püskürtme, temizleyicilerin uygulanması, ön işlemler ve durulama için kullanılır. Püskürtmeden sonra, solüsyonun sürüklenmesini en aza indirmek için silecekler kullanılır, ardından durulama yapılır.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
Püskürtme uygulamasının otomasyonu			
o.	Robot ile uygulama	Kaplamaların ve dolgu macunlarının iç ve dış yüzeylere robot ile uygulamanması.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).
p.	Makine ile uygulama	Püskürtme kafasının / püskürtme tabancasının / memenin elleçlenmesi için boya makinelerinin kullanılması.	
([1]) Uygulama tekniklerinin seçimi, düşük iş hacmine ve/veya yüksek ürün çeşitliliğine sahip tesislerde olduğu kadar, alt tabaka türü ve şekli, ürün kalite gerekliliklerinin yanı sıra kullanılan malzemelerin, kaplama uygulama tekniklerinin, kurutma/kürleme tekniklerinin ve atık gaz işleme sistemlerinin karşılıklı olarak uyumlu olmasını sağlama ihtiyacıyla da sınırlandırılabilir.			

18.1.1.7 Kurutma/kürleme

BAT 8. Enerji tüketimini ve kurutma/kürleme işlemlerinden kaynaklanan genel çevresel etkiyi azaltmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılacaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Soy gaz konveksiyonlu kurutma/kürleme	Soy gaz (azot) fırında ısıtılarak solventin LEL'in üzerinde yüklenmesi sağlanır. > 1 200 g/m^3 nitrojen solvent yükleri mümkündür.	Kurutucuların düzenli olarak açılması gerektiğinde uygulanmaz ([1]).
b.	İndüksiyonla kurutma/kürleme	Salınımlı bir manyetik alan ile metalik iş parçasının içinde ısı üreten elektromanyetik indüktörler tarafından online termal kürleme veya kurutma.	Yalnızca metal yüzeylere uygulanabilir ([1]).
c.	Mikrodalga ile ve yüksek frekanslı kurutma	Mikrodalga veya yüksek frekanslı radyasyon kullanarak kurutma.	Yalnızca su bazlı kaplamalar, mürekkepler ve metalik olmayan yüzeyler için geçerlidir ([1]).
d.	Radyasyonla kürleme	Radyasyonla kürleme; radyasyona (kızılötesi (IR), ultraviyole (UV)) veya yüksek enerjili elektron ışınlarına (EB) maruz kaldığında reaksiyona giren reçinelere ve reaktif seyrelticilere (monomerler) göre olarak uygulanır.	Yalnızca belirli kaplamalar ve mürekkepler için uygulanabilir ([1]).
e.	Kombine konveksiyon / IR radyasyonla kurutma	Dolaşan sıcak hava (konveksiyon) ve kızılötesi radyatör kombinasyonu ile ıslak bir yüzeyin kurutulması.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).
f.	Isı geri kazanımı ile birlikte konveksiyonla kurutma/kürleme	Çıkış gazlarından gelen ısı geri kazanılır (bk. BAT 19(e)) ve konveksiyonlu kurutucu / kürleme fırınının giriş havasını önceden ısıtmak için kullanılır.	Genel olarak uygulanabilir ([1]).
([1]) Kurutma/kürleme tekniklerinin seçimi; alt tabaka tipi ve şekli, ürün kalite gerekliliklerinin yanı sıra kullanılan malzemelerin, kaplama uygulama tekniklerinin, kurutma/kürleme tekniklerinin ve atık gaz işleme sistemlerinin karşılıklı olarak uyumlu olmasını sağlama ihtiyacı ile sınırlandırılabilmektedir.			

18.1.1.8 Temizlik

BAT 9. Temizleme işlemlerinden kaynaklanan VOC emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında, solvent bazlı temizlik maddelerinin kullanımını en aza indirilecek ve aşağıda verilen tekniklerin bir kombinasyonunu kullanılacaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Püskürtme alanlarının ve ekipmanlarını n korunması	Aşırı püskürtmeye ve damlamaya, vb. duyarlı uygulama alanları ve ekipman (ör. püskürtme kabini duvarları ve robotlar), folyoların yırtılmaya veya aşınmaya maruz kalmayacağı kumaş örtüler veya tek kullanımlık folyolarla kaplanır.	Temizleme tekniklerinin seçimi, işlemin türü, temizlenecek yüzey veya ekipman ve kontaminasyon türü ile sınırlandırılabilir.
b.	Tam temizlikten önce katıların uzaklaştırılm ası	Katı maddeler, (kuru) konsantre bir biçimde, genellikle elle, az miktarda temizleme solventinin yardımı ile veya olmadan uzaklaştırılır. Bu, sonraki temizleme aşamalarında solvent ve/veya su ile uzaklaştırılacak malzeme miktarını ve dolayısıyla kullanılan solvent ve/veya su miktarını azaltır.	
c.	Önceden emprenye edilmiş bezlerle manuel temizlik	Elle temizlik için temizlik maddeleri ile önceden emprenye edilmiş bezler kullanılmaktadır. Temizlik maddeleri solvent bazlı, düşük uçuculukta solventler veya solventsiz olabilir.	
d.	Düşük uçuculukta ki temizlik maddelerini n kullanımı	Yüksek temizleme gücü ile manuel veya otomatik temizlik için temizlik maddesi olarak düşük uçuculukta solventlerin uygulanması.	
e.	Su bazlı temizlik	Temizlik için su bazlı deterjanlar veya alkoller veya glikoller gibi suyla karışabilen solventler kullanılır.	
f.	Kapalı yıkama makinele ri	Kapalı yıkama makinelerinde baskı makinesinin/makine parçalarının otomatik toplu temizliği/yağdan arındırılması. Bu, aşağıdakilerden biri kullanılarak yapılabilir: a) organik solventler (hava ile ekstraksiyon ve ardından VOC azaltma ve/veya kullanılmış solventlerin geri kazanımı ile) (bk. BAT 15) veya b) VOC içermeyen solventler veya c) alkalik temizleyiciler (harici veya dahili atık su işlemeli).	
g.	Solvent geri kazanımı ile temizleme	Tabancaları/aplikatörleri ve renk değişimleri arasındaki çizgileri temizlemek için kullanılan solventlerin toplanması, saklanması ve mümkünse yeniden kullanılması.	
h.	Yüksek basınçlı su püskürtme ile temizlik	Pres/makine parçalarının otomatik toplu temizliği için yüksek basınçlı su püskürtme ve sodyum bikarbonat sistemleri veya benzerleri kullanılır.	
i.	Ultrasonik temizleme	Yapışmış kirleri gevşetmek için yüksek frekanslı titreşimler kullanarak sıvı içinde temizleme.	
j.	Kuru buz (CO_2) ile temizleme	CO_2 talaşları veya kar ile püskürtme yoluyla makine parçalarının ve metalik veya plastik alt tabakaların temizlenmesi.	
k.	Plastik kumlama ile temizlik	Panel jigleri ve gövde taşıyıcılarındaki fazla boya birikimi, plastik parçacıklarla kumlama yapılarak giderilir.	

18.1.1.9 İzleme

18.1.1.9.1 Solvent kütle dengesi

BAT 10. BAT kapsamında, 2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 7(2)'de tanımlandığı gibi, yılda en az bir kez tesisin solvent girdilerinin ve çıktılarının solvent kütle dengesini derleyerek toplam ve kaçak VOC emisyonları izlenecek ve aşağıda verilen tüm teknikler kullanılarak solvent kütle dengesi verilerinin belirsizliği en aza indirilecektir.

Teknik		Açıklama
a.	İlgili belirsizlik dahil olmak üzere ilgili solvent girdi ve çıktılarının tam olarak tanımlanması ve nicelendirilmesi	Bu aşağıdakileri içerir: • solvent girdi ve çıktılarının tanımlanması ve belgelenmesi, (ör. atık gazlardaki emisyonlar, her bir kaçak emisyon kaynağından kaynaklanan emisyonlar, atıktaki solvent çıktısı); • her ilgili solvent girişi ve çıkışının doğrulanmış niceliği ve kullanılan metodolojinin kaydı (ör. ölçüm, emisyon faktörlerini kullanarak hesaplama, operasyonel parametrelere dayalı tahmin); • bahsi geçen nicelemenin ana belirsizlik kaynaklarının belirlenmesi ve belirsizliği azaltmak için düzeltici eylemlerin uygulanması; • solvent girdi ve çıktı verilerinin düzenli olarak güncellenmesi.
b.	Solvent takip sisteminin uygulanması	Solvent takip sistemi, hem kullanılmış hem de kullanılmayan solvent miktarlarının kontrolünü sağlamayı amaçlar (ör. uygulama alanından depoya geri gönderilen kullanılmamış miktardaki solventleri tartarak).
c.	Solvent kütle dengesi verilerinin belirsizliğini etkileyebilecek değişikliklerin izlenmesi	Solvent kütle dengesi verilerinin belirsizliğini etkileyebilecek herhangi bir değişiklik kaydedilir, örneğin: • çıkış gazı işleme sisteminin arızaları: tarih ve süre kaydedilir; • hava/gaz akış oranlarını etkileyebilecek değişiklikler, örn. fanların, tahrik kasnaklarının, motorların değiştirilmesi; değişikliğin tarihi ve türü kaydedilir.

Uygulanabilirlik

Solvent kütle dengesinin ayrıntı düzeyi, tesisin niteliği, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin yanı sıra kullanılan malzemelerin türü ve miktarı ile orantılı olacaktır.

18.1.1.9.2 Atık gazlardaki emisyonlar

BAT 11. İlgili BAT, atık gazlardaki emisyonların en az aşağıda verilen sıklıkta ve EN standartlarına uygun olarak izlenmesine yöneliktir. EN standartları mevcut değilse, BAT kapsamında, eşdeğer bir bilimsel kaliteye sahip verilerin sunulmasını sağlayan ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartlar kullanılacaktır.

Madde/ Parametre	Sektörler/Kaynaklar		Standart(lar)	Asgari izleme sıklığı	İzlemenin ilgili olduğu teknik
Toz	Araçların kaplanması – Püskürtlemli kaplama		EN 13284-1	Yılda bir kez (1)	BAT 18
	Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması – Püskürtmeli kaplama				
	Uçağın kaplanması – Hazırlık (ör. zımparalama, püskürtme) ve kaplama				
	Metal ambalajların kaplanması ve baskısı – Püskürtme uygulaması				
	Ahşap yüzeylerin kaplanması – Hazırlık ve kaplama				
TVOC	Tüm sektörler	TVOC yükü < 10 kg C/h olan herhangi bir istif	EN 12619	Yılda bir kez (1) (2) (3)	BAT 14, BAT 15
		TVOC yükü ≥ 10 kg C/h olan herhangi bir istif	Genel EN standartları (4)	Sürekli	
DMF	Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanması (5)		EN standardı mevcut değil (6)	Her üç ayda bir (1)	BAT 15
NO_X	Çıkış gazlarının ısıl işlemi		EN 14792	Yılda bir kez (7)	BAT 17
CO	Çıkış gazlarının ısıl işlemi		EN 15058	Yılda bir kez (7)	BAT 17

(1) Mümkün olduğu ölçüde, ölçümler normal çalışma koşulları altında beklenen en yüksek emisyon durumunda gerçekleştirilir.
(2) 0,1 kg C/h'den daha düşük bir TVOC yükü durumunda veya 0,3 kg C/h'den daha düşük azalmayan ve sabit bir TVOC yükü durumunda, izleme sıklığı 3 yılda bire düşürülebilir veya eşdeğer bilimsel kalitede veri sunulmasını sağlamak kaydıyla ölçüm hesaplama ile değiştirilebilir.
(3) Çıkan gazların ısıl işlemi için yanma odasındaki sıcaklık sürekli olarak ölçülür. Bu, optimize edilmiş sıcaklık penceresinin dışına düşen sıcaklıklar için bir alarm sistemi ile birleştirilmiştir.
(4) Sürekli ölçümler için genel EN standartları EN15267-1, EN15267-2, EN15267-3 ve EN 14181'dir.
(5) İzleme, yalnızca süreçlerde DMF kullanılıyorsa geçerlidir.
(6) Bir EN standardı mevcut değilse, ölçüm, yoğun fazda bulunan DMF'yi içerir.
(7) TVOC yükü 0,1 kg C/h'den az olan bir istif durumunda, izleme sıklığı her 3 yılda bire düşürülebilir.

18.1.1.9.3 Suya emisyonlar

BAT 12. İlgili BAT, suya salınan emisyonların en az aşağıda verilen sıklıkta ve EN standartlarına uygun olarak izlenmesine ilişkindir. EN standartları mevcut değilse, BAT kapsamında, eşdeğer bir bilimsel kaliteye sahip verilerin sunulmasını sağlayan ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartlar kullanılacaktır.

Madde/ Parametre	Sektör	Standart(lar)	Asgari izleme sıklığı	İzlemenin ilgili olduğu teknik
AKM ([1])	Araçların kaplanması	EN 872	Ayda bir kez ([2]) ([3])	BAT 21
	Bobin kaplama			
	Metal ambalajların kaplanması ve basılması (yalnızca DWI kutuları için)			
KOİ ([4])([1])	Araçların kaplanması	EN standardı mevcut değil		
	Bobin kaplama			
	Metal ambalajların kaplanması ve basılması (yalnızca DWI kutuları için)			
TOC ([4])([1])	Araçların kaplanması	EN 1484		
	Bobin kaplama			
	Metal ambalajların kaplanması ve basılması (yalnızca DWI kutuları için)			
Cr(VI) ([5])([6])	Uçakların kaplanması	EN ISO 10304-3 veya EN ISO 23913		
	Bobin kaplama			
Cr ([7])([6])	Uçakların kaplanması	Çeşitli EN standartları mevcuttur (ör. EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586)		
	Bobin kaplama			
Ni ([6])	Araçların kaplanması			
	Bobin kaplama			
Zn ([6])	Araçların kaplanması			
	Bobin kaplama			
AOX ([6])	Araçların kaplanması	EN ISO 9562		
	Bobin kaplama			
	Metal ambalajların kaplanması ve basılması (yalnızca DWI kutuları için)			
F^- ([6])([8])	Araçların kaplanması	EN ISO 10304-1		
	Bobin kaplama			
	Metal ambalajların kaplanması ve basılması (yalnızca DWI kutuları için)			

(1) İzleme, yalnızca alıcı su kütlesine doğrudan boşaltılması durumunda geçerlidir.
(2) Emisyon seviyelerinin yeterince kararlı olduğu kanıtlanırsa, izleme sıklığı her 3 ayda bire düşürülebilir.
(3) Asgari izleme sıklığından daha az sıklıkta parti boşaltımı olması durumunda, izleme her parti için bir kez gerçekleştirilir.
(4) TOC izleme ve KOİ izleme alternatiflerdir. TOC izleme, çok toksik bileşiklerin kullanımını gerektirmediği için tercih edilen seçenektir.
(5) Cr(VI)'nın izlenmesi, sadece işlemlerde krom(VI) bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.
(6) Bir alıcı su kütlesine dolaylı boşaltma durumunda, akış aşağı atık su işleme tesisi ilgili kirleticileri azaltmak için uygun şekilde tasarlanmış ve donatılmışsa izleme sıklığı azaltılabilir.
(7) Cr'nin izlenmesi sadece işlemlerde krom bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.
(8) F⁻'nin izlenmesi, yalnızca işlemlerde flor bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.

18.1.1.10 OTNOC sırasındaki emisyonlar

BAT 13. OTNOC oluşum sıklığını azaltmak ve OTNOC sırasında emisyonları azaltmak için ilgili BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerin her ikisini de kullanılacaktır.

Teknik		Açıklama
a.	Kritik ekipmanın tanımlanması	Çevrenin korunması için kritik olan ekipman ('kritik ekipman') bir risk değerlendirmesi temelinde belirlenir. Prensip olarak bu, VOC'leri işleyen tüm ekipman ve sistemlerle ilgilidir (ör. çıkış gazı işleme sistemi, kaçak tespit sistemi).
b.	Muayene, bakım ve izleme	Standart işletim prosedürlerini, önleyici bakımı, düzenli ve plansız bakımı içeren kritik ekipman kullanılabilirliğini ve performansını en üst düzeye çıkarmak için yapılandırılmış program. OTNOC periyotları, süreleri, nedenleri ve mümkünse oluşumları sırasındaki emisyonlar izlenir.

18.1.1.11 Atık gazlardaki emisyonlar

18.1.1.11.1 VOC emisyonları

BAT 14. Üretim ve depolama alanlarından kaynaklanan VOC emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında, (a) tekniği ve aşağıda verilen diğer tekniklerin uygun bir kombinasyonu kullanılmaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Sistem seçimi, tasarımı ve optimizasyonu	Aşağıdakiler gibi parametreler dikkate alınarak bir gaz çıkışı sistemi seçilir, tasarlanır ve optimize edilir: - çıkarılan hava miktarı; - çıkarılan havadaki solventlerin türü ve konsantrasyonu; - işleme sisteminin türü (özel/merkezi); - sağlık ve güvenlik; - enerji verimliliği. Sistem seçimi için aşağıdaki öncelik sırası dikkate alınabilir: • yüksek ve düşük VOC konsantrasyonlu çıkış gazlarının ayrıştırılması; • VOC konsantrasyonunu homojenleştirme ve arttırma teknikleri (bk. BAT 16 (b) ve (c)); • çıkış gazlarında solventlerin geri kazanılması için teknikler (bk. BAT 15); • Isı geri kazanımlı VOC azaltma teknikleri (bk. BAT 15); • Isı geri kazanımı olmayan VOC azaltma teknikleri (bk. BAT 15).	Genel olarak uygulanabilir.
b.	VOC içeren malzemelerin uygulama noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi	Solvent uygulama alanlarının (ör. kaplayıcılar, uygulama makineleri, püskürtme kabinleri) tamamen veya kısmen kapatılarak uygulama noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi. Çıkarılan hava, bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.	Muhafazanın çalışma sırasında zorlu makine erişimine yol açtığı durumlarda geçerli olmayabilir. Uygulanabilirlik, kapatılacak alanın şekli ve boyutu ile sınırlandırılabilir.
c.	Boyaların / kaplamaların / yapıştırıcıların / mürekkeplerin hazırlanma noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi	Boyaların / kaplamaların / yapıştırıcıların / mürekkeplerin (ör. karıştırma alanı) hazırlanma noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi. Çıkarılan hava, bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.	Yalnızca boyaların/ kaplamaların/ yapıştırıcıların/ mürekkeplerin hazırlandığı yerlerde geçerlidir.
d.	Kurutma/kürleme işlemlerinden havanın çıkarılması	Kürleme fırınları/kurutucuları bir hava tahliye sistemi ile donatılmıştır. Çıkarılan hava, bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.	Yalnızca kurutma/kürleme işlemleri için geçerlidir.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
e.	Kürleme fırınlarının/kurutucularının giriş ve çıkışlarının sızdırmaz hale getirilmesi veya kurutmada atmosfer altı basınç uygulanması yoluyla fırınlardan/kurutuculardan kaynaklanan kaçak emisyonların ve ısı kayıplarının en aza indirilmesi	Kürleme fırınlarına/kurutucularına giriş ve çıkışlar, kaçak VOC emisyonlarını ve ısı kaybını en aza indirmek için kapatılmıştır. Sızdırmazlık hava jetleri veya hava bıçakları, kapılar, plastik veya metal perdeler, sıyırma bıçakları vb. ile sağlanabilir. Alternatif olarak, fırınlar/kurutucular atmosfer altı basınç altında tutulur.	Yalnızca kürleme fırınları/kurutucular kullanıldığında geçerlidir.
f.	Soğutma bölgesinden havanın çıkarılması	Alt tabaka soğutması, kurutma/kürleme sonrasında gerçekleştiğinde, soğutma bölgesinden gelen hava çıkarılır ve bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.	Yalnızca alt tabaka soğutması, kurutma/kürleme sonrasında gerçekleştiğinde geçerlidir.
g.	Hammaddelerin, solventlerin ve solvent içeren atıkların depolanmasından havanın çıkarılması	Hammadde depolarından ve/veya hammaddeler, solventler ve solvent içeren atıklar için ayrı kaplardan gelen hava çıkarılır ve bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.	Kapalı kaplar veya düşük buhar basıncı ve düşük toksisite ile hammadde, solvent ve solvent içeren atıkların depolanması için geçerli olmayabilir.
h.	Temizleme alanlarından havanın çıkarılması	Makine parçalarının ve ekipmanın organik solventlerle elle veya otomatik olarak temizlendiği alanlardan gelen hava çıkarılır ve bir çıkış gazı işleme sistemi ile işlenebilir.	Yalnızca makine parçalarının ve ekipmanlarının organik solventlerle temizlendiği alanlar için geçerlidir.

BAT 15. Atık gazlardaki VOC emisyonlarını azaltmak ve kaynak verimliliğini artırmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılmaktadır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
I. Çıkış gazlarındaki solventlerin yakalanması ve geri kazanılması			
a.	Yoğunlaşma	Buharların sıvılaşması için sıcaklığı çiğ noktalarının altına düşürerek organik bileşikleri uzaklaştırmak için kullanılan teknik. Gerekli çalışma sıcaklığı aralığına bağlı olarak, örneğin soğutma suyu, soğutulmuş su (sıcaklık genellikle 5 °C civarında), amonyak veya propan gibi farklı soğutucu akışkanlar kullanılır.	Düşük VOC içeriği nedeniyle geri kazanım için enerji talebinin aşırı olduğu durumlarda uygulanabilirlik kısıtlanabilir.
b.	Aktif karbon veya zeolitler kullanılarak adsorpsiyon	VOC'ler, aktif karbon, zeolitler veya karbon fiber kağıdın yüzeyinde adsorbe edilir. Adsorbat daha sonra yeniden kullanım veya bertaraf için örneğin buharla (çoğunlukla yerinde) desorbe edilir ve adsorban yeniden kullanılır. Sürekli çalışma için, genellikle, biri desorpsiyon modunda olmak üzere ikiden fazla adsorber paralel olarak çalıştırılır. Adsorpsiyon ayrıca, sonraki oksidasyon etkinliğini arttırmak için bir konsantrasyon adımı olarak da yaygın olarak uygulanır.	Düşük VOC içeriği nedeniyle geri kazanım için enerji talebinin aşırı olduğu durumlarda uygulanabilirlik kısıtlanabilir.
c.	Uygun bir sıvı kullanarak absorpsiyon	Çıkış gazındaki kirleticileri, özellikle çözünür bileşikleri ve katıları (toz) absorpsiyon yoluyla uzaklaştırmak için uygun bir sıvının kullanılması. Solvent geri kazanımı, örneğin damıtma veya termal desorpsiyon kullanılarak mümkündür. (Toz giderme için BAT 18'e bakınız.)	Genel olarak uygulanabilir.
II. Çıkış gazlarındaki solventlerin enerji geri kazanımı ile ısıl işlemi			
d.	Çıkış gazlarının yakma tesisine gönderilmesi	Çıkan gazların bir kısmı veya tamamı, buhar ve/veya elektrik üretimi için kullanılan bir yakma tesisine [CHP (birleşik ısı ve güç) tesisleri dahil] yanma havası ve ek yakıt olarak gönderilir.	IED Madde 59(5)'te atıfta bulunulan maddeleri içeren çıkış gazları için geçerli değildir. Uygulanabilirlik, emniyet hususları nedeniyle kısıtlanabilir.
e.	Reküperatif termal oksidasyon	Atık gazların ısısını kullanarak termal oksidasyon, ör. çıkış gazlarını önceden ısıtmak için.	Genel olarak uygulanabilir.
f.	Çok yataklı veya valfsiz dönen hava dağıtıcılı rejeneratif termal oksidasyon	Seramik dolgu ile doldurulmuş çoklu yataklı (üç veya beş) oksitleyici. Yataklar, dönüşümlü olarak oksidasyondan kaynaklanan baca atık gazları ile ısıtılan ısı eşanjörleridir, daha sonra giriş havasını oksitleyiciye ısıtmak için akış tersine çevrilir. Akış düzenli olarak tersine çevrilir. Valfsiz dönen hava dağıtıcısında, seramik ortam, çoklu kamalara bölünmüş tek bir döner kapta tutulur.	Genel olarak uygulanabilir.
g.	Katalitik oksidasyon	Oksidasyon sıcaklığını düşürmek ve yakıt tüketimini azaltmak için bir katalizör tarafından desteklenen VOC'lerin oksidasyonu. Egzoz ısısı, reküperatif veya rejeneratif tipte ısı eşanjörleri ile geri kazanılabilir. Sargı teli üretiminden çıkan gazın işlenmesi için daha yüksek oksidasyon sıcaklıkları (500 - 750 °C) kullanılır.	Uygulanabilirlik, katalizör zehirlerinin mevcudiyeti ile sınırlanabilir.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
III. Solvent veya enerji geri kazanımı olmadan çıkış gazlarında solventlerin işlenmesi			
h.	Biyolojik çıkış gazı işleme	Çıkan gazının tozu alınır ve biyofiltre alt tabakası olan bir reaktöre gönderilir. Biyofiltre, bir organik malzeme yatağından (turba, funda, kompost, kök, ağaç kabuğu, yumuşak ağaç ve farklı kombinasyonlar gibi) veya bazı inert malzemelerden (kil, aktif karbon ve poliüretan gibi) oluşur, burada çıkış gazı akışı, doğal olarak oluşan mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak oksitlenerek karbondioksit, su, inorganik tuzlar ve biyokütleye dönüştürülür. Biyofiltre toza, yüksek sıcaklıklara veya çıkış gazındaki, örneğin giriş sıcaklığı veya VOC konsantrasyonundaki yüksek değişikliklere karşı hassastır. Ek besin takviyesi gerekebilir.	Yalnızca biyolojik olarak parçalanabilen solventlerin işlenmesi için geçerlidir.
i.	Termal oksidasyon	Çıkan gazları hava veya oksijen ile bir yanma odasında kendi kendine tutuşma noktalarının üzerine kadar ısıtarak ve VOC'lerin karbon dioksit ve suyla yanmasını tamamlamaya yetecek kadar yüksek sıcaklığı koruyarak VOC'lerin oksidasyonu.	Genel olarak uygulanabilir.

BAT ile ilişkili emisyon seviyeleri (BAT-AEL'ler) Tablo 18.11, 18.15, 18.17, 18.19'da verilmiştir. Bu BAT sonuçlarının 18.21, 18.24, 18.27, 18.30, 18.32 ve 18.35'i.

BAT 16. VOC azaltma sisteminin enerji tüketimini azaltmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılacaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Değişken frekanslı sürücü fanları kullanarak çıkış gazı işleme sistemine gönderilen VOC konsantrasyonunun korunması	Hava akışını, çalışır durumda olabilecek ekipmandan çıkan gazla eşleştirmek amacıyla modüle etmek için merkezileştirilmiş gaz işleme sistemlerinde değişken frekanslı bir tahrik fanının kullanılması.	Yalnızca baskı gibi toplu işlemlerde merkezi termal gaz işleme sistemleri için geçerlidir.
b.	Çıkış gazlarındaki solventlerin dahili konsantrasyonu	Çıkış gazları işlem içinde (dahili olarak) kürleme fırınlarında/kurutucularda ve/veya püskürtme kabinlerinde devridaim edilir, bu nedenle çıkış gazlarındaki VOC konsantrasyonu artar ve çıkış gazı işleme sisteminin azaltma verimliliği artar.	Uygulanabilirlik, LEL ve ürün kalite gereklilikleri veya şartnameleri gibi sağlık ve güvenlik faktörleriyle sınırlanabilir.
c.	Adsorpsiyon yoluyla çıkış gazlarındaki solventlerin harici konsantrasyonu	Çıkış gazındaki solvent konsantrasyonu, muhtemelen kürleme fırını/kurutucu çıkış gazları ile birlikte, adsorpsiyon ekipmanı yoluyla, püskürtme kabini işlem havasının sürekli dairesel akışıyla artırılır. Bu ekipman şunları içerebilir: - aktif karbon veya zeolit içeren sabit yataklı adsorber; - aktif karbonlu akışkan yataklı adsorber; - aktif karbon veya zeolit ile rotorlu adsorber; - moleküler elek.	Düşük VOC içeriği nedeniyle enerji talebinin aşırı olduğu durumlarda uygulanabilirlik kısıtlanabilir.

d.	Atık gaz hacmini azaltmak için Plenum tekniği	Kürleme fırınlarından/kurutucularından çıkan gazlar büyük bir odaya (plenum) gönderilir ve kürleme fırınlarında/kurutucularında giriş havası olarak kısmen devridaim edilir. Plenumdan gelen fazla hava, çıkış gazı işleme sistemine gönderilir. Bu döngü, kürleme fırınlarının/kurutucuların havasındaki VOC içeriğini arttırır ve atık gaz hacmini azaltır.	Genel olarak uygulanabilir.

18.1.1.11.2 NO_X ve CO emisyonları

BAT 17. Atık gazlardaki solventlerin ısıl işleminden kaynaklanan CO emisyonlarını sınırlarken atık gazlardaki NO_X emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında, (a) tekniği veya aşağıda verilen tekniklerin her ikisi kullanılmaktadır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Isıl işlem koşullarının optimizasyonu (tasarım ve işletme)	Yanma odalarının, brülörlerin ve ilgili ekipmanın/cihazların iyi tasarımı, otomatik sistemler kullanılarak veya kullanılmadan yanma koşullarının optimizasyonu (ör. sıcaklık ve kalma süresi gibi yanma parametrelerini kontrol ederek) ve tedarikçilerin tavsiyelerine göre yanma sisteminin düzenli ve planlı bakımı ile birleştirilir.	Tasarımın uygulanabilirliği mevcut tesisler için kısıtlanabilir.
b.	Düşük NO_X brülörlerinin kullanımı	Yanma odasındaki en yüksek alev sıcaklığı düşürülür, bu da yanmayı geciktirir ancak tamamlar ve ısı transferini arttırır (alevin artan emisyonu). İstenen VOC imhasını elde etmek için artan kalma süresi ile birleştirilir.	Uygulanabilirlik, tasarım ve/veya işletme kısıtlamaları nedeniyle mevcut tesislerde kısıtlanabilir.

Tablo 18.1: Atık gazlardaki NO_X emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL) ve atık gazların ısıl işleminden kaynaklanan atık gazlardaki CO emisyonları için gösterge emisyon seviyesi

Parametre	Birim	BAT-AEL (1) (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)	Gösterge emisyon seviyesi (1) (Günlük ortalama veya örnekleme dönemi boyunca ortalama)
NO_X	mg/Nm^3	20–130 (2)	Gösterge seviyesi yok
CO		BAT-AEL yok	20–150
(1) BAT-AEL ve gösterge seviyesi, atık gazların bir yakma tesisine gönderildiği durumlarda geçerli değildir. (2) Çıkış gazında nitrojen içeren bileşikler (ör. DMF veya NMP (*N*-metilpirolidon) varsa) BAT-AEL geçerli olmayabilir.			

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.1.11.3 Toz emisyonları

BAT 18. Tablo 18.2'de listelenen sektörler ve işlemler için alt tabaka yüzey hazırlama, kesme, kaplama uygulaması ve bitirme işlemlerinden kaynaklanan atık gazlardaki toz emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılmaktadır.

Teknik		Açıklama
a.	Islak ayırmalı püskürtme kabini (yıkanmış darbe paneli)	Püskürtme kabini arka panelinden dikey olarak aşağıya doğru basamaklanan bir su perdesi, fazla püskürtülmüş boya parçacıklarını yakalar. Su-boya karışımı bir rezervuarda tutulur ve su yeniden sirküle edilir.
b.	Islak ovalama	Çıkış gazındaki boya partikülleri ve diğer tozlar, çıkış gazının suyla yoğun şekilde karıştırılmasıyla ovalama sistemlerinde ayrıştırılır. (VOC'nin uzaklaştırılması için bk. BAT 15(c).)
c.	Önceden kaplanmış malzeme ile kuru aşırı püskürtmeli ayırma	Membranların kirlenmesini önlemek için ön kaplama malzemesi olarak kireçtaşı ile birleştirilmiş membran filtrelerin kullanıldığı kuru boya aşırı püskürtme ayırma işlemi.
d.	Filtre kullanarak kuru aşırı püskürtmeli ayırma	Mekanik ayırma sistemi, örneğin karton, kumaş veya sinter kullanarak.
e.	Elektrostatik filtre	Elektrostatik filtrelerde, parçacıklar bir elektrik alanının etkisi altında yüklenir ve ayrılır. Bir kuru elektrostatik filtrede (ESP), toplanan malzeme mekanik olarak uzaklaştırılır (ör. sallama, titreşim, basınçlı hava). Islak bir ESP'de, genellikle su bazlı bir ayırma maddesi olan uygun bir sıvı ile yıkanır.

Tablo 18.2: Atık gazlardaki toz emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyeleri (BAT-AEL'ler)

Parametre	Sektör	İşlem	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
Toz	Araçların kaplanması	Püskürtlemli kaplama	mg/Nm^3	< 1–3
	Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması	Püskürtlemli kaplama		
	Uçakların kaplanması	Hazırlık (ör. zımparalama, püskürtme), kaplama		
	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	Püskürtme uygulaması		
	Ahşap yüzeylerin kaplanması	Hazırlık, kaplama		

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.1.12 Enerji verimliliği

BAT 19. Enerjiyi verimli kullanmak için BAT kapsamında, (a) ve (b) teknikleri ve aşağıda verilen (c) ila (h) tekniklerinin uygun bir kombinasyonu kullanılmaktadır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
Yönetim teknikleri			
a.	Enerji verimliliği planı	Enerji verimliliği planı, EMS'nin bir parçasıdır (bk. BAT 1) ve faaliyetin spesifik enerji tüketiminin tanımlanmasını ve hesaplanmasını, temel performans göstergelerinin (ör. MWh/ton ürün) yıllık bazda belirlenmesini ve periyodik iyileştirme hedefleri ile ilgili eylemlerin planlanmasını içerir. Plan, yürütülen süreç(ler), malzemeler, ürünler vb. açısından tesisin özelliklerine uyarlanır.	Enerji verimliliği planının ve enerji dengesi kaydının ayrıntı düzeyi ve yapısı genellikle tesisin yapısı, ölçeği ve karmaşıklığı ve kullanılan enerji kaynaklarının türleri ile ilgili olacaktır. STS faaliyetinin daha büyük bir tesiste yürütülmesi durumunda, daha büyük tesisin enerji verimliliği planı ve enerji dengesi kaydının STS faaliyetini yeterince kapsaması şartıyla uygulanamayabilir.
b.	Enerji dengesi kaydı	Kaynak türüne göre enerji tüketimi ve üretiminin (enerji ihracatı dahil) dökümünü sağlayan bir enerji dengesi kaydının yılda bir kez düzenlenmesi (ör. elektrik, fosil yakıtlar, yenilenebilir enerji, ithal edilen ısı ve/veya soğutma). Bu aşağıdakileri içerir: (i) STS aktivitesinin enerji sınırının tanımlanması; (ii) teslim edilen enerji açısından enerji tüketimi hakkında bilgiler; (iii) tesisten ihraç edilen enerji hakkında bilgi; (iv) enerjinin süreç boyunca nasıl kullanıldığını gösteren enerji akışı bilgileri (ör. Sankey şemaları veya enerji dengeleri). Enerji dengesi kaydı, yürütülen süreç(ler), malzemeler vb. açısından tesisin özelliklerine göre uyarlanır.	
İşlemle ilgili teknikler			
c.	Soğutulmuş veya ısıtılmış sıvılar içeren tankların ve fıçıların ve yanma ve buhar sistemlerinin ısı yalıtımı	Bu, örneğin şu şekilde gerçekleştirilebilir: • çift cidarlı tankların kullanılması; • ön yalıtımlı tankların kullanılması; • yanma ekipmanına, buhar borularına ve soğutulmuş veya ısıtılmış sıvılar içeren borulara yalıtım uygulanması.	Genel olarak uygulanabilir.
d.	Kojenerasyon ile ısı geri kazanımı – CHP (birleşik ısı ve güç) veya CCHP (birleşik soğutma, ısı ve güç)	Endüstriyel işlemlerde/faaliyetlerde kullanılmak üzere sıcak su/buhar üretmek için ısının geri kazanımı (esas olarak buhar sisteminden). CCHP (trijenerasyon olarak da adlandırılır), soğutulmuş su üretmek için düşük dereceli ısı kullanan bir absorpsiyonlu soğutma grubuna sahip bir kojenerasyon sistemidir.	Uygulanabilirlik, tesis yerleşimi, sıcak gaz akışlarının özellikleri (ör. akış hızı, sıcaklık) veya uygun bir ısı talebinin olmaması nedeniyle kısıtlanabilir.
e.	Sıcak gaz akışlarından ısı geri kazanımı	Sıcak gaz akımlarından (ör. kurutuculardan veya soğutma bölgelerinden) enerji geri kazanımı, örneğin işlem havası olarak devridaim yoluyla, ısı eşanjörleri kullanılarak, işlemlerde veya harici olarak.	
f.	İşlem havası ve çıkış gazlarının debi ayarı	İhtiyaca göre işlem havası ve çıkış gazlarının debi ayarlanması. Bu, boşta çalışma veya bakım sırasında havalandırmanın azaltılmasını içerir.	Genel olarak uygulanabilir.
g.	Püskürtme kabini çıkış gazı devridaimi	Etkili boya fazla püskürtmeli ayırma ile birlikte püskürtme kabininden çıkan gazın yakalanması ve devridaimi. Enerji tüketimi, temiz hava kullanımına göre daha azdır.	Uygulanabilirlik, sağlık ve güvenlik hususları nedeniyle kısıtlanabilir.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
h.	Bir hava türbülatörü kullanarak büyük hacimli bir kürleme kabininde sıcak havanın optimize edilmiş sirkülasyonu	Hava, kürleme kabininin tek bir bölümüne üflenir ve laminer hava akışını istenen türbülanslı akışa dönüştüren bir hava türbülatörü kullanılarak dağıtılır.	Sadece püskürtmeli kaplama sektörleri için geçerlidir.

Tablo 18.3: Spesifik enerji tüketimi için BAT ile ilişkili çevresel performans seviyeleri (BAT-AEPL'ler)

Sektör	Ürün tipi	Birim	BAT-AEPL (Yıllık ortalama)
Araçların kaplanması	Binek araçlar	Kaplanan MWh/araç	0.5–1.3
	Minibüsler		0.8–2
	Kamyon kabinleri		1–2
	Kamyonlar		0.3–0.5
Bobin kaplama	Çelik ve / veya alüminyum bobin	kWh/m^2 kaplanmış bobin	0.2–2.5 ([1])
Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanması	Tekstillerin poliüretan ve/veya polivinil klorür ile kaplanması	kWh/m^2 kaplanmış yüzey	1–5
Sargı tellerinin imalatı	Ortalama çapı > 0,1 mm olan teller	kWh/kg kaplanan tel	< 5
Metal ambalajların kaplanması ve basılması	Tüm ürün tipleri	kWh/m^2 kaplanmış yüzey	0.3–1.5
Kurutmalı web ofset baskı	Tüm ürün tipleri	Wh/m^2 baskılı alan	4–14
Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	Tüm ürün tipleri	Wh/m^2 baskılı alan	50–350
Yayın rotogravür baskı	Tüm ürün tipleri	Wh/m^2 baskılı alan	10–30
([1]) BAT-AEPL, bobin kaplama hattının daha büyük bir üretim tesisinin (ör. çelik fabrikası) parçası olduğu veya kombiler için geçerli olmayabilir.			

İlgili izleme BAT 19 (b)'de verilmektedir.

18.1.1.13 Su kullanımı ve atık su üretimi

BAT 20. Su tüketimini ve sulu işlemlerden (örneğin yağ giderme, temizleme, yüzey işleme, ıslak ovalama) kaynaklanan atık su oluşumunu azaltmak için BAT, (a) tekniğini ve aşağıda verilen diğer tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanmaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Su yönetim planı ve su denetimleri	Su yönetim planı ve su denetimleri, EMS'nin (bk. BAT 1) parçasıdır ve şunları içerir: • tesisin akış şemaları ve su kütle dengesi; • su verimliliği hedeflerinin oluşturulması; • su optimizasyon tekniklerinin uygulanması (ör. su kullanımının kontrolü, su geri dönüşümü, sızıntıların tespiti ve onarımı). Su denetimleri yılda en az bir kez yapılır.	Su yönetim planının ve su denetimlerinin detay seviyesi ve doğası, genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığı ile ilgili olacaktır. STS faaliyetinin daha büyük bir tesiste gerçekleştirilmesi halinde, daha büyük tesisin su yönetim planının ve su denetimlerinin STS faaliyetini yeterince kapsaması koşuluyla, geçerli olmayabilir.
b.	Ters kademeli durulama	Suyun iş parçalarına/alt tabakaya zıt yönde aktığı çok aşamalı durulama. Düşük su tüketimi ile yüksek derecede durulama sağlar.	Durulama işlemlerinin kullanıldığı yerlerde geçerlidir.
c.	Suyun yeniden kullanımı ve/veya geri dönüşümü	Su akışları (ör. kullanılmış durulama suyu, ıslak yıkayıcı atıksu) yeniden kullanılır ve/veya gerekirse işlemedan sonra iyon değişimi veya filtrasyon gibi teknikler kullanılarak geri dönüştürülür (bk. BAT 21). Suyun yeniden kullanım ve/veya geri dönüşüm derecesi, tesisin su dengesi, kirlilik içeriği ve/veya su akışlarının özellikleri ile sınırlıdır.	Genel olarak uygulanabilir.

Tablo 18.4: Spesifik su tüketimi için BAT ile ilişkili çevresel performans seviyeleri (BAT-AEPL'ler)

Sektör	Ürün tipi	Birim	BAT-AEPL (Yıllık ortalama)
Araçların kaplanması	Binek araçlar	m^3/kaplanan araç	0.5–1.3
	Minibüsler		1–2.5
	Kamyon kabinleri		0.7–3
	Kamyonlar		1–5
Bobin kaplama	Çelik ve/veya alüminyum bobinler	l/^{m2} kaplanmış bobin	0.2–1.3 ([1])
Metal ambalajların kaplanması ve basılması	İki parçalı DWI içecek kutuları	l/1 000 kutu	90–110
([1]) BAT-AEPL, bobin kaplama hattının daha büyük bir üretim tesisinin (ör. çelik fabrikası) parçası olduğu veya kombiler için geçerli olmayabilir.			

İlgili izleme BAT 20 (a)'da verilmektedir.

18.1.1.14 Suya emisyonlar

BAT 21. Suya salınan emisyonları azaltmak ve/veya suyun yeniden kullanımını ve sulu işlemlerden (ör. yağ giderme, temizleme, yüzey işleme, ıslak ovalama) geri dönüşümünü kolaylaştırmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerin bir kombinasyonu kullanılmaktır.

Teknikler		Açıklama	Hedeflenen tipik kirleticiler
Ön, birincil ve genel işleme			
a.	Dengeleme	Tanklar veya diğer yönetim teknikleri kullanılarak akışların ve kirletici yüklerin dengelenmesi.	Tüm kirleticiler.
b.	Nötrleştirme	Atık suyun pH'ının nötr bir değere ayarlanması (yaklaşık 7).	Asitler, alkaliler.
c.	Örneğin filtreler, elekler, kum ayırıcılar, birincil çökeltme tankları ve manyetik ayırma kullanarak fiziksel ayırma		Brüt katılar, askıda katılar, metal parçacıklar.
Fiziko-kimyasal işleme			
d.	Adsorpsiyon	Çözünür maddelerin (solventlerin) katı, yüksek oranda gözenekli parçacıkların (tipik olarak aktif karbon) yüzeyine aktarılarak atık sudan uzaklaştırılması.	Emilebilir çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya engelleyici kirleticiler, ör. AOX.
e.	Vakumlu damıtma	Düşük basınç altında termal atık su işleme ile kirleticilerin uzaklaştırılması.	Çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya damıtılabilen engelleyici kirleticiler, ör. bazı solventler.
f.	Çökelme	Çözünmüş kirleticilerin çökeltici ilave edilerek çözünmeyen bileşiklere dönüştürülmesi. Oluşan katı çökeltiler daha sonra çökeltme, yüzdürme veya filtreleme yoluyla ayrılır.	Çökebilir çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya engelleyici kirleticiler, ör. metaller.
g.	Kimyasal indirgeme	Kimyasal indirgeme, kirleticilerin kimyasal indirgeyici maddeler tarafından benzer ancak daha az zararlı veya tehlikeli bileşiklere dönüştürülmesidir.	İndirgenebilir çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya engelleyici kirleticiler, ör. altı değerlikli krom (Cr(VI)).
h.	İyon değişimi	İyonik kirleticilerin atık sudan tutulması ve bunların bir iyon değişim reçinesi kullanılarak daha kabul edilebilir iyonlarla değiştirilmesi. Kirleticiler geçici olarak tutulur ve daha sonra bir rejenerasyon veya geri yıkama sıvısına bırakılır.	İyonik çözünmüş biyolojik olarak parçalanamayan veya engelleyici kirleticiler, ör. metaller.
i.	Sıyırma	Sıvı içinden geçirilen bir gaz fazı (örneğin buhar, nitrojen veya hava) ile sulu fazdan arındırılabilir kirleticilerin uzaklaştırılması. Uzaklaştırma verimliliği, sıcaklığın arttırılması veya basıncın düşürülmesiyle arttırılabilir.	Temizlenebilir kirleticiler, ör. bazı adsorbe edilebilir organik olarak bağlı halojenler (AOX).
Biyolojik işleme			
j.	Biyolojik işleme	Atık su işleme için mikroorganizmaların kullanımı (örneğin anaerobik işleme, aerobik işleme).	Biyolojik olarak parçalanabilen organik bileşikler.

Nihai katıların uzaklaştırılması			
k.	Pıhtılaşma ve flokülasyon	Pıhtılaşma ve flokülasyon, askıda katı maddeleri atık sudan ayırmak için kullanılır ve genellikle ardışık adımlarla gerçekleştirilir. Pıhtılaşma, askıda katı maddelere zıt yüklere sahip pıhtılaştırıcılar eklenerek gerçekleştirilir. Flokülasyon, mikroflok partiküllerinin çarpışmalarının daha büyük topaklar üretmek üzere bağlanmalarına neden olacak şekilde yumuşak bir karıştırma aşamasıdır. Polimerler eklenerek desteklenebilir.	Askıda katılar ve partiküllere bağlı metaller.
l.	Sedimantasyon	Askıda parçacıkların yerçekimli çökeltme ile ayrılması.	
m.	Filtrasyon	Katıların gözenekli bir ortamdan, örneğin kum filtrasyonu, nano, mikro ve ultrafiltrasyondan geçirilerek atık sudan ayrılması.	
n.	Flotasyon	Katı veya sıvı parçacıkların, genellikle hava olmak üzere ince gaz kabarcıklarına bağlanarak atık sudan ayrılması. Yüzer parçacıklar su yüzeyinde birikir ve skimerler ile toplanır.	

Tablo 18.5: Alıcı su kütlesine doğrudan boşaltım için BAT ile ilişkili emisyon seviyeleri (BAT-AEL'ler)

Madde/Parametre	Sektör	BAT-AEL ([1])
Toplam askıda katı madde (AKM)	Araç kaplama Bobin kaplama Metal ambalajların kaplanması ve basılması (yalnızca DWI kutuları için)	5–30 mg/l
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ([2])		30–150 mg/l
Adsorbe edilebilir organik olarak bağlı halojenler (AOX)		0.1–0.4 mg/l
Florür (F^-) ([3])		2–25 mg/l
Nikel (Ni olarak ifade edilir)	Araç kaplama Bobin kaplama	0.05–0.4 mg/l
Çinko (Zn olarak ifade edilir)		0.05-0.6 mg/l ([4])
Toplam krom (Cr olarak ifade edilir) ([5])	Uçak kaplama Bobin kaplama	0.01–0.15 mg/l
Altı değerlikli krom (Cr (VI) olarak ifade edilir) ([6])		0.01–0.05 mg/l

(1) Ortalama süre genel hususlarda verilmiştir.
(2) KOİ için BAT-AEL, TOC için bir BAT-AEL ile değiştirilebilir. KOİ ve TOC arasındaki korelasyon duruma göre belirlenir. TOC izleme çok toksik bileşiklerin kullanımına dayanmadığından TOC için BAT-AEL tercih edilen seçenektir.
(3) BAT-AEL, yalnızca işlemlerde flor bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.
(4) BAT-AEL aralığının üst sınırı, çinko içeren alt tabakalar veya çinko kullanılarak ön işleme tabi tutulmuş alt tabakalar durumunda 1 mg/l olabilir.
(5) BAT-AEL sadece işlemlerde krom bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.
(6) BAT-AEL sadece işlemlerde krom(VI) bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.

İlgili izleme BAT 12'da verilmiştir.

Tablo 18.6: Alıcı su kütlesine dolaylı boşaltım için BAT ile ilişkili emisyon seviyeleri (BAT-AEL'ler)

Madde/Parametre	Sektör	BAT-AEL ([1])([2])
Adsorbe edilebilir organik olarak bağlı halojenler (AOX)	Araç kaplama Bobin kaplama Metal kaplama ve baskı ambalajlama (yalnızca DWI kutuları için)	0.1–0.4 mg/l
Florür (F^-) ([3])		2–25 mg/l
Nikel (Ni olarak ifade edilir)	Araç kaplama Bobin kaplama	0.05–0.4 mg/l
Çinko (Zn olarak ifade edilir)		0.05-0.6 mg/l ([4])
Toplam krom (Cr olarak ifade edilir) ([5])	Uçak kaplama Bobin kaplama	0.01–0.15 mg/l
Altı değerlikli krom (Cr (VI) olarak ifade edilir) ([6])		0.01–0.05 mg/l

(1) Alt atık su işleme tesisi, çevrede daha yüksek düzeyde kirliliğe yol açmaması koşuluyla, ilgili kirleticileri azaltmak için uygun şekilde tasarlanmış ve donatılmışsa BAT-AEL'ler geçerli olmayabilir.
(2) Ortalama süre genel hususlarda verilmiştir.
(3) BAT-AEL, yalnızca işlemlerde flor bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.
(4) BAT-AEL aralığının üst sınırı, çinko içeren alt tabakalar veya çinko kullanılarak ön işleme tabi tutulmuş alt tabakalar durumunda 1 mg/l olabilir.
(5) BAT-AEL sadece işlemlerde krom bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.
(6) BAT-AEL sadece işlemlerde krom(VI) bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir.

İlgili izleme BAT 12'da verilmiştir.

18.1.1.15 Atık Yönetimi

BAT 22. Bertaraf için gönderilen atık miktarını azaltmak için BAT kapsamında, (a) ve (b) teknikleri ve aşağıda verilen (c) ve (d) tekniklerinden biri veya her ikisi kullanılır.

Teknik		Açıklama
a.	Atık yönetim planı	Bir atık yönetim planı, EMS'nin bir parçasıdır (bakınız BAT 1) ve 1) atık oluşumunu en aza indirmeyi, 2) atıkların yeniden kullanımını, yenilenmesini ve/veya geri dönüşümünü ve/veya enerjinin geri kazanımını optimize etmeyi amaçlayan bir dizi önlemdir. ve 3) atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesini sağlamak.
b.	Atık miktarlarının izlenmesi	Her atık türü için üretilen atık miktarlarının yıllık kaydı. Atıktaki solvent içeriği, analiz veya hesaplama ile periyodik olarak (en az yılda bir kez) belirlenir.
c.	Solventlerin geri kazanılması/geri dönüştürülmesi	Teknikler şunları içerebilir: • yerinde veya dışında filtrasyon veya damıtma yoluyla sıvı atıklardan solventlerin geri kazanılması/geri dönüştürülmesi; • yerçekimi ile boşaltma, sıkma veya santrifüjleme yoluyla bezlerin solvent içeriğinin geri kazanılması/geri dönüştürülmesi.
d.	Atık akışına özgü teknikler	Teknikler şunları içerebilir: • atığın su içeriğinin azaltılması, örneğin çamur işleme için bir filtre presinin kullanılması; • örneğin temizleme döngülerinin sayısını azaltarak oluşan çamur ve atık solventlerinin azaltılması (bk. BAT 9); • yeniden kullanılabilir konteynerlerin kullanılması, konteynerlerin başka amaçlarla yeniden kullanılması veya konteyner malzemesinin geri dönüştürülmesi; • kuru ovalamadan üretilen kullanılmış kireç taşının bir kireç veya çimento fırınına gönderilmesi.

18.1.1.16 Koku emisyonları

BAT 23. Koku emisyonlarını önlemek veya bunun mümkün olmadığı durumlarda azaltmak için BAT kapsamında, çevre yönetim sisteminin (bk. BAT 1) bir parçası olarak aşağıdaki unsurların tümünü içeren bir koku yönetim planı oluşturulur, uygulanır ve düzenli olarak gözden geçirilir:

- eylemleri ve zaman çizelgelerini içeren bir protokol;
- tespit edilen koku olaylarına yanıt için bir protokol, ör. şikayetler;
- kaynak(lar)ı belirlemek, kaynak(lar)ın katkılarını karakterize etmek ve önleme ve/veya azaltma tedbirlerini uygulamak için tasarlanmış bir koku önleme ve azaltma programı.

Uygulanabilirlik

Uygulanabilirlik, hassas alıcılarda bir koku rahatsızlığının beklendiği ve/veya kanıtlandığı durumlarla sınırlıdır.

18.1.2 Araçların kaplanmasına ilişkin BAT sonuçları

Bu bölümdeki BAT sonucu, araçların (binek araçlar, kamyonetler, kamyon kabinleri, kamyonlar ve otobüsler) kaplaması için geçerlidir ve Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

18.1.2.1 VOC emisyonları ve enerji ve hammadde tüketimi

BAT 24. Solvent, diğer hammadde ve enerji tüketimini azaltmak ve ayrıca VOC emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen kaplama sistemlerinden biri veya birkaçı kullanılır.

Kaplama sistemi		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Karışık (SB-mix) kaplama	Kaplama tabakasının (astar veya baz kat) su bazlı olduğu bir kaplama sistemi.	Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis iyileştirmeleri için geçerlidir.
b.	Su bazlı (WB) kaplama	Astar ve baz kat katmanlarının su bazlı olduğu kaplama sistemi.	
c.	Entegre kaplama işlemi	Astar ve baz kat fonksiyonlarını birleştiren ve püskürtmeli kaplama ile iki aşamada uygulanan bir kaplama sistemi.	
d.	Üç ıslak işlem	Astar, baz kat ve vernik katlarının ara kurutma olmadan uygulandığı kaplama sistemi. Astar ve baz kat solvent bazlı veya su bazlı olabilir.	

Tablo 18.7: Araçların kaplamasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyeleri (BAT-AEL'ler)

Parametre	Araç tipi	Birim	BAT-AEL (1) (Yıllık ortalama)	
			Yeni tesis	Mevcut tesis
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	Binek araçlar	g VOC yüzey alanı başına m^2 (2)	8–15	8–30
	Minibüsler		10–20	10–40
	Kamyon kabinleri		8–20	8–40
	Kamyonlar		10–40	10–50
	Otobüsler		< 100	90–150

(1) MET-AEL'ler; üretim ekipmanlarının hem üretim süresi boyunca hem de üretim dönemi dışında temizlenmesinde kullanılan solventlerin yanı sıra, elektroforetik kaplamadan veya diğer herhangi bir kaplama işleminden son katın son mum ve cilasına kadar (dahil) aynı kurulumda gerçekleştirilen tüm süreç aşamalarından kaynaklanan emisyonları ifade eder.
(2) Yüzey alanı, 2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 3'te belirtilen şekilde tanımlanmıştır.

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

18.1.2.2 Saha dışına gönderilen atık miktarı

Tablo 18.8: Araç kaplamasından saha dışına gönderilen belirli atık miktarı için gösterge seviyeleri

Parametre	Araç tipi	İlgili atık akışları	Birim	Gösterge seviyesi (Yıllık ortalama)
Saha dışına gönderilen atık miktarı	Binek araçlar	• Atık boya • Atık plastisoller, kapatıcılar ve yapıştırıcılar • Kullanılmış solventler • Boya çamuru • Boyahane ile ilgili diğer atıklar (ör. absorban ve temizlik malzemeleri, filtreler, ambalaj malzemeleri, kullanılmış aktif karbon)	kg/kaplan an araç	3–9 ([1])
	Minibüsler			4–17 ([1])
	Kamyon kabinleri			2–11 ([1])
([1]) Kireçtaşı ile kuru ovalama kullanılıyorsa aralığın üst sınırı daha yüksektir.				

İlgili izleme BAT 22 (b)'de verilmektedir.

18.1.3 Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasına ilişkin BAT sonuçları

Aşağıda diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması için verilen emisyon seviyeleri, Madde 18.1.1'de açıklanan genel BAT sonuçlarıyla ilişkilidir. Aşağıda verilen emisyon seviyeleri, bir araç kaplama tesisinde metal ve/veya plastik otomotiv bileşenlerinin kaplanması durumunda geçerli olmayabilir ve bu emisyonlar, araçların kaplanması için toplam VOC emisyonlarının hesaplanmasına dahil edilir (bk. Madde 18.1.2).

Tablo 18.9: Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyeleri (BAT-AEL'ler)

Parametre	İşlem	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	Metal yüzeylerin kaplanması	kg katı kütle girdisi başına kg VOC	< 0.05–0.2
	Plastik yüzeylerin kaplanması		< 0.05–0.3

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.9'daki BAT-AEL'lere alternatif olarak hem Tablo 18.10'daki hem de Tablo 18.11'deki BAT-AEL'ler kullanılabilir.

Tablo 18.10: Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan kaçak VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 1–10

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.11: Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	1–20 ([1])([2])
(1) BAT-AEL aralığının üst sınırı, geri kazanılan solventin yeniden kullanılmasına/geri dönüştürülmesine izin veren teknikler kullanılıyorsa 35 mg C/Nm^3'tür. (2) Bir çıkış gazı işleme tekniği ile birlikte BAT 16 (c) kullanan tesisler için, yoğunlaştırıcının atık gazına 50 mg C/Nm^3'ten daha düşük bir ek BAT-AEL uygulanır.		

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.4 Gemilerin ve yatların kaplanmasına ilişkin BAT sonuçları

Bu bölümdeki BAT sonucu, gemilerin ve yatların kaplanması için geçerlidir ve Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

BAT 25. Toplam VOC emisyonlarını ve havaya salınan toz emisyonlarını azaltmak, suya emisyonları azaltmak ve genel çevresel performansı iyileştirmek için BAT kapsamında, aşağıda verilen (a) ve (b) teknikleri ve (c) ila (i) tekniklerinin bir kombinasyonu kullanılır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
Atık ve atık su yönetimi			
a.	Atık ve atık su akışlarının ayrılması	Rıhtımlar ve kızaklar aşağıdakilerle inşa edilmiştir: • kuru atıkları etkili bir şekilde toplamak ve işlemek ve ıslak atıklardan ayrı tutmak için bir sistem; • atık suyu yağmur suyundan ve yüzeyde akan sudan ayıran bir sistem.	Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis iyileştirmeleri için geçerlidir.
Hazırlama ve kaplama işlemleri ile ilgili teknikler			
b.	Olumsuz hava koşullarına ilişkin kısıtlamalar	İşleme alanlarının tamamen kapatılmadığı durumlarda, olumsuz hava koşulları gözlemlenir veya tahmin edilirse, püskürtme ve/veya havasız püskürtmeli kaplama yapılmaz.	Genel olarak uygulanabilir.
c.	İşleme alanlarının kısmen kapatılması	Kumlama ve/veya havasız püskürtmeli kaplama yapılan alanların çevresinde toz emisyonunu önlemek için ince ağlar ve/veya su püskürtme perdeleri kullanılmaktadır. Bunlar kalıcı veya geçici olabilir.	Uygulanabilirlik, kapatılacak alanın şekli ve boyutu ile sınırlandırılabilir. Soğuk iklim koşullarında su püskürtme perdeleri uygulanamayabilir.
d.	İşleme alanlarının tam muhafazası	Salonlarda, kapalı atölyelerde, tekstil çadırlı alanlarda veya tamamen ağlarla çevrili alanlarda toz emisyonunu önlemek için kumlama ve/veya havasız püskürtmeli kaplama yapılır. İşleme alanlarından hava alınır ve gaz dışı işlemeye gönderilebilir; ayrıca bk. BAT 14 (b).	Uygulanabilirlik, kapatılacak alanın şekli ve boyutu ile sınırlandırılabilir.
e.	Kapalı bir sistemde kuru kumlama	Çelik kum veya bilye kullanarak kuru kumlama, bir emiş başlığı ve santrifüj kumlama çarkları ile donatılmış kapalı kumlama sistemlerinde gerçekleştirilir.	Genel olarak uygulanabilir.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
f.	Islak kumlama	Kumlama, ince cüruf (ör. bakır cüruf) veya silika gibi ince aşındırıcı malzeme içeren su ile gerçekleştirilir.	Yoğun sis oluşumundan dolayı soğuk iklim koşullarında ve/veya kapalı alanlarda (kargo tankları, çift dipli tanklar) uygulanmayabilir.
g.	(Ultra-)Yüksek Basınçlı ((U)HP) su jeti veya kumlama	(U)HP püskürtme, son derece yüksek basınçlı su kullanan tozsuz bir yüzey işleme yöntemidir. Aşındırıcılı ve aşındırıcısız seçenekleri mevcuttur.	Soğuk iklim koşullarında veya yüzey özellikleri nedeniyle (ör. yeni yüzeyler, nokta püskürtme) uygulanamayabilir.
h.	Endüksiyonla ısıtma ile kaplamaların soyulması	Bir indüktör kafası yüzey üzerinde hareket ettirilerek çeliğin lokalize hızlı ısınmasına neden olarak eski kaplamaları kaldırır.	Kalınlığı 5 mm'den az olan yüzeylerde ve/veya indüksiyonla ısıtmaya duyarlı bileşenleri olan yüzeylerde (ör. yalıtım, yanıcı) uygulanmayabilir.
i.	Sualtı gövde ve pervane temizleme sistemi	Su basıncı ve dönen polipropilen fırçalar kullanan su altı temizleme sistemi.	Tam kuru havuzdaki gemiler için geçerli değildir.

Tablo 18.12: Gemilerin ve yatların kaplamasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	kg katı kütle girdisi başına kg VOC	< 0.375

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

18.1.5 Uçakların kaplanmasına ilişkin BAT sonuçları

Bu bölümdeki BAT sonucu, hava taşıtının kaplaması için geçerlidir ve Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

BAT 26: VOC'lerin toplam emisyonlarını azaltmak ve uçak kaplamasının genel çevresel performansını iyileştirmek için BAT kapsamında, (a) tekniği veya aşağıda verilen tekniklerin her ikisi kullanılmaktır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Muhafaza	Bileşen parçaları, kapalı püskürtme kabinlerinde kaplanmıştır (bk. BAT 14 (b)).	Genel olarak uygulanabilir.
b.	Doğrudan baskı	Karmaşık desenleri doğrudan uçak parçalarına basmak için baskı cihazının kullanılması.	Uygulanabilirlik, teknik hususlarla kısıtlanabilir (ön. aplikatör kızağının erişilebilirliği, özelleştirilmiş renkler).

Tablo 18.13: Uçağın kaplamasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	kg katı kütle girdisi başına kg VOC	0.2–0.58

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

18.1.6 Bobin kaplamaya ilişkin BAT sonuçları

Aşağıda verilen bobin kaplama emisyon seviyeleri, Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarıyla ilişkilidir.

Tablo 18.14: Bobin kaplamadan kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan kaçak VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 1–3

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.15: Bobin kaplamadan kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	1–20 ([1])([2])
(1) BAT-AEL aralığının üst sınırı, geri kazanılan solventin yeniden kullanılmasına/geri dönüştürülmesine izin veren teknikler kullanılıyorsa 50 mg C/Nm^{3}tür. (2) Bir çıkış gazı işleme tekniği ile birlikte BAT 16 (c) kullanan tesisler için, yoğunlaştırıcının atık gazına 50 mg C/Nm^{3}ten daha düşük bir ek BAT-AEL uygulanır.		

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.7 Yapışkan bantların üretimine ilişkin BAT sonuçları

Aşağıda verilen yapışkan bantların üretimi için emisyon seviyeleri, Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarıyla ilişkilidir.

Tablo 18.16: Yapışkan bantların üretiminden kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 1–3 ([1])
([1]) Bu BAT-AEL, geçici yüzey korumasında kullanılan plastik filmlerin imalatı için geçerli olmayabilir.		

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.17: Yapışkan bantların üretiminden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	2–20 ([1])([2])
(1) BAT-AEL aralığının üst sınırı, geri kazanılan solventin yeniden kullanılmasına/geri dönüştürülmesine izin veren teknikler kullanılıyorsa 50 mg C/Nm^{3}tür. (2) Bir çıkış gazı işleme tekniği ile birlikte BAT 16 (c) kullanan tesisler için, yoğunlaştırıcının atık gazına 50 mg C/Nm^{3}ten daha düşük bir ek BAT-AEL uygulanır.		

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.8 Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasına ilişkin BAT sonuçları

Aşağıda verilen tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasına ilişkin emisyon seviyeleri, Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçları ile ilişkilidir.

Tablo 18.18: Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasından kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan kaçak VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 1–5

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.19: Tekstil, folyo ve kağıdın kaplanmasından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	5–20 ([1])([2])
(1) BAT-AEL aralığının üst sınırı, geri kazanılan solventin yeniden kullanılmasına/geri dönüştürülmesine izin veren teknikler kullanılıyorsa 50 mg C/Nm^{3}tür. (2) Bir çıkış gazı işleme tekniği ile birlikte BAT 16 (c) kullanan tesisler için, yoğunlaştırıcının atık gazına 50 mg C/Nm^{3}ten daha düşük bir ek BAT-AEL uygulanır.		

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.9 Sargı teli üretimine ilişkin BAT sonuçları

Bu bölümdeki BAT sonucu, sargı teli imalatı için geçerlidir ve Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

BAT 27. Toplam VOC emisyonlarını ve enerji tüketimini azaltmak için BAT kapsamında, (a) tekniği ve aşağıda verilen (b) ila (d) tekniklerinden biri veya bir kombinasyonu kullanılır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
a.	Sürece entegre VOC oksidasyonu	Tekrarlanan emaye kürleme işlemi sırasında solventin buharlaşmasından kaynaklanan hava/solvent karışımı, kürleme fırını/kurutucuya entegre edilmiş bir katalitik oksitleyicide (bk. BAT 15 (g)) işlenir. Katalitik oksitleyiciden gelen atık ısı, kurutma işleminde dolaşımdaki hava akışını ısıtmak için ve/veya tesis içindeki diğer amaçlar için işlem ısısı olarak kullanılır.	Genel olarak uygulanabilir.
b.	Solvent içermeyen yağlayıcılar	Solvent içermeyen yağlayıcılar aşağıdaki gibi uygulanır: • tel, yağlayıcı ile ıslatılmış bir keçeden çekilir veya • tel ile yağlayıcı ile emprenye edilmiş bir filament uygulanır ve parafin mumu telin kalan ısısı ve sürtünme ısısı nedeniyle erir.	Uygulanabilirlik, ürün kalite gereklilikleri veya özellikleri, ör. çap nedeniyle sınırlı olabilir.
c.	Kendinden yağlamalı kaplamalar	Ayrıca yağlayıcı (özel bir mum) içeren bir kaplama sistemi kullanılarak solvent içeren bir yağlama adımı önlenir.	Uygulanabilirlik, ürün kalite gereklilikleri veya özellikleri nedeniyle sınırlı olabilir.
d.	Yüksek katı maddeli emaye kaplama	% 45'e kadar katı içerikli emaye kaplama kullanımı. İnce tellerde (0,1 mm'ye eşit veya daha küçük çaplı), katı madde içeriği %30'a kadardır.	

Tablo 18.20: Sargı teli imalatından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Ürün tipi	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	Ortalama çapı 0,1 mm'den büyük olan sargı telinin kaplanması	g kaplamalı tel kg başına VOC	1–3.3

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.21: Sargı teli imalatından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	5–40

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.10 Metal ambalajların kaplanması ve basılmasına ilişkin BAT sonuçları

Aşağıda verilen metal ambalajların kaplanması ve basılmasına ilişkin emisyon seviyeleri, Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarıyla ilişkilidir.

Tablo 18.22: Metal ambalajların kaplanması ve basılmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	kaplanan/baskılı yüzeyin m2'si başına g VOC	< 1–3.5

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.22'deki BAT-AEL'e alternatif olarak hem Tablo 18.23'teki hem de Tablo 18.24'teki BAT-AEL'ler kullanılabilir.

Tablo 18.23: Metal ambalajların kaplanması ve basılmasından kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan kaçak VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 1–12

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.24: Metal ambalajların kaplanması ve baskısından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	1–20 ([1])
([1]) Bir çıkış gazı işleme tekniği ile birlikte BAT 16 (c) kullanan tesisler için, yoğunlaştırıcının atık gazına 50 mg C/Nm^{3}ten daha düşük bir ek BAT-AEL uygulanır.		

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.11 Kurutmalı web ofset baskıya ilişkin BAT sonuçları

Bu bölümdeki BAT sonucu, kurutmalı web ofset baskı için geçerlidir ve Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

BAT 28. Toplam VOC emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında, aşağıda verilen tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır.

Teknik		Açıklama	Uygulanabilirlik
Malzeme bazlı ve baskı teknikleri			
a.	Nemlendirme çözümlerinde düşük IPA veya IPA içermeyen katkı maddelerinin kullanılması	Uçucu olmayan veya düşük uçuculuğa sahip diğer organik bileşiklerin karışımları ile ikame yoluyla nemlendirme çözeltilerinde ıslatıcı madde olarak izopropanolün (IPA) azaltılması veya önlenmesi.	Uygulanabilirlik, teknik ve ürün kalite gereklilikleri veya özellikleri ile sınırlı olabilir.
b.	Susuz ofset	Özel kaplamalı ofset plakaların kullanımını sağlamak için pres ve baskı öncesi işlemlerin modifikasyonu, nemlendirme ihtiyacını ortadan kaldırır.	Kalıpların daha sık değiştirilmesi gerektiğinden uzun baskı adetleri için geçerli olmayabilir.
Temizleme teknikleri			
c.	Otomatik yastıklamalı (blanket) temizlik için VOC içermeyen solventlerin veya düşük uçuculuğa sahip solventlerin kullanılması	Otomatik yastıklamalı (blanket) temizlik için temizlik maddesi olarak uçucu olmayan veya düşük uçuculuğa sahip organik bileşiklerin kullanılması.	Genel olarak uygulanabilir.
Çıkış gazı işleme teknikleri			
d.	Çıkış gazı işleme ile entegre web ofset kurutucu	Gelen kurutucu havanın çıkış gazı ısıl işlem sisteminden geri dönen atık gazların bir kısmı ile karıştırılmasını sağlayan entegre bir çıkış gazı işleme ünitesine sahip bir web ofset kurutucu.	Yeni tesisler veya büyük tesis iyileştirmeleri için geçerlidir.
e.	Pres odasından veya pres kapsüllemeden havanın çıkarılması ve işlenmesi	Pres odasından veya pres kapsülünden çekilen havanın kurutucuya yönlendirilmesi. Sonuç olarak, pres odasında veya pres kapsüllemede buharlaşan solventlerin bir kısmı, kurutucunun akış aşağısında ısıl işlemle (bk. BAT 15) azaltılır.	Genel olarak uygulanabilir.

Tablo 18.25: Hava kurutmalı web ofset baskıdan kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	kg mürekkep girdisi başına kg VOC	< 0.01–0.04 ([1])
([1]) BAT-AEL serisinin üst sınırı, yüksek kaliteli ürünlerin üretimi ile ilgilidir.		

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.25'teki BAT-AEL'lere alternatif olarak hem Tablo 18.26'daki hem de Tablo 18.27'deki BAT-AEL'ler kullanılabilir.

Tablo 18.26: Kurutmalı web ofset baskıdan kaynaklanan VOC'lerin kaçak emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan kaçak VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 1–10 ([1])
([1]) BAT-AEL serisinin üst sınırı, yüksek kaliteli ürünlerin üretimi ile ilgilidir.		

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.27: Kurutmalı web ofset baskıdan kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	1–15

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.12 Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıya ilişkin BAT sonuçları

Aşağıda verilen fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı emisyon seviyeleri, Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarıyla ilişkilidir.

Tablo 18.28: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıdan kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	kg katı kütle girdisi başına kg VOC	< 0.1–0.3

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.28'deki BAT-AEL'e alternatif olarak hem Tablo 18.29'daki hem de Tablo 18.30'daki BAT-AEL'ler kullanılabilir.

Tablo 18.29: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıdan kaynaklanan VOC'lerin kaçak emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan kaçak VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 1–12

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.30: Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskıdan kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	1–20 ([1])([2])
(1) BAT-AEL aralığının üst sınırı, geri kazanılan solventin yeniden kullanılmasına/geri dönüştürülmesine izin veren teknikler kullanılıyorsa 50 mg C/Nm^{3}tür. (2) Bir çıkış gazı işleme tekniği ile birlikte BAT 16 (c) kullanan tesisler için, yoğunlaştırıcının atık gazına 50 mg C/Nm^{3}ten daha düşük bir ek BAT-AEL uygulanır.		

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.13 Yayın rotogravür baskıya ilişkin BAT sonuçları

Bu bölümdeki BAT sonucu, yayın rotogravür baskısı için geçerlidir ve Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

BAT 29. Yayın rotogravür baskısından kaynaklanan VOC emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında, adsorpsiyona dayalı bir toluen geri kazanım sistemi ve aşağıda verilen tekniklerden biri veya her ikisi kullanılır.

Teknik		Açıklama
a.	Tutma mürekkeplerinin kullanımı	Tutma mürekkepleri, kuru film yüzeyinin oluşumunu yavaşlatır, bu da toluenin daha uzun süre buharlaşmasına ve dolayısıyla daha fazla toluenin kurutucuda salınmasına ve toluen geri kazanım sistemi tarafından geri kazanılmasına olanak tanır.
b.	Toluen geri kazanım sistemine bağlı otomatik temizleme sistemleri	Toluen geri kazanım sistemine hava tahliyesi ile otomatik silindirli temizleme.

Tablo 18.31: VOC'lerin yayın rotogravür baskısından kaynaklanan kaçak emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan kaçak VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 2.5

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.32: Rotogravür baskı yayınından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	10–20

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.1.14 Ahşap yüzeylerin kaplanmasına ilişkin BAT sonuçları

Ahşap yüzeylerin kaplanması için aşağıda verilen emisyon seviyeleri, Madde 18.1.1'de verilen genel BAT sonuçları ile ilişkilidir.

Tablo 18.33: Ahşap yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan toplam VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Kaplanan alt tabakalar	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan toplam VOC emisyonları	Düz alt tabakalar	kg katı kütle girdisi başına kg VOC	< 0.1
	Düz alt tabakalar dışında		< 0.25

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.33'teki BAT-AEL'lere alternatif olarak hem Tablo 18.34 hem de Tablo 18.35'teki BAT-AEL'ler kullanılabilir.

Tablo 18.34: Ahşap yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan kaçak VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Yıllık ortalama)
Solvent kütle dengesi ile hesaplanan kaçak VOC emisyonları	Solvent girdi yüzdesi (%)	< 10

İlgili izleme BAT 10'da verilmiştir.

Tablo 18.35: Ahşap yüzeylerin kaplanmasından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL)

Parametre	Birim	BAT-AEL (Günlük ortalama veya numune alma dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	5-20 ([1])
([1]) Bir çıkış gazı işleme tekniği ile birlikte BAT 16 (c) kullanan tesisler için, yoğunlaştırıcının atık gazına 50 mg C/Nm^{3}ten daha düşük bir ek BAT-AEL uygulanır.		

İlgili izleme BAT 11'da verilmiştir.

18.2 Ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunmasına yönelik BAT sonuçları

18.2.1 Çevresel Yönetim Sistemleri

BAT 30. Genel çevresel performansı iyileştirmek için BAT kapsamında BAT 1'in (i) ila (xx) tüm özelliklerini ve ayrıca aşağıdaki belirli özellikleri içeren bir Çevre Yönetim Sistemi (EMS) geliştirilecek ve uygulanacaktır:

i. En çevre dostu süreçleri kullanmak amacıyla biyosidal ürünlerdeki ve ilgili mevzuattaki (ör. BRP kapsamındaki ürünlerin onaylanması) gelişmelerin takip edilmesi.
ii. Solvent bazlı ve kreozot işlemi için solvent kütle dengesinin dahil edilmesi (bk. BAT 33(c)).
iii. Çevre açısından kritik tüm proses ve azaltma ekipmanlarının tanımlanması ve listelenmesi (arıza yapmaları durumunda çevre üzerinde etkisi olabilecek) (bk. BAT 46(c)). Kritik ekipman listesi güncel tutulur.
iv. Dökülme kontrolünden kaynaklanan atıklarla ilgili atık yönetimi yönergeleri de dahil olmak üzere, sızıntı ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolüne yönelik planların dahil edilmesi (bk. BAT 46).
v. Kazara meydana gelen sızıntı ve dökülmelerin kaydı ve iyileştirme planları (karşı önlemler).

Not
1221/2009 sayılı (EC)Yönetmeliği, bu BAT ile uyumlu bir EMS örneği olan Avrupa Birliği eko-yönetim ve denetim planını (EMAS) oluşturur.

Uygulanabilirlik
EMS'nin ayrıntı düzeyi ve resmileştirme derecesi, genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etki aralığı ile ilişkili olacaktır.

18.2.2 Zararlı/tehlikeli maddelerin ikamesi

BAT 31. PAH ve/veya solvent emisyonlarını önlemek veya azaltmak için BAT kapsamında su bazlı koruyucular kullanılacaktır.

Tanım

Solvent bazlı koruyucular veya kreozot, su bazlı koruyucularla değiştirilir. Su, biyositler için taşıyıcı görevi görür.

Uygulanabilirlik
Uygulanabilirlik, ürün kalite gereklilikleri veya spesifikasyonları nedeniyle kısıtlanabilir.

BAT 32. İşleme kimyasallarının kullanımının neden olduğu çevresel riski azaltmak için BAT kapsamında halihazırda kullanımda olan işleme kimyasallar, potansiyel olarak yeni mevcut ve daha güvenli alternatifleri belirlemeyi amaçlayan düzenli (ör. yılda bir kez) kontrollere dayalı olarak daha az tehlikeli olanlarla değiştirilecektir.

Uygulanabilirlik

Ürün kalite gereklilikleri veya spesifikasyonları nedeniyle ikame işlemi kısıtlanabilir.

18.2.3 Kaynak verimliliği

BAT 33. Kaynak verimliliğini artırmak ve işleme kimyasallarının kullanımıyla ilişkili çevresel etki ve riski azaltmak için BAT kapsamında aşağıda verilen tüm teknikler kullanılarak bunların tüketimi azaltılacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a.	Etkili bir koruyucu uygulama sisteminin kullanılması	Ahşabın koruyucu solüsyona daldırıldığı uygulama sistemleri, örneğin püskürtmeden daha verimlidir. Vakum proseslerinin (kapalı sistem) uygulama verimi %100'e yakındır. Uygulama sisteminin seçimi, kullanım sınıfını ve ihtiyaç duyulan penetrasyon seviyesini dikkate alır.	Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis iyileştirmeleri için geçerlidir.
b.	Spesifik son kullanım için işleme kimyasallarının tüketiminin kontrolü ve optimizasyonu	İşleme kimyasallarının tüketiminin kontrolü ve optimizasyonu: a) ahşap/ahşap ürünlerin emprenye işleminden önce ve sonra tartılması veya b) Emprenye sırasında ve sonrasında koruyucu solüsyon miktarının belirlenmesi. İşleme kimyasallarının tüketimi, tedarikçilerin tavsiyelerine uygundur ve tutma gerekliliklerinin (ör. ürün kalite standartlarında belirlenen) aşılmasına yol açmaz.	Genel olarak uygulanabilir.
c.	Solvent kütle dengesi	2010/75/EU sayılı Direktif Ek VII'nin 7 (2) Bölümünde tanımlanan bir tesisin organik solvent girdi ve çıktılarının yılda en az bir kez derlenmesi.	Yalnızca solvent bazlı işleme kimyasalları veya kreozot kullanan tesisler için geçerlidir.
d.	İşlemden önce ahşap neminin ölçülmesi ve ayarlanması	Emprenye işlemini optimize etmek ve gerekli ürün kalitesini sağlamak için işlemden önce ahşabın nemi ölçülür (ör. elektrik direncini ölçerek veya tartarak) ve gerekirse ayarlanır (ör. ahşabın daha fazla kurutulmasıyla).	Yalnızca belirli bir nem içeriğine sahip ahşap gerektiğinde uygulanabilir.

18.2.4 İşleme kimyasallarının teslimi, depolanması ve taşınması

BAT 34. İşleme kimyasallarının teslimi, depolanması ve işlenmesinden kaynaklanan emisyonları azaltmak için BAT kapsamında aşağıda verilen (a) veya (b) tekniği ve (c) ila (f) tekniklerinin tümü kullanılacaktır.

Teknik		Tanım
a.	Geri havalandırma	Buhar dengeleme olarak da adlandırılır. Doldurma sırasında alıcı tanktan çıkan solvent veya kreozot buharları toplanır ve sıvının teslim edildiği tanka veya kamyona geri konulur.
b.	Çıkarılan havanın yakalanması	Doldurma sırasında alıcı tanktan çıkan solvent veya kreozot buharları toplanır ve örneğin bir aktif karbon filtresi veya bir termal oksidasyon ünitesi gibi bir işleme ünitesine yönlendirilir.
c.	Depolanan kimyasalların ısınmasından kaynaklanan buharlaşma kayıplarını azaltma teknikleri	Güneş ışığına maruz kalmanın yer üstü depolama tanklarında depolanan solventlerin ve kreozotun buharlaşmasına yol açabileceği durumlarda, depolanan solventlerin ve kreozotun ısınmasını azaltmak için tanklar bir çatı ile kapatılır veya açık renkli boya ile kaplanır.
d.	Teslimat bağlantılarının güvenliğini sağlama	Etrafı çevrili/kontrol altına alınan alan içinde bulunan depolama tanklarına dağıtım bağlantıları kullanılmadığında emniyete alınır ve kapatılır.
e.	Pompalama sırasında taşmaları önleme teknikleri	Bu, aşağıdakilerin sağlanmasını içerir: • pompalama işlemi denetlenir; • daha büyük miktarlar için, yığın depolama tanklarına akustik ve/veya optik yüksek seviye alarmları ve gerekirse kapatma sistemleri takılır.
f.	Kapalı saklama kapları	İşleme kimyasalları için kapalı saklama kaplarının kullanılması.

18.2.5 Ahşabın hazırlanması/ koşullandırılması

BAT 35. İşleme kimyasallarının tüketimini ve enerji tüketimini ve işleme kimyasallarının emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında aşağıda verilen tekniklerin bir kombinasyonunu kullanarak tankın ahşap yükünü optimize edilecek ve işleme kimyasallarının hapsolmasını önlenecektir.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a.	Paketlerdeki ahşabın ayırıcılarla ayrılması	İşleme kimyasallarının paket içinden akışını ve işlemden sonra tahliyeyi kolaylaştırmak için paketlere düzenli aralıklarla ayırıcılar yerleştirilmiştir.	Genel olarak uygulanabilir.
b.	Geleneksel yatay işlem tanklarında ahşap gruplarının eğimlendirilmesi	İşlem kimyasallarının akışını ve işlemden sonra boşaltmayı kolaylaştırmak için işlem tankında ahşap grupları eğimlidir.	Genel olarak uygulanabilir.
c.	Devirmeli basınçlı işlem tanklarının kullanımı	İşlemden sonra tüm işlem tankı eğimlidir, böylece fazla işlem kimyasalları kolayca boşalır ve tankın tabanından geri kazanılabilir.	Yalnızca yeni tesisler veya büyük tesis iyileştirmeleri için geçerlidir.
d.	Şekillendirilmiş ahşap parçaların optimize edilmiş konumlandırılması	Şekillendirilmiş ahşap parçalar, işleme kimyasallarının hapsolmasını önleyecek şekilde konumlandırılır.	Genel olarak uygulanabilir.
e.	Ahşap gruplarının sabitlenmesi	Ahşap grupları, grubun yapısını değiştirebilecek ve emprenye etkinliğini azaltabilecek ahşap parçaların hareketini sınırlamak için işlem tankın içine sabitlenir.	Genel olarak uygulanabilir.
f.	Ahşap yükünün maksimize edilmesi	İşlem tankının ahşap yükü, işlenecek ahşap ile işlem kimyasalları arasındaki en iyi oranı sağlamak için maksimize edilir.	Genel olarak uygulanabilir.

18.2.6 Koruyucu uygulama süreci

BAT 36. Basınçsız proseslerden arıtım kimyasallarının kazara sızmasını ve emisyonlarını önlemek için BAT kapsamında aşağıda verilen tekniklerden biri kullanılacaktır.

Teknik	
a.	Otomatik kaçak tespit cihazlarına sahip çift cidarlı işlem tankları
b.	Yeterince büyük ve ahşap koruyuculu- dirençli muhafaza, çamurluk ve otomatik kaçak tespit cihazı olan tek cidarlı işlem tankları

BAT 37. Su bazlı işleme kimyasalları kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerinin korunmasından kaynaklanan aerosol emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında püskürtme işlemleri muhafaza altına alınacak, fazla püskürtülenler toplanacak ve ahşap koruma solüsyonunun hazırlanmasında yeniden kullanılacaktır.

BAT 38. Basınç proseslerinden (otoklavlar-basınçlı kaplar) kaynaklanan işlem kimyasallarının emisyonlarını önlemek veya azaltmak için BAT kapsamında aşağıda verilen tüm teknikleri kullanılacaktır.

Teknik		Tanım
a.	İşlem tankı kapısı kilitli ve mühürlü olmadığı sürece çalışmayı önlemek için proses kontrolleri	İşlem tankı yüklendikten sonra ve işlem gerçekleşmeden önce işlem tankı kapısı kilitlenir ve mühürlenir. Kapı kilitli ve mühürlü olmadığı sürece işlem tankının çalışmasını engelleyen proses kontrolleri mevcuttur.
b.	Basınçlı ve/veya koruyucu solüsyonla doluyken işlem tankının açılmasını önlemek için proses kontrolleri	Proses kontrolleri, basıncı ve işlem tankında sıvı olup olmadığını gösterir. Proses kontrolleri işlem tankı hala basınçlı ve/veya doluyken açılmasını önler.
c.	İşlem tankı kapısı mandallı kilit	Acil bir durumda (ör. kapı fitilinin kırılması) işlem tankının kapısının açılması gerektiğinde, işlem tankının kapısı sıvıların dışarı çıkmasını önlemek için bir mandallı kilit ile teçhiz edilmiştir. Mandallı kilit, sıvıları tutarken basıncı serbest bırakmak için kapının kısmen açılmasına izin verir.
d.	Emniyet tahliye vanalarının kullanımı ve bakımı	İşlem tankları, tankları aşırı basınçtan korumak için emniyet tahliye vanaları ile teçhiz edilmiştir. Valflerin tahliyesi, yeterli kapasiteye sahip bir tanka yönlendirilir. Emniyet tahliye vanaları düzenli olarak (örneğin her 6 ayda bir) korozyon, kirlenme veya yanlış montaj belirtileri açısından incelenir ve gerektiğinde temizlenir ve/veya onarılır.
e.	Vakum pompası egzozundan havaya emisyonların kontrolü	Basınçlı işlem tanklarından (yani vakum pompası çıkışı) çıkan hava arıtılır (ör. bir buhar-sıvı ayırıcıda).
f.	İşlem tankı açılırken havaya emisyonların azaltılması	Basınçsızlaştırma süresi ile işlem tankının açılması arasında damlama ve yoğuşma için yeterli zaman bırakılır.
g.	İşlem görmüş ahşabın yüzeyinden fazla işlem kimyasallarını uzaklaştırmak için son bir vakum uygulaması	Damlamayı önlemek için, işlem görmüş ahşabın yüzeyinden fazla işlem kimyasallarını uzaklaştırmak için işlem tankı açılmadan önce son bir vakum uygulanır. İşlem görmüş ahşabın yüzeyinden fazla işlem kimyasallarının uzaklaştırılması uygun bir başlangıç vakumu (ör. 50 mbar'dan daha az) uygulanarak sağlanıyorsa, son bir vakum uygulaması gerekli olmayabilir.

BAT 39. Basınç proseslerinde (otoklavlar) enerji tüketimini azaltmak için BAT kapsamında değişken pompa kontrolü kullanılacaktır.

Tanım

Gerekli çalışma basıncına ulaşıldıktan sonra arıtma sistemi, gücü ve enerji tüketimi azaltılmış bir pompaya geçer.

Uygulanabilirlik

Salınımlı basınç proseslerinde uygulanabilirlik sınırlı olabilir.

18.2.7 İşlem sonrası koşullandırma ve ara depolama

BAT 40. Taze işlenmiş ahşabın ara depolanmasından kaynaklanan toprak veya yeraltı suyunun kirlenmesini önlemek veya azaltmak için BAT kapsamında işlemden sonra yeterli damlama süresine izin verilecek ve işlenmiş ahşap yalnızca kuru kabul edildikten sonra kapalı/setle çevrelenmiş alandan çıkarılacaktır.

Tanım

Fazla işleme kimyasallarının işlem kabına geri damlamasını sağlamak için işlenmiş ahşap/ahşap grupları, işlemden sonra ve başka bir yere transfer edilmeden önce kontrol altına alınmış/etrafı çevrili alanda (ör. işlem tankının üzerinde veya bir damlama pedi üzerinde) yeterli bir süre tutulur. Daha sonra, işlem sonrası kurutma alanından ayrılmadan önce, işlenmiş ahşap/ahşap grupları örneğin mekanik araçlarla kaldırılır ve en az 5 dakika süreyle askıya alınır. İşlem solüsyonu damlamıyorsa, ahşap kuru kabul edilir.

18.2.8 Atık yönetimi

BAT 41. Bertaraf edilmek üzere gönderilen atıkların, özellikle tehlikeli atıkların miktarını azaltmak için BAT kapsamında aşağıda verilen (a) ve (b) teknikleri ve (c) ve (d) tekniklerinden biri veya her ikisi birden kullanılacaktır.

Teknik		Tanım
a.	İşlemden önce kalıntıların çıkarılması	İşlemden önce ahşap/ahşap ürünlerin yüzeyindeki kalıntılar (ör. bıçkı tozu, talaş) temizlenir.
b.	Balmumu ve yağların geri kazanımı ve yeniden kullanımı	Emprenye için mumlar veya yağlar kullanıldığında, emprenye işleminden elde edilen fazla mumlar veya yağlar geri kazanılır ve yeniden kullanılır.
c.	İşlem kimyasallarının toplu teslimatı	Ambalaj miktarını azaltmak için işlem kimyasallarının tanklarda teslimi.
d.	Yeniden kullanılabilir konteynırların kullanımı	İşleme kimyasalları için kullanılan yeniden kullanılabilir konteynırlar (ör. ara yığın konteynerleri), yeniden kullanım için tedarikçiye iade edilir.

BAT 42. Atık yönetimiyle ilgili çevresel riski azaltmak için BAT kapsamında atıklar uygun konteynırlarda veya sızdırmaz yüzeylerde depolanacak ve tehlikeli atıklar belirlenmiş, hava koşullarına karşı korumalı ve çevrelenmiş/setlerle çevrili bir alanda ayrı olarak tutulacaktır.

18.2.9 İzleme

18.2.9.1 Suya emisyonlar

BAT 43. BAT kapsamında atık sudaki ve potansiyel olarak kontamine olmuş yüzey akış suyundaki kirleticiler, EN standartlarına uygun olarak her parti boşaltmadan önce izlenecektir. EN standartları mevcut değilse, BAT kapsamında eşdeğer bilimsel kalitede verilerin sağlanmasını sağlayan ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartları kullanılacaktır.

Madde/Parametre	Standart(lar)
Biyositler (1)	Biyosidal ürünlerin bileşimine bağlı olarak EN standartları mevcut olabilir.
Cu (2)	Çeşitli EN standartları mevcuttur (ör. EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586)
Solventler (3)	Bazı solventler için mevcut EN standartları (ör. EN ISO 15680)
PAH'lar (4)	EN ISO 17993
Benzo[*a*]piren (4)	EN ISO 17993
HOI	EN ISO 9377-2
(1) Proseste kullanılan biyosidal ürünlerin bileşimine bağlı olarak belirli maddeler izlenir. (2) İzleme, yalnızca işlemde bakır bileşikleri kullanılıyorsa geçerlidir. (3) İzleme yalnızca solvent bazlı işleme kimyasalları kullanan tesisler için geçerlidir. Proseste kullanılan solventlere bağlı olarak belirli maddeler izlenir. (4) İzleme yalnızca kreozot işlemi kullanan tesisler için geçerlidir.	

18.2.9.2 Yeraltı suyu kalitesi

BAT 44. BAT kapsamında yeraltı sularındaki kirleticiler en az 6 ayda bir sıklıkta ve EN standartlarına uygun olarak izlenecektir. EN standartları mevcut değilse, BAT kapsamında eşdeğer bilimsel kalitede verilerin sağlanmasını sağlayan ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartları kullanılacaktır.

İzleme sıklığı, bir risk değerlendirmesine dayalı olarak veya kirletici seviyelerinin yeterince kararlı olduğu kanıtlanırsa (ör. 4 yıllık bir süreden sonra) her 2 yılda bire düşürülebilir.

Madde/Parametre (1)	Standart(lar)
Biyositler (2)	Biyosidal ürünlerin bileşimine bağlı olarak EN standartları mevcut olabilir.
As	Çeşitli EN standartları mevcuttur (ör. EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586)
Cu	
Cr	
Solventler (3)	Bazı solventler için mevcut EN standartları (ör. EN ISO 15680)
PAH'lar	EN ISO 17993
Benzo[*a*]piren	EN ISO 17993
HOI	EN ISO 9377-2
(1) İlgili madde proseste kullanılmıyorsa ve yeraltı suyunun bu madde ile kontamine olmadığı kanıtlanırsa izleme geçerli olmayabilir. (2) Proseste kullanılan veya daha önce kullanılmış olan biyosidal ürünlerin bileşimine bağlı olarak belirli maddeler izlenir. (3) İzleme yalnızca solvent bazlı işleme kimyasalları kullanan tesisler için geçerlidir. Proseste kullanılan solventlere bağlı olarak belirli maddeler izlenir.	

18.2.9.3 Atık gazlardaki emisyonlar

BAT 45. BAT kapsamında atık gazlardaki emisyonları yılda en az bir kez sıklıkta ve EN standartlarına uygun olarak izlenecektir. EN standartları mevcut değilse, BAT kapsamında eşdeğer bilimsel kalitede verilerin sağlanmasını sağlayan ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartları kullanılacaktır.

Parametre	İşlem	Standart(lar)	TVOC (1)
İle İlişkili İzleme	Kreozot ve solvent bazlı işlem kimyasalları kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunması	EN 12619	BAT 49, BAT 51
PAH'lar (1)(2)	Kreozot kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunması	EN standardı bulunmuyor	BAT 51
NO_X (3)	Kreozot ve solvent bazlı işlem kimyasalları kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunması	EN 14792	BAT 52
CO (3)		EN 15058	

(1) Mümkün olduğu ölçüde, ölçümler normal çalışma koşulları altında beklenen en yüksek emisyon durumunda gerçekleştirilir.
(2) Buna şunlar dahildir: asenaften, asenaftilen, antrasen, benzo(a)antrasen, benzo(a)piren, benzo(b)floranten, benzo(g,h,i)perilen, benzo(k)floranten, krisen, dibenzo(a,h)) antrasen, floranten, floren, indeno(1,2,3-cd)piren, naftalin, fenantren ve piren.
(3) İzleme, yalnızca çıkış gazlarının ısıl işleminden kaynaklanan emisyonlar için geçerlidir.

18.2.10 Toprak ve yeraltı sularına emisyonlar

BAT 46. Toprak ve yeraltı sularına emisyonları önlemek veya azaltmak için BAT kapsamında aşağıda verilen tüm teknikleri kullanılacaktır.

Teknik		Tanım
a.	Tesis ve ekipmanların muhafazası veya setle çevrilmesi	Tesisin işlem kimyasallarının depolandığı veya işlendiği bölümleri, yani işlem kimyasalları depolama alanı, işlem, işlem sonrası koşullandırma ve ara depolama alanları (işlem tankı, çalışma tankı, boşaltma/çıkarma tesisleri, damlama/kurutma alanı, soğutma bölgesi), işlem kimyasalları için borular ve kanallar ve kreozot (yeniden) koşullandırma tesisleri çevrelenir veya setle çevrilir. Muhafazalar ve setler geçirimsiz yüzeylere sahiptir, işlem kimyasallarına dirençlidir ve tesiste/ekipmanda işlenen veya depolanan hacimleri yakalamak ve tutmak için yeterli kapasiteye sahiptir. Damlama tepsileri (işlem kimyasallarına dayanıklı malzemeden yapılmış), kritik ekipman veya işlemlerden (ör. valfler, depolama tanklarının giriş/çıkışları, işleme tankları, çalışma tankları, boşaltma/çıkarma bölgeleri, yeni işlenmiş ahşabın taşınması, soğutma/kurutma bölgesi) işleme kimyasallarının damlamalarının ve dökülmelerinin toplanması ve geri kazanılmasına yönelik lokal muhafazalar olarak kullanılabilir. Muhafazalar/setler ve damlama tepsilerindeki sıvılar, işlem kimyasallarının işleme kimyasalları sisteminde yeniden kullanımları için geri kazanılması için toplanır. Toplama sisteminde oluşan çamur tehlikeli atık olarak bertaraf edilmektedir.
b.	Geçirimsiz zeminler	Kapalı veya setli olmayan ve işlem kimyasallarının damlamalarının, dökülmelerinin, kazara salınmalarının veya sızıntılarının meydana gelebileceği alanların zeminleri, ilgili maddeler için geçirimsizdir (ör. İşlem için kullanılan ahşap koruyucuya yönelik BRP yetkilendirmesinde gerekli olması durumunda, işlenmiş ahşabın geçirimsiz zeminlerde depolanması gibi). Zeminlerdeki sıvılar, işlem kimyasallarının işlem kimyasalları sisteminde yeniden kullanımları için geri kazanılması için toplanır. Toplama sisteminde oluşan çamur tehlikeli atık olarak bertaraf edilmektedir.
c.	'Kritik' olarak tanımlanan ekipman için uyarı sistemleri	'Kritik' ekipman (bk. BAT 30), arızaları göstermek için uyarı sistemleri ile donatılmıştır.
d.	Zararlı/tehlikeli maddeler ve kayıt tutma için yer altı depolama ve kanal sistemindeki sızıntıların önlenmesi ve tespiti	Yeraltı bileşenlerinin kullanımı en aza indirilmiştir. Zararlı/tehlikeli maddelerin depolanması için yer altı bileşenleri kullanıldığında, ikincil muhafaza (ör. çift cidarlı muhafaza) kullanılır. Yeraltı bileşenleri kaçak tespit cihazları ile donatılmıştır. Potansiyel sızıntıları tespit etmek için yeraltı depolama ve kanal sistemi risk bazlı ve düzenli olarak izlenir ve gerektiğinde sızıntı yapan ekipmanlar tamir edilir. Toprak ve/veya yeraltı suyu kirliliğine neden olabilecek olayların kaydı tutulur.
e.	Tesis ve ekipmanın düzenli olarak denetlenmesi ve bakımı	Tesis ve ekipman, düzgün çalışmalarını sağlamak için düzenli olarak denetlenir ve bakımı yapılır. Buna özellikle valflerin, pompaların, boruların, tankların, basınçlı tankların, damlama tepsilerinin ve muhafazaların/setlerin bütünlüğünün ve/veya sızdırmazlık durumunun ve uyarı sistemlerinin düzgün çalışıp çalışmadığının kontrolü dahildir.
f.	Çapraz kontaminasyonu önleme teknikleri	Çapraz kontaminasyon (yani genellikle işlem kimyasallarıyla temas etmeyen tesis alanlarının kontaminasyonu) aşağıdakiler gibi uygun teknikler kullanılarak önlenir: • damlama tepsilerinin, forkliftlerin damlama tepsilerinin potansiyel olarak kontamine olmuş yüzeyleriyle temas etmeyecek şekilde tasarlanması • yükleme ekipmanının (işlem görmüş ahşabı işlem tankından çıkarmak için kullanılan) işlem kimyasallarının yayılmasını önleyecek şekilde tasarlanması • işlenmiş ahşabı taşımak için bir vinç sisteminin kullanılması • potansiyel olarak kontamine alanlar için özel taşıma araçlarının kullanılması • potansiyel olarak kontamine olmuş alanlara kısıtlı erişim • kum yürüyüş yollarının kullanılması

18.2.11 Su ve atık suya emisyonların yönetimi

BAT 47. Suya emisyonları önlemek veya bunun mümkün olmadığı durumlarda su tüketimini azaltmak için BAT kapsamında aşağıda verilen tüm teknikler kullanılacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a.	Yağmur ve yüzey akış suyunun kirlenmesini önleme teknikleri	Yağmur ve yüzey akış suyu, işlem kimyasallarının depolandığı veya işlendiği alanlardan, taze işlenmiş ahşabın depolandığı alanlardan ve kirli sudan ayrı tutulur. Bu, en azından aşağıdaki teknikler kullanılarak elde edilir: - tesisin çevresinde drenaj kanalları ve/veya bir dış bordür seti - işlem kimyasallarının depolandığı veya işlendiği alanların çatı oluklarıyla kaplanması (yani işlem kimyasallarının depolama alanı; işlem, işlem sonrası koşulllandırma ve ara depolama alanları; işlem kimyasalları için borular ve kanallar; kreozot (yeniden) koşullandırma tesisleri); - İşlem için kullanılan ahşap koruyucu için BPR yetkilendirmesinde gerekli olması durumunda, işlenmiş ahşabın depolanması için hava koşullarına karşı koruma (ör. çatı kaplama, brandalar).	Mevcut tesisler için, drenaj kanallarının ve bir dış bordür setinin uygulanabilirliği, tesis alanının büyüklüğü ile sınırlandırılabilir.
b.	Potansiyel olarak kontamine olmuş yüzey akış suyunun toplanması	İşlem kimyasalları ile potansiyel olarak kontamine olmuş alanlardan yüzeysel akış suyu ayrı olarak toplanır. Toplanan atık su ancak uygun önlemler alındıktan sonra tahliye edilir (ör. izleme (bk. BAT 43), işlem (bk. BAT 47 (e)), kullanım (bk. BAT 47 (c)).	Genel olarak uygulanabilir.
c.	Potansiyel olarak kontamine olmuş yüzey akış suyunun kullanımı	Toplandıktan sonra potansiyel olarak kontamine olmuş yüzey akış suyu, su bazlı ahşap koruyucu solüsyonların hazırlanması için kullanılır.	Sadece su bazlı işlem kimyasalları kullanan tesisler için geçerlidir. Uygulanabilirlik, kullanım amacına yönelik kalite gereklilikleri ile sınırlandırılabilir.
d.	Temizleme suyunun yeniden kullanımı	Ekipman ve konteynırları yıkamak için kullanılan su geri kazanılır ve su bazlı ahşap koruyucu solüsyonların hazırlanmasında yeniden kullanılır.	Sadece su bazlı işlem kimyasalları kullanan tesisler için geçerlidir.
e.	Atık suyun işlenmesi	Toplanan yüzeysel akış suyunda ve/veya temizleme suyunda kontaminasyon tespit edildiğinde veya beklendiğinde ve suyun kullanımının mümkün olmadığı durumlarda, atık su uygun bir atık su arıtma tesisinde (saha içinde veya dışında) arıtılır.	Genel olarak uygulanabilir.
f.	Tehlikeli atık olarak imha	Toplanan yüzey akış suyunda ve/veya temizleme suyunda kontanimasyon tespit edildiğinde veya beklendiğinde ve suyun arıtılmasının veya kullanılmasının mümkün olmadığı durumlarda, toplanan yüzey akış suyu ve/veya temizleme suyu tehlikeli atık olarak bertaraf edilir.	Genel olarak uygulanabilir.

BAT 48. Kreozot kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerinin korunmasından kaynaklanan suya emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında işlem tankının basıncının düşürülmesi ve vakum işlemi ile kreozot (yeniden) koşullandırmadan kaynaklanan kondensatlar toplanacak ve bunlar yerinde aktif karbon veya kum filtresi kullanarak arıtılacak veya tehlikeli atık olarak bertaraf edilecektir.

Tanım

Yoğuşma hacimleri toplanır, çökelmesine izin verilir ve bir aktif karbon veya kum filtresinde işlenir. Arıtılan su ya yeniden kullanılır (kapalı devre) ya da genel kanalizasyon sistemine tahliye edilir. Alternatif olarak, toplanan kondensatlar tehlikeli atık olarak bertaraf edilebilir.

18.2.12 Havaya emisyonlar

BAT 49. Ahşap veya solvent bazlı işlem kimyasalları kullanılan ahşap ürünlerinin korunmasından havaya VOC emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında emisyon yayan ekipman veya prosesleri muhafaza altına alınacak; çıkış gazlar çıkarılacak ve bunlar bir arıtma sistemine gönderilecektir (bk. BAT 51'deki teknikler).

BAT 50. Organik bileşiklerin emisyonlarını ve kreozot kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerinin korunmasından havaya çıkan kokuyu azaltmak için BAT kapsamında düşük uçuculukta emprenye yağları kullanılacaktır (yani B Derecesi yerine C Derecesi kreozot).

Uygulanabilirlik

C sınıfı kreozot, soğuk iklim koşullarında geçerli olmayabilir.

BAT 51. Kreozot kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerinin korunmasından kaynaklanan havaya organik bileşik emisyonlarını azaltmak için BAT kapsamında emisyon yayan ekipman veya prosesleri muhafaza altına alınacak (ör. depolama ve emprenye tankları, basınçsızlaştırma, kreozot yenileme), çıkış gazları çıkarılacak ve aşağıda verilen işlem tekniklerinden biri veya bu tekniklerin bir kombinasyonu kullanılacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a.	Termal oksidasyon	Bk. BAT 15 (i). Egzoz ısısı, ısı eşanjörleri vasıtasıyla geri kazanılabilir.	Genel olarak uygulanabilir.
b.	Çıkış gazlarının bir yakma tesisine gönderilmesi	Çıkış gazlarının bir kısmı veya tamamı, buhar ve/veya elektrik üretimi için kullanılan bir yakma tesisine (CHP (kombine ısı ve güç) tesisleri dahil) yakma havası ve ek yakıt olarak gönderilir.	IED Madde 59(5)'te atıfta bulunulan maddeleri içeren çıkış gazları için geçerli değildir. Uygulanabilirlik, güvenlik hususları nedeniyle kısıtlanabilir.
c.	Aktif karbon kullanarak adsorpsiyon	Organik bileşikler aktif karbon yüzeyinde adsorbe edilir. Adsorbe edilen bileşikler daha sonra yeniden kullanım veya imha için örneğin buharla (genellikle sahada) desorbe edilebilir ve adsorban yeniden kullanılır.	Genel olarak uygulanabilir.
d.	Uygun bir sıvı kullanarak absorpsiyon	Absorpsiyon yoluyla çıkış gazlarından kirleticileri, özellikle çözünür bileşikleri uzaklaştırmak için uygun bir sıvının kullanılması.	Genel olarak uygulanabilir.
e.	Yoğunlaşma	Buharların sıvılaşması için sıcaklığı çiğlenme noktalarının altına düşürerek organik bileşikleri uzaklaştırmak için bir teknik. Gereken çalışma sıcaklığı aralığına bağlı olarak, örneğin soğutma suyu, soğutulmuş su (sıcaklık tipik olarak yaklaşık 5 °C), amonyak veya propan gibi farklı soğutucu akışkanlar kullanılır. Yoğuşma, başka bir azaltma tekniği ile birlikte kullanılır.	Düşük VOC içeriği nedeniyle geri kazanım için enerji talebinin aşırı olduğu durumlarda uygulanabilirlik kısıtlanabilir.

Tablo 18.36: Kreozot ve/veya solvent bazlı işlem kimyasalları kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin korunmasından kaynaklanan atık gazlardaki TVOC ve PAH emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyeleri (BAT-AEL'ler)

Parametre	Birim	İşlem	BAT-AEL (Örnekleme dönemi boyunca ortalama)
TVOC	mg C/Nm^3	Kreozot ve solvent bazlı işlem	< 4–20
PAH'lar	mg/Nm^3	Kreozot işlemi	< 1 ([1])
([1]) BAT-AEL, aşağıdaki PAH bileşiklerinin toplamını ifade eder: asenaften, asenaftilen, antrasen, benzo(a)antrasen, benzo(a)piren, benzo(b)floranten, benzo(g,h,i)perilen , benzo(k)floranten, krisen, dibenzo(a,h)antrasen, floranten, floren, indeno(1,2,3-cd)piren, naftalin, fenantren ve piren.			

İlgili izleme BAT 45'te verilmektedir.

BAT 52. Çıkış gazlarındaki NO_X emisyonlarını azaltmak ve kreozot ve/veya solvent bazlı işlem kimyasalları kullanılarak ahşap ve ahşap ürünlerin muhafazasında çıkış gazların ısıl işleminden kaynaklanan CO emisyonlarını sınırlandırmak için BAT kapsamında (a) tekniği veya aşağıda verilen her iki teknik birden kullanılacaktır.

	Teknik	Tanım	Uygulanabilirlik
a.	Isıl işlem koşullarının optimizasyonu (tasarım ve işletme)	BAT 17(a)'ya bakınız.	Mevcut tesisler için tasarım uygulanabilirliği kısıtlanabilir.
b.	Düşük NO_X brülörlerinin kullanımı	Bk. BAT 17(b).	Uygulanabilirlik, tasarım ve/veya işletme kısıtlamaları nedeniyle mevcut tesislerle kısıtlanabilir.

Tablo 18.37: Çıkış gazlarındaki NO_X emisyonları için BAT ile ilişkili emisyon seviyesi (BAT-AEL) ve kreozot ve/veya kullanarak ahşap ve ahşap ürünlerin muhafazasında çıkış gazların ısıl işleminden havaya çıkan çıkış gazlarındaki CO emisyonları için gösterge emisyon seviyesi solvent bazlı işleme kimyasalları

Parametre	Birim	BAT-AEL ([1]) (Örnekleme dönemi boyunca ortalama)	Gösterge emisyon seviyesi ([1]) (Numune alma periyodu boyunca ortalama)
NO_X	mg/Nm^3	20–130	Gösterge seviyesi yok
CO		BAT-AEL yok	20–150
([1]) Çıkış gazlarının bir yakma tesisine gönderildiği durumlarda BAT-AEL ve gösterge düzeyi geçerli değildir.			

İlgili izleme BAT 45'te verilmektedir.

18.2.13 Gürültü

BAT 53. Gürültü emisyonlarını önlemek veya bunun mümkün olmadığı durumlarda azaltmak için BAT kapsamında aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılacaktır.

Teknik	
Hammaddelerin depolanması ve taşınması	
a.	Gürültü duvarlarının montajı ve binaların gürültü emici etkisinin kullanılması/optimizasyonu
b.	Gürültülü işlemlerin mahfazası veya kısmen mahfazası
c.	Düşük gürültülü araçların/taşıma sistemlerinin kullanımı
d.	Gürültü yönetimi önlemleri (ör. ekipmanın iyileştirilmiş denetimi ve bakımı, kapı ve pencerelerin kapatılması)
Fırın kurutma	
e.	Fanlar için gürültü azaltma önlemleri

Uygulanabilirlik

Uygulanabilirlik, hassas alıcılarda bir gürültü rahatsızlığının beklendiği ve/veya kanıtlandığı durumlarla sınırlıdır.

19 SOLVENTLER KULLANARAK YÜZEY İŞLEMELERİ VE AHŞAP VE AHŞAP ÜRÜNLERİNİN KİMYASALLARLA KORUNMASI İÇİN GELİŞMEKTE OLAN TEKNİKLER

2010/75/EU sayılı Direktifin 3(14). Maddesi, 'gelişmekte olan tekniği', 'bir endüstriyel faaliyet için ticari olarak geliştirildiğinde mevcut en iyi tekniklerden daha yüksek bir çevre genel koruma seviyesi veya en azından aynısını ve ve daha yüksek maliyet tasarrufu sağlayabilecek yeni bir teknik' olarak tanımlar. Bu bölüm, yakın gelecekte ortaya çıkabilecek ve organik solventler kullanılarak yapılan yüzey işleme sektörü ile ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunması sektörü için geçerli olabilecek teknikleri içermektedir.

19.1 Sargı teli imalatı

19.1.1 Su bazlı emaye kaplamalar

Tanım

Birkaç yıl önce akrilik emayelerle testler yapıldı. Akrilik emayeler, gerekli Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) standardını ve müşterinin ihtiyaç duyduğu elektrik ve mekanik performans için artan gereklilikleri karşılamadı. Yüzey performansını korumak için az miktarda solvent (%15'e kadar alkol ve aminolar) gereklidir.

Elde edilen çevresel faydalar

Solvent emisyonlarında önemli bir azalma.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Su bazlı sistemlerin kullanılması, daha uzun ve daha sıcak bir kurutma bölgesi sağlamak için daha yüksek enerji tüketimi gerektirir. Ayrıca tesisler paslanmaz çelik borularla donatılmalıdır. Yüksek maliyetler ve teknolojik yönler nedeniyle, bu alternatifin uygun olduğu henüz kanıtlanmamıştır.

Çapraz medya etkileri

Suya emisyonlar ve kurutma nedeniyle ihtiyaç duyulan enerji girdisinde büyük bir artış ve yakıcıdan enerji geri kazanımı artık mümkün değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Şu anda geçerli değil.

Ekonomi

Düşük maliyet avantajı. Tüm boruların paslanmaz çelik malzeme ile değiştirilmesi gerektiğinden, yenileme pahalı bir işlemdir. Ayrıca, kurutma bölgesi değiştirilmelidir (daha uzun/daha sıcak).

Referans literatür

[28, EWWG 2004] [78, TWG 2005]

19.1.2 UV ile kürlenen emaye kaplamalar

Tanım

UV ile kürlenen emaye kaplamalar, geleneksel solvent bazlı emaye kaplamalara olası bir alternatif olabilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Kaplama sisteminden solvent emisyonları sıfıra düşürülür.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Mevcut malzemeler gerekli özellikleri karşılamayacaktır. Doğru kalınlığa ulaşılırsa büyük sorunlar beklenir ve kabarcık oluşumu kötü bir elektriksel performansa neden olur. UV ile kürlenen emayelerin hoş olmayan bir kokusu vardır ve çalışanların bunlara alerjisi olabilir. Ayrıca kullanılan akrilatlar gerekli sıcaklık dayanımını sağlayamamaktadır.

Performans eksikliği, yüksek maliyetler ve teknolojik ve güvenlik yönlerinden dolayı bu alternatifin uygun olduğu henüz kanıtlanmamıştır.

Çapraz medya etkileri

Kurutma için UV lambalarına ihtiyaç vardır. Yüksek enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yöntem/süreç pratikte henüz kullanılmamıştır. Gelişmeler devam etmektedir.

Ekonomi

Düşük maliyet avantajı. Değiştirme pahalı bir işlemdir. Yüksek malzeme maliyetleri de beklenmektedir.

Referans literatür

[4, Almanya 2002] [28, EWWG 2004] [78, TWG 2005] [EWWG/ORGALIM yorum #46 [212, TWG 2018]]

19.1.3 Sıcak eriyik emaye kaplamalar

Tanım

Bakır iletkene ısıyla sertleşen bir malzeme uygulanır. Bu ikame 100 °C'ye kadar termoplastiktir ve ardından reçine yaklaşık 80 °C'de sıvı olarak tutulur ve kalıplarla bakır iletken üzerine uygulanabilir.

Özellikle > 0,355 mm tel çapları ile testler yapılmıştır ancak tüm teller modern tel işlemenin yapışma ve esneklik, ısı şoku, kesilme, termal direnç, aşınmaya karşı direnç ve yalıtım filmin merkezleme ile ilgili tipik ve artan taleplerini karşılayamaz. Yaklaşık %100 katı madde içeriği ve buna bağlı olarak daha az sayıda yalıtım tabakası nedeniyle film kalınlıklarının küçük toleranslarını hassas bir şekilde gerçekleştirmek mümkün değildir. Daha az katman ve kötü merkezlilik, yalıtım filminin dielektrik dayanımının kötüleşmesine neden olur.

Elde edilen çevresel faydalar

Bu neredeyse solventsiz bir süreç olduğundan, solvent emisyonlarında önemli bir azalma elde edilebilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Sıcak eriyiklerin uygulanması, reçine sirkülasyon pompalarında yaklaşık 80 °C ila 100 °C'lik sıcaklıklar gerektirir, bu da işçiler için çalışma alanında bazı sorunlara yol açabilir.

Solvent olmaması nedeniyle fırından enerji geri kazanımı mümkün değildir.

Çapraz medya etkileri

Sıcak eriyikler, emayeleme işlemi sırasında oksidasyon ve çatlama yoluyla baca kokusuna neden olan az miktarda alkollü madde içerir. Kürleme için yüksek bir elektrik enerjisi girdisi gereklidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Mevcut ürünlerin tamamı sıcak eriyik kullanılarak üretilemez. Mevcut yalıtım sistemlerinin doğrudan (1:1) değiştirilmesi için bir çözüm yoktur. Testler, 1990'ların ortalarından beri başarıyla gerçekleştirilmiştir. Erimiş polimerin viskozitesi nedeniyle tel kırılacağından, bu teknik 0,15 mm'nin altındaki tel boyutları (çaplar) için geçerli değildir. Performans eksikliği, yüksek maliyetler ve teknolojik ve güvenlik yönlerinden dolayı bu alternatifin uygun olduğu henüz kanıtlanmamıştır.

Ekonomi

Düşük maliyet avantajı. Makine mevcut olandan tamamen değiştirilmelidir. Yeni yalıtım malzemeleri geliştirilmeli, sargı teli üreticisi tarafından test edilmeli ve müşteriler tarafından onaylanmalıdır.

Referans literatür

[28, EWWG 2004] [38, TWG 2004] [78, TWG 2005]

19.1.4 İnce tellerin vakslanması

Tanım

İnce teller (0.01-0.1 mm) üzerinde vaksın son kurutulmasından kaynaklanan solvent emisyonlarını azaltan teknikler düşünülmektedir.

Elde edilen çevresel faydalar

VOC tüketimi ve emisyonların azaltılması.

Referans literatür

[38, TWG 2004]

19.2 Araçların kaplanması (binek otomobiller ve hafif kamyonetler)

[5, DFIU ve diğ. 2002] [38, TWG 2004]

19.2.1 Su bazlı veya ultra yüksek katı maddeli bir ve iki bileşenli vernik

Tanım

Gelecekte geliştirilmiş suyla seyreltilebilen bir ve iki bileşenli vernik sistemleri ve 'ultra yüksek katı maddeli' iki bileşenli vernik sistemleri (ağırlıkça %90'a kadar katı içeriği olan) şeklinde yeni ürünler beklenmektedir. Suda çözünür vernik test edilmiş ancak performans gerekliliklerini karşılamamıştır. Şu anda solvent bazlı yüksek katı madde içerikli 2K vernik malzemelerinin ortalama katı içeriği %55-65 aralığındadır (bk. Madde 2.2.3.3 ve Tablo 2.5).

Elde edilen çevresel faydalar

Su bazlı boyaların ana avantajı, VOC emisyonlarının azaltılmasıdır.

Çapraz medya etkileri

Su bazlı kaplamalarda kurutma için enerji talebinin daha yüksek olması beklenebilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Su bazlı vernik, kötü görünümleri ve kaliteleri nedeniyle şu anda binek otomobillerin kaplanması için kullanılmamaktadır (bk. Madde 2.2.3.3).

Uygulama için itici güç

Çıkış gazı işleme ihtiyaçlarında olası azalma.

Örnek tesisler

Bk. Madde 2.2.3.3.

Referans literatür

[265, TWG 2019]

19.2.2 Toz boyadaki gelişmeler

Tanım

Son kat kaplamanın toz ile yapılması daha büyük ölçekte uygulanması gelecekte beklenebilir. Boya üreticilerinin açıklamalarına göre, toz bazlı çeşitli pigmentli son kat kaplama sistemleri halihazırda mevcuttur; ancak bunlar henüz seri uygulamada değil. Sektöre göre bunun nedeni, geri dönüşümü imkansız kılan renk karışımındaki zorluktur. Toz boya, otomotiv endüstrisinde denenmiş ancak başarılı olamamıştır. Mevcut toz kaplamalar, çoğu Avrupalı üreticinin dayanıklılık ve fiziksel ve kimyasal direnç gereksinimlerini karşılamamaktadır.

Çapraz medya etkileri

Toz boyalarla ilgili bazı sağlık ve güvenlik hususları.

Ekonomi

Toz boya sistemlerinin fiyatı, geleneksel kaplama sistemlerinden daha yüksektir [183, ACEA 2017].

Örnek tesisler

Bugüne kadar ilgili tüm projeler başarısız olmuştur [ACEA yorum 575, [212, TWG 2018]]. Teknik, PSA tesisi Mulhouse'da uygulanmıştır [183, ACEA 763 2017] ancak toz boyaların kullanımı durdurulmuştur [265, TWG 2019] .

Referans literatür

[78, TWG 2005] [110, Eurocar 2005] [212, TWG 2018] [265, TWG 2019]

19.2.3 Önceden kaplanmış malzemelerin artan kullanımı

Tanım

Daha ileri bir gelişme, tamamen bitmiş bobin kaplama parçalarının artan bir payı olabilir, böylece belirli boyama işlemleri artık otomobil üreticisi tarafından gerçekleştirilmeyecektir (bk. Madde 6).

Elde edilen çevresel faydalar

Önceden kaplanmış malzemeler, alt grupların (ör. kapılar) biçimlendirilmesinden (şekillendirilmesinden) ve tamamlanmasından önce kaplandığından, uygulama ve ekstraksiyon teknikleri, kaplama sonrası boyamaya göre kaplanan m^2 başına daha düşük bir VOC emisyonu sağlar.

Çapraz medya etkileri

VOC emisyonları (azaltılmasına rağmen) kalır ancak önceden kaplanmış malzemelerin üretimine aktarılır.

19.2.4 Poliüretan (PU) boya sistemleri

Tanım

Poliüretan bazlı boya sistemleri 100 °C'nin altındaki sıcaklıklarda yakılabilir. Bu, tek bir boyama işleminde hem metal gövdelerin hem de plastik montajlı parçaların lak ile bitirilmesini sağlar. "Hat içi lakla bitirme", metal gövde ile renkli plastik parçalar arasındaki renk ayarı sorununu çözecektir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Astardan son kat boyamaya kadar ses emilimi ve gövde altı korumasına kadar, boya yapısının tüm katmanları için çok çeşitli PU bazlı boya sistemleri mevcuttur. Düşük yanma sıcaklıkları, çok çeşitli plastiklerin kullanımına izin verir.

19.2.5 Püskürtme yapılmayan boya uygulamaları

[[212, TWG 2018]]'de ACEA yorum #481

Tanım

Hava olmadan hassas damlacık boyutları üreten ve aşırı püskürtme oluşmasını önleyen yeni boya atomizasyon tekniği. Robot güdümlü, yüksek hassasiyetli bir ölçüm cihazı, boyamadan önce her arabanın tavanı ile yan duvar çerçevesi arasındaki lazerle lehimlenmiş ek yerini ölçer. Daha sonra özel bir aplikatör, siyah boyayı tek tek şeritler halinde milimetrik hassasiyetle doğrudan gövdeye uygular. Aplikatör, renkli şeritleri keskin kenarlı ve boya sisi olmadan yerleştirir.

Elde edilen çevresel faydalar

Aşırı püskürtmenin ortadan kaldırılması. Bu teknoloji, bir gövdenin belirli yüzeylerinin farklı bir renge - tek ve aynı boyama işleminde - boyanmasını mümkün kılar.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Aşırı püskürtme içermeyen boyama için artık zaman ve malzeme yoğun maskeleme gerekli değildir.

Ekonomi
Zaman tasarrufu ve maliyet azaltma.

Örnek tesisler
Şu anda Ingolstadt'taki bir Audi pilot fabrikasında araba tavanları siyah kontrastla test edilmektedir.

Referans literatür
[212, TWG 2018] [217, AUDI 2018]

19.2.6 İçten dışa kürleme
[[212, TWG 2018]]'de ACEA yorum #481

Tanım
Ön camın açıklığından sıcak hava girişi, böylece araç gövde panellerini içten dışa doğru ısıtır. Bu, boya katmanları alttan ısıtıldığı için gözenek riskini azaltır. Boya yüzeyindeki film ancak kalan nem ve solvent tamamen buharlaştıktan sonra oluşur.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Böylece araç gövdesi içindeki sıcaklık farkları %50 ve ısıtma süreleri %30 azaltılabilir.

Örnek tesisler
Mlada Boleslav'daki (Çek Cumhuriyeti) Skoda fabrikası.

Referans literatür
[212, TWG 2018] [218, Durr 2018]

19.3 Gemi ve yatların kaplanması

19.3.1 Biyosit bazlı çürüme önleyici boyaların değiştirilmesi (ikame)

Aşağıdaki alt bölümlerde sunulan ve biyosit bazlı çürüme önleyici kaplamaların kullanımına alternatif olan teknikler, tesisin (tersane) değil, temel olarak geminin çevresel performansıyla ilgilidir.

19.3.1.1 Doğal biyositli boyalar

Tanım

Doğal biyositler, örneğin bazı mercan türleri tarafından çürümeye karşı bir koruma olarak üretilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu çürümeye karşı boya sistemi ağır metaller veya biyositler içermez.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Bu maddeler, bakır bileşikleri veya TBT gibi inorganik malzemelerle karşılaştırıldığında daha iyi bir biyolojik bozunma derecesi nedeniyle daha düşük bir kalıcılık gösterir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Doğal biyosit içeren boyalar halen test edilmektedir.

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002].

19.3.1.2 Çürümeyi azaltmak için özel yüzey özelliklerine sahip kaplamalar

Tanım

Çürümeyi azaltmak için mikro pürüzlülük gibi özel bir yüzey yapısına sahip kaplamalar kullanılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu çürümeye karşı boya sistemi ağır metaller veya biyositler içermez.

Çevresel performans ve operasyonel veriler
Çevreye duyarlı zehirli boyaların test edilmesine yönelik bir pilot proje, bir çevre düzenleyicisi, bir çevre STK'sı ve kaplama üreticileri tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma sırasında, bu tür kaplama, tüm biyosit içermeyen malzemeler arasında en iyi performansı göstermiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar
Tüm gemiler için geçerlidir.

Ekonomi
Maliyetlerin diğer kalay ve bakır içermeyen çürümeye karşı boyalarla karşılaştırılabilir olduğu iddia edilmektedir.

Referans literatür
[5, DFIU ve diğ. 2002] [33, Watermann ve diğ. 2003] [78, TWG 2005]

19.3.2 Lazerle endüksiyonla ısıtma ile gemi gövdesinden kaplamanın çıkarılması

Tanım

Bu, çelik yüzeylerdeki boya ve kaplamaların lazerle endüksiyon ısıtma yöntemiyle çıkarılması için bilinen bir yöntemdir. Lazerle kontrollü endüksiyonlu ısıtma, çelik yüzeyi ısıtmak için kullanılır, böylece kaplama ayrılır ve kolayca çıkarılabilir. Bu teknoloji özellikle kalın boya ve kaplamalarda etkilidir. Ayrıca bk. Madde 4.4.3.4.

Elde edilen çevresel faydalar

Kalın, zorlu kaplamalarda hızlı çıkarma oranı, enerji tüketiminde azalma ve daha az emisyon ve gürültü.

Örnek tesisler

Teknoloji, örneğin köprülerde, açık deniz tesislerinde, çelik konstrüksiyonlarda, depolama tanklarında, borularda ve deniz gemilerinde kullanılır.

Referans literatür

[154, İskandinav Bakanlar Konseyi 2016]

19.4 Bobin kaplama endüstrileri

19.4.1 UV/EB radyasyonla kürleme prosesleri

Tanım

Bobin kaplama uygulamaları için ticari bir uygulama bilinmemektedir. Bobin kaplama için kızılötesi ışınımla kürleme hakkında ayrıca Madde 6.4.4.3'e bakınız.

Radyasyonla kürleme işlemlerinin genel bir açıklaması için bk. Madde 17.8.5. UV ile kürleme ve EB ile kürleme hakkında ayrıntılı bilgi Madde 17.8.5.4 ve 17.8.5.5'te bulunabilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Azaltılmış solvent emisyonları.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

UV ve/veya EB radyasyonla kürleme, yeni hatlar için önemli bir teknoloji haline gelebilir, ancak bunun mevcut bir hatta retrofit olarak geleneksel solvent bazlı bir kaplamanın yerini nasıl alabileceğini görmek zordur. Mevcut gelişme durumunda, ışınımla kürleme, tüm bobin kaplama ürünleri yelpazesinin özelliklerini karşılayamaz. Geliştirme ürünleri ile küçük ölçekli denemeler devam etmektedir. Radyasyonla kürlenen kaplamalar yapmak isteyen hatlara UV lambaları veya EB ünitelerinin kurulması gerekecektir. Bu faktörler, şu anda bobin kaplama tesisleri için UV ve/veya EB radyasyonuyla kürlenen kaplamalara geçişin mümkün olmadığı anlamına gelmektedir.

Referans literatür

[22, ECCA 2004] [38, TWG 2004],

19.5 Ahşap yüzeylerin kaplanması

19.5.1 Toz boya

Tanım

Şu anda, ahşap işleme endüstrisi için toz boya uygulamalarına yönelik araştırmalar, daha uygun eritme ve kürleme işlemlerine sahip yeni nesil toz boya malzemelerinin geliştirilmesi ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. UV radyasyonu ile çapraz bağlanan toz boya sistemleri, gelişimlerinin henüz erken bir aşamasındadır, ancak UV ile kürlenen tozlar, örneğin MDF ve düz ahşap paneller için üretimde halihazırda kullanılmaktadır. Şu anda, iletken olmayan ahşap ve ahşap malzemeler üzerine toz boyaların elektrostatik destekli uygulaması geliştirilme aşamasındadır.

Elde edilen çevresel faydalar

Bu kapsamda yeni üretilmiş ıslak lak filmi ile elektrik yüklerinin topraklanması incelenmiştir. Bu boyama prensibi mobilya cephelerinde kullanılmış ve aşağıdaki sonuçları vermiştir:

- Düşük basınçlı prosedüre (HVLP) kıyasla, elektrostatik yüksek devirli atomizasyon, uygulama verimliliğini yaklaşık %35 ve buna bağlı olarak malzeme verimliliğini yaklaşık %30 artırır.
- Atık (boya) oluşumunu yaklaşık %80 oranında azaltır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Şimdiye kadar elektrostatik destekli boyama işlemleri, ahşap işlemede yalnızca nadir münferit durumlarda uygulanabilmektedir. Bu nedenle, daha fazla araştırma gereklidir.

Referans literatür

[5, DFIU ve diğ. 2002]

19.5.2 Peroksit ve IR ağartma

Tanım

Peroksit uygulamasını ve kızılötesi radyasyonu birleştiren yeni bir ağartma yöntemi geliştirilmiştir. Daha fazla bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

https://www.mdpi.com/2073-4360/11/5/776.

19.5.3 Çıkış gazlarının termal olmayan plazma işlemi

Tanım

Çıkış gazında, çıkış gazı 20-30 kV alternatif akımlı iki elektrottan geçirilerek düşük sıcaklıklarda (30-120 ºC) bir plazma oluşturulur. Plazmada VOC buharları oksijenle çok hızlı reaksiyona girerek CO_2 ve su buharı oluşturur.

Bir plazmada, gaz akışının molekülleri kısmen iyonize durumdadır. Bu durum normalde, örneğin yıldırımın neden olduğu aşırı yüksek sıcaklıklarla elde edilir. Ancak, yeterli enerji eklenirse ortam sıcaklıklarında da oluşturulabilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Çıkış gazı ısıtılmadan %97-99,9 verimlilik elde edilir. Bu tekniğin tesisi, termal oksidasyona kıyasla çok kompakttır ve aynı zamanda çok daha az enerji tüketir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Farklı düzenler mevcuttur. Bazen elektrotlar arasındaki boşluk, elektrik alanını yükseltmek için küçük cam toplarla doldurulur.

Çapraz medya etkileri

Arıtılan her 1000 m^3 çıkış gazı için 0,5-3,0 kWh elektrik enerjisi tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, koku emisyonlarını azaltmak ve bazen VOC içeren çıkış gazlarını arıtmak için ticari olarak yalnızca birkaç yıldır uygulanmaktadır. Şu anda teknik, ahşabın kurutulmasından kaynaklanan VOC emisyonlarını arıtmak için uygulanan bir demonstrasyon projesinde pilot olarak kullanılmaktadır.

Teorik olarak, çıkış gazındaki VOC konsantrasyonları ile ilgili uygulamalarda herhangi bir kısıtlama yoktur; ancak, şu anda düşük konsantrasyonları tedavi etmek için uygulanmaktadır. Ayrıca, küçük veya büyük akışlar işlenebilir.

Ekonomi

Maliyetle ilgili henüz veri bulunmamaktadır. Bununla birlikte, bu tekniğin termal oksidasyon veya adsorpsiyondan daha ucuz olması beklenmektedir.

Referans literatür

[27, VITO 2003] [38, TWG 2004]

19.6 Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunması

19.6.1 Kimyasal ahşap modifikasyonu (CWM)

Tanım

Kimyasal ahşap modifikasyonu, tanıtılan bir molekül ile ahşap polisakkaritleri arasında bir reaksiyonu indükleyen ve ahşabın tüm bir bölümünde kalıcı bir değişiklik yaratan, biyosit ve solvent içermeyen bir işlemdir [238, WPA 2009].

Teknik tanım

Kimyasal ahşap modifikasyonu, kimyasal reaktiflerle reaksiyona girerek hücre duvarının kimyasal bileşimini değiştirir. Bunlar ahşaba - genellikle sulu formda (saf formda, suda çözülmüş veya organik solventler içinde çözülmüş) - basınçlı emprenye ile verilir. Kimyasal reaksiyon, sıcaklığın arttırılmasıyla (140 °C'ye kadar) tetiklenir. Fazla emprenye maddesinin (vakum) uzaklaştırılmasından sonra kereste, teslimat veya servis nem içeriğine kadar kurutulur. Kimyasal ahşap modifikasyonu her zaman kapalı tesislerde gerçekleştirilir [230, VDI 2014] [[212, TWG 2018] 'de DE yorum #391].

Ticari ölçekte kullanılan kimyasal ahşap modifikasyon işlemleri arasında asetilasyon, furfurilasyon ve polimerizasyon yer alır [230, VDI 2014].

Asetilasyon

Asetilasyon işlemi, ahşaptaki fonksiyonel gruplarla reaksiyona girmek için bir reaktif olarak asetik asit anhidrit kullanır. Modifikasyon işlemi sırasında, işlenen ve yeniden kullanılan bir yan ürün olarak asetik asit üretilir. Asetillenmiş ahşap artık reaktif konsantrasyonları içerebilir. Sonraki işlemlerde iş sağlığı ve güvenliği düzenlemeleri dikkate alınmalıdır [230, VDI 2014].

Asetilasyon işlemi için, işlem sırasında yüksek sıcaklıklarda ahşabın tahrip olmasına yol açabilen hidroklorik asit oluşumuna neden olan asetil klorür de kullanılabilir. Hidroklorik asitle karşılaştırıldığında, asetik asit daha az yıkıcıdır ancak işlenmiş ahşaptan çıkarılması zordur, bu da nihai ürünün kullanım süresi boyunca VOC emisyonlarına ve kokuya neden olur. Ek olarak, tesis/ekipman özellikleri için asetik anhidrit prosesi için kimyasalların yüksek aşındırıcılığının dikkate alınması gerekir [[212, TWG 2018]'de DE yorum #392].

Furfurilasyon

Furfurilasyon işlemi, reaktif olarak furfuril alkol kullanması dışında asetilasyon işlemine benzer [230, VDI 2014].

Elde edilen çevresel faydalar

Ahşap koruyucular için taşıyıcı sıvı olarak biyosit (kreozot dahil) veya solventlerin kullanılmaması.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Emprenye ve reaksiyon tankları açılırken, işlenmiş ahşabın kurutma fırınlarına transferi sırasında ve kurutma sırasında koku verici emisyonları içeren emisyonlar üretilebilir [230, VDI 2014].

Alınan bir yorum, bir çıkış gazı işleme sisteminin kullanılmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir ancak daha fazla bilgi verilmemiştir [[212, TWG 2018]'de DE yorum #395].

Çapraz medya etkileri

Alınan bir yorum, enerji tüketiminin daha yüksek olabileceğinin altını çizmektedir ancak daha fazla bilgi verilmemiştir [[212, TWG 2018]'de DE yorum #393 ve IT yorum #79].

Kullanılan kimyasallar tehlikeli özelliklere sahip olabilir. Asetik anhidritin (CAS numarası 108-24-7) CLP Tüzüğüne göre solunum yolu tahrişine neden olduğundan şüphelenilmektedir. Furfuril alkol (CAS numarası 98-00-0), REACH kapsamında Topluluk Haddeleme Eylem Planına (CoRAP, 2018 verileri[51]) dahil edilmiştir ve ayrıca CLP Tüzüğüne göre kansere neden olduğundan şüphelenilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yeni tesisler veya mevcut tesislerin büyük ölçüde iyileştirilmesi için geçerlidir. Uygulanabilirlik, ürün kalite gereklilikleri veya spesifikasyonları nedeniyle kısıtlanabilir.

Referans literatür

[230, VDI 2014] [238, WPA 2009] [[212, TWG 2018]'de DE yorum #393]

19.6.2 Termal ahşap modifikasyonu (TWM)

Tanım

Termal ahşap modifikasyonu, performansını artırmak için ahşabın polisakkaritlerinde (ör. nişasta ve selüloz) kalıcı bir değişikliğe neden olan, biyosit ve solvent içermeyen bir işlemdir. Ahşap, yüzeyde kömürleşme olmadan istenen performans özelliklerini elde etmek için oksijenin kısıtlandığı veya ortadan kaldırıldığı bir ortamda 160°C'yi aşan bir sıcaklığa ısıtılır [238, WPA 2009].

Teknik tanım

Termal ahşap modifikasyonu, hücre duvarı malzemesinin bileşiminin ve fiziksel özelliklerinin 160 ºC'den yüksek sıcaklıklara ve düşük oksijen mevcudiyeti koşullarına maruz bırakılarak değiştirildiği bir işlemdir. Ahşap, ahşabın enine kesitinden asgari bazı ahşap özelliklerinin kalıcı olarak etkileneceği şekilde değiştirilir [246, CEN 2007].

Termal ahşap modifikasyonu tipik olarak, ahşabın temel özelliklerinde kalıcı bir değişikliğin sonucu olarak azaltılmış oksijen mevcudiyeti altında 160 °C ila 250 °C sıcaklıklara maruz bırakılmasıyla sağlanır. Tipik başlangıç malzemeleri, kurutulmuş tomruk ve yumuşak ağaç veya sert ağaçtan kesilmiş kerestedir. Ahşap modifikasyonu kapalı tesislerde yapılmaktadır. Esas itibarıyla benzer etkiler üreten, ancak oksijen indirgemesinin gerçekleştirilme şekli ve işlem sırasındaki sıcaklık, nem ve basınç koşullarında farklılık gösteren birkaç işlem varyantı vardır [230, VDI 2014]. Uygulanan koşullara göre işlem yöntemleri farklılık göstermektedir. En yaygın uygulama, normal basınçta su buharı ve ahşap gazlarından oluşan bir atmosferde termal modifikasyondur. Ancak, aşağıdakiler gibi farklı işlem koşulları da uygulanır:
yüksek basınçta su buharı ve odun gazları atmosferinde;

- normal basınçta odun gazı atmosferinde;
- vakum altında odun gazlarından oluşan bir atmosferde;
- yüksek sıcaklıkta kürleme aşamasına ek bir adım olarak (aşağıdaki hidrotermal ahşap modifikasyonuna bakınız);
- odun gazları ve nitrojen atmosferinde;
- sıcak yağ banyosunda [249, IHD 2018].

İki örnek süreç aşağıda açıklanmıştır:

[51] Bk. https://echa.europa.eu /

Basınçlı emprenye teknolojisine dayalı ısıl işlem
Bu işlem, hiçbir kimyasal veya soy gaz gerektirmez. Bu nedenle, tamamen solvent içermeyen bir işlemdir. Bu işlem tüm ahşap türlerine (kuru veya yaş) uygulanabilir ve özellikle Avrupa ahşabı için uygundur. Isıl işlem görmüş ahşap, hem dış mekan (zemin teması için değil) hem de iç mekan uygulamaları için kullanılabilir [148, COM 2009].

İşlem, ahşabın bir otoklavda 140-210 °C sıcaklıkta ve 14-20 bar basınçta buharla işlenmesinden oluşur. İşlem, ahşabın hücre yapısını değiştirerek su emme kapasitesini azaltır. Ek olarak, boyut stabilitesi iyileştirilir ve ahşap daha dayanıklı hale gelir. Ahşap enine kesiti boyunca korunurken, emprenye durumunda bu sadece küçük boyuttaki ahşap için gerçekleştirilebilir [148, COM 2009].

Hidrotermal ahşap modifikasyonu
Süreç beş adımdan oluşur:

- Ön kurutma aşaması.
- Hidro-termoliz aşaması. Ahşap sulu bir ortamda 150-180 °C'ye kadar ısıtılır. Selüloz bozulmadan kalır ve bu nedenle ahşap iyi mekanik özelliklerini korur.
- Kurutma aşaması. Ahşap, geleneksel bir endüstriyel odun fırınında kuru bir ortama getirilir.
- Kürleme aşaması. Ahşap kuru koşullarda 150-190 °C'ye kadar ısıtılır.
- Koşullandırma aşaması. Ahşabın nem içeriği, imalat için gerekli olan bir seviyeye yükseltilir [148, COM 2009].

Ayrıca, sıvı organik ısı transfer sıvılarının (ör. kolza tohumu yağı) termal modifikasyon prosesi için ısı girdisi sağlamak üzere kullanıldığı rapor edilmiştir [230, VDI 2014].

Elde edilen çevresel faydalar

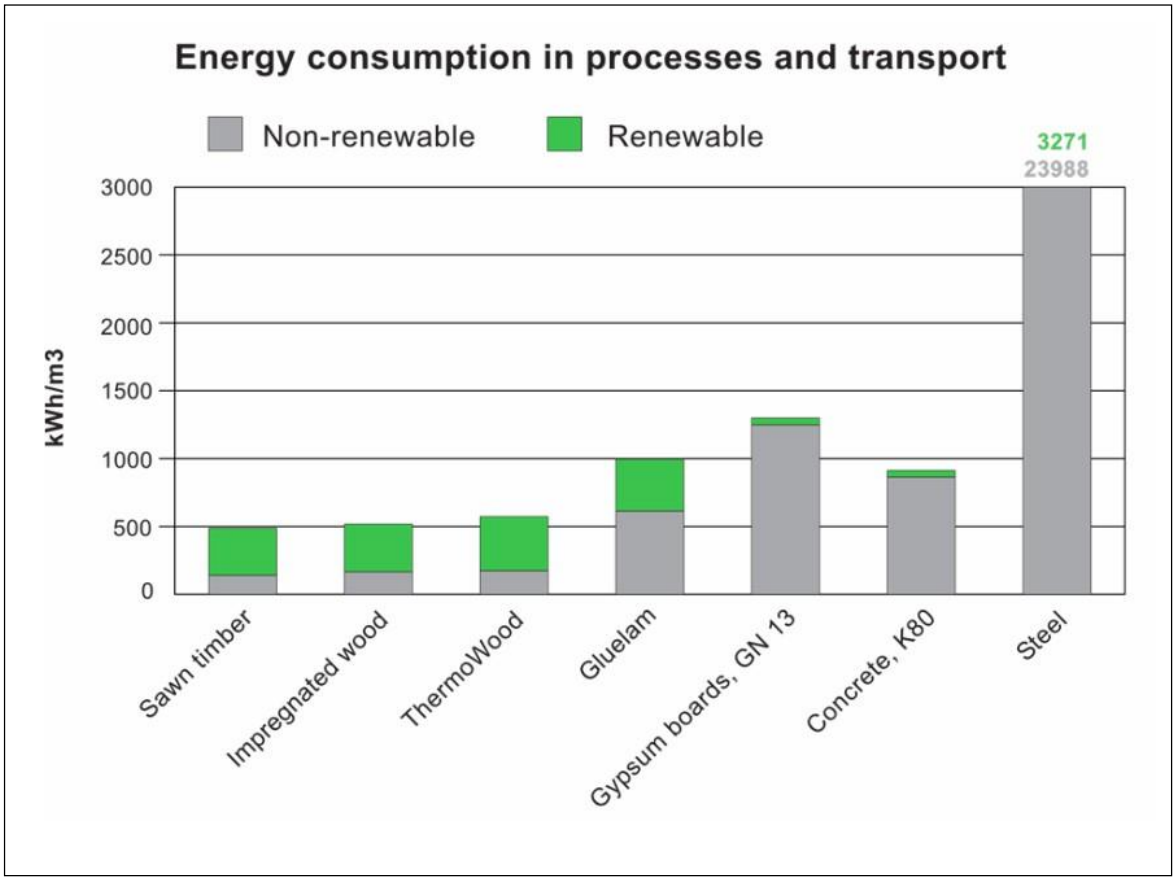
- İşleme kimyasallarının (biyositler (kreozot dahil), solventler) kullanılmaması
- İşleme kimyasallarının kullanımından kaynaklanan VOC emisyonunun olmaması

Çevresel performans ve operasyonel veriler

1 m^3 ahşabın termal modifikasyonu için ortalama elektrik ve termal enerji tüketimi 400 kWh ile 550 kWh arasında değişmektedir [230, VDI 2014].

Termal ahşap modifikasyonu, ahşabın kısmi pirolizi olarak görülebilir. Yüksek sıcaklıklara maruz kalma, bir kısmı kokulu olan uçucu organik bileşiklerin uzaklaştırılmasına neden olur ve esas olarak hemiselülozlar (odun şekeri), kısmen de selülozlar ve lignin olmak üzere ahşap bileşenlerin termal modifikasyonuna neden olur. Ortaya çıkan bozunma ürünleri ya ahşapta kalır ya da işlem sırasında veya sonrasında yayılır. Ağaç türüne, işleme ve işlem yoğunluğuna bağlı olarak, elde edilen kütle kaybı yaklaşık %3 ila %5'tir [230, VDI 2014].

Termal modifikasyon işlemi gaz ve aerosol emisyonları üretir. Bunlar özellikle terpenlerden, organik asitlerden (ör. asetik asit, formik asit) veya aldehitlerden (ör. furfural) oluşur. Emisyonların bileşimi, konsantrasyonu ve fiziksel durumu ağaç türleri, süreç ve işlem yoğunluğu tarafından yönetilir. Ayrıca, süreç yoğuşma üretir [230, VDI 2014].



Şekil 19.1: Emdirilmiş ahşap ve termal olarak değiştirilmiş ahşap için spesifik enerji tüketiminin karşılaştırılması

Çapraz medya etkileri

Havaya emisyonları ve enerji tüketimi. Enerji tüketimi, diğer işlemlere kıyasla daha yüksek sıcaklıklar ve daha uzun işlem süreleri nedeniyle artar [148, COM 2009].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yeni tesisler veya mevcut tesislerin büyük ölçüde iyileştirilmesi için geçerlidir. Uygulanabilirlik, ürün kalite gereklilikleri veya spesifikasyonları nedeniyle kısıtlanabilir.

Süreç halihazırda endüstriyel ölçekte kullanılmaktadır ancak ürün kalitesini iyileştirmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Görünüşe göre, bu işlemden kaynaklanan dayanıklılık ve koruma, doğru şekilde uygulandığı takdirde, kreozot emdirilmiş ahşabınkine benzer. Isıl işlem ürün kalitesini etkileyebilir. Bu, ahşabın elastikiyetini ve sağlamlığını ve sonuç olarak mekanik mukavemetini kaybetmesine neden olur. Ayrıca ahşap kararması meydana gelir. Bazı durumlarda, bundan dolayı şekil değişikliği olabilir. Son olarak, her ahşap için doğru sıcaklık eğrisinin seçimi beceri ve deneyim gerektirir [148, COM 2009]

Termal olarak değiştirilmiş ahşabın yük taşıma uygulamaları için kullanılmasına, yalnızca bu tür amaçlar için kullanılabilirliğinin uygun şekilde kanıtlanması durumunda izin verilir. Bunun nedenleri özellikle:

- işlenmemiş ahşaba kıyasla termal olarak değiştirilmiş ahşabın değişen kırılma davranışının yanı sıra genellikle azaltılmış mukavemeti ve dolayısıyla yük taşıma kapasitesi;
- hesaplamalar ve ölçümler için statik olarak güvenilir değerlerin olmaması;
- İmar kanununun gereklilikleri: termal olarak değiştirilmiş ahşap, düzenlemeye tabi inşaat ürünlerinden önemli ölçüde farklı olduğu için, düzenlemeye tabi inşaat ürünü olarak kabul edilmemelidir [249, IHD 2018].

Ekonomi

Isıl işlem tesislerinin yatırım maliyeti su bazlı sistemlerin yaklaşık iki katıdır. İşlem genellikle diğer koruma tekniklerinden daha pahalıdır; koruyucu maliyet yoktur ancak süreç iki ila beş kat daha uzun sürmektedir [148, COM 2009].

Isıl işlem ekipmanı için yatırım maliyetleri, 50 m^3 veya daha büyük parti boyutu için tipik olarak 500.000 Euro ile 1.000.000 Euro arasındadır ve işletme maliyetleri yaklaşık 50-100/m^3 Euro'dur [148, COM 2009].

Referans literatür

[148, COM 2009] [230, VDI 2014] [238, WPA 2009] [246, CEN 2007] [249, IHD 2018]

19.6.3 Süperkritik karbondioksit süreci

Tanım

Kritik üstü karbondioksit prosesi, kritik üstü CO_2'nin aktif maddeler için taşıyıcı olarak (sıvı organik solventler yerine) kullanıldığı bir basınçlı emdirme prosesidir.

Teknik tanım

Emprenye, eksipiyanların yüksek devridaimine sahip kapalı bir işleme tesisinde gerçekleşir. Ahşap, normal basınçlı işleme süreçlerinde kullanılanlara benzer bir işlem tankına yerleştirilir ve ahşap koruyucu (işlem kimyasalları) eklenir. Konteynırdaki basınç, karbondioksit ilavesiyle yavaş yavaş artırılır. Basınç 74 barı ve 31 °C'yi aştığında, karbondioksit kritik üstü duruma girer. Bu durumda CO_2 bir sıvı gibi davranır ve koruyucular için bir taşıyıcı görevi görür. Emprenye maddesini ahşaba taşır ve ahşabın tüm kesitini emprenye eder. Kısa bir süre sonra emprenye teknesindeki basınç, konteynırdan ve dolayısıyla ağaçtan karbondioksitin çıkarılmasıyla atmosferik basınca düşürülür. Koruyucular ahşabın içinde kalır. Karbon dioksit yeniden sirküle edilir [239, Superwood 2017].

Kullanılan koruyucu üç organik fungisitten oluşur: propikonazol, tebukonazol ve 3-iyodo-2-propinil bütil karbamat (IPBC) ve aktif maddeleri bağlayan ve ahşaba su itici etki sağlayan bir bağlayıcı madde [239, Superwood 2017].

Daha sonra, emprenye edilmiş ahşap, işlem öncesi ile aynı nem yüzdesine ve aynı mekanik özelliklere sahip olur. Ahşap teslim edilebilir ve kullanımdan önce ek sabitleme veya kurutma gerekmez. Bu işlemle üretilen ahşap, cephe kaplaması gibi yer üstü kullanımlarda niş ürünler için uygundur. Toprak veya su ile sürekli temas halinde kullanılmamalıdır ve gıda ile doğrudan temas halinde kullanılamaz [239, Superwood 2017].

Sıvılar gibi süperkritik CO_2 de yüksek yoğunluğa sahiptir ve biyositlerin çözünmesini sağlar. Bununla birlikte, süperkritik CO_2'nin yüzey gerilimi yoktur ve viskozitesi gazlarınkine daha yakındır. Sonuç olarak, süperkritik CO_2 ahşaba sıvı solventlerden daha kolay nüfuz ederek, sıvı solventler kullanılarak emprenye edilmesi zor olan ladin gibi refrakter ağaç türlerinin emprenye edilmesini sağlar. Süperkritik emprenye işlemini geleneksel sıvı emprenye tekniklerinden ayıran bir diğer özellik ise prosesin kuru emprenye işlemi olmasıdır. Bir gaz olan süperkritik CO_2 ahşabı ıslatmaz ve emprenye öncesinde, esnasında ve sonrasında ahşabın kurumasını sağlar. Ahşap, emprenye işleminden sonra kuru olduğu için, kimyasal alımının kalite kontrolü sadece ahşabın tartılmasıyla kontrol edilemez, bunun yerine kimyasal analiz ile gerçekleştirilmelidir. Süperkritik CO_2 polar olmayan bir solvent gibi davranır ve ahşabın bakır veya boron gibi metal iyonları ile emprenye edilmesine izin vermez. Bu nedenle, süperkritik ahşap emdirme için mevcut aktif maddelerin seçimi, süperkritik CO_2 içinde çözülebilen moleküller, tipik olarak organik moleküller ile sınırlıdır [240, Danimarka 2017].

Elde edilen çevresel faydalar

- Solvent veya ağır metal kullanılmaması.
- Atık su oluşmaması.
- İşleme sürecinden sonra ahşap kurur ve damlama olmaz (toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski azalır) [240, Danimarka 2017].

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Potansiyel çevresel faydaların kabul edilmesiyle Superwood (DK-2 fabrikası), 2002'de Avrupa Çevre Ödülü'ne layık görülmüştür [240, Danimarka 2017].

Çapraz medya etkileri

Süperkritik karbondioksit işlemi için uygulanan basınç seviyeleri, geleneksel basınçlı işlem süreçlerinden yaklaşık yedi kat daha yüksektir [240, Danimarka 2017].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Tesisin özel bir tasarımına ihtiyaç vardır [240, Danimarka 2017].

Yeni tesisler veya mevcut tesislerin büyük ölçüde iyileştirilmesi için geçerlidir.
Uygulanabilirlik, ürün kalite gereklilikleri veya spesifikasyonları nedeniyle kısıtlanabilir.

Uygulama için itici güç

Solvent kullanılmaz. Ağır metal kullanılmaz. Damlama/sabitleme alanı gerekmez [240, Danimarka 2017].

Örnek tesisler

[236, TWG 2017] 'de DK-2 fabrikası.

Referans literatür

[236, TWG 2017] [239, Superwood 2017] [240, Denmark 2017]

19.7 Çıkış gazı işleme

19.7.1 Elektrikle ısıtılan karbon adsorpsiyon tüpleri

Tanım

Karbon adsorpsiyon tüpleri, ayrı baskı/kaplama uygulama hatlarına monte edilebilir ve VOC'leri adsorbe etmek için kullanılabilir. VOC'ler daha sonra elektriksel olarak iletken karbon tüplerinden bir akım geçirilerek geri kazanılabilir.

Örnek tesisler

Birleşik Krallık'ta küçük ölçekli denemelerin başarılı olduğu gösterilmiştir.

Referans literatür

[38, TWG 2004]

19.8 Atık su işleme

19.8.1 SiO_2 parçacıkları ile ıslak ayırma püskürtme kabini

Tanım

Yüzeylere boya malzemelerinin püskürtüldüğü bir püskürtme kabinindeki aşırı püskürtme, bir su perdesi uygulanarak durdurulabilir. Su-boya karışımı, püskürtme kabininin altındaki bir rezervuarda tutulur ve işlenir. SiO_2 partikülleri su haznesine eklenir ve yüzeyde yüzerken boya partiküllerini adsorbe eder. SiO_2 partikülleri boyaya doyduğunda rezervuardan uzaklaştırılır ve yeni bir boya olarak geri kazanılır.

Elde edilen çevresel faydalar

VOC emisyonları azaltılır ve geri kazanılan boya ve SiO_2 parçacıkları yeni bir boyada tekrar kullanılabilir.

Çevresel performans ve operasyonel veriler

Süreç tamamen geliştirilmiştir ve ticarileştirmeye hazırdır. Ancak henüz büyük ölçekte mevcut değildir.

Çapraz medya etkileri

Genellikle yeniden kullanılabilen atık suyun ortaya çıkması.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Islak ayırma boya kabinleri, ahşap ve mobilya boyamada ve otomotiv endüstrisinde yaygın bir uygulamadır. Su ve solvent bazlı boyalara uygulanabilirler.

Teknik şu anda ticari düzeyde uygulanmamaktadır.

Ekonomi

Henüz bilinmemektedir.

Referans literatür

[27, VITO 2003]

20 SONUÇ TESPİTLERİ VE GELECEK ÇALIŞMALAR İÇİN TAVSİYELER

İnceleme sürecinin zamanlaması

Gözden geçirme sürecinin önemli kilometre taşları aşağıda Tablo 20.1'de özetlenmiştir.

Tablo 20.1: STS BREF inceleme sürecinin önemli kilometre taşları

Önemli kilometre taşı	Tarih
TWG'nin yeniden etkinleştirilmesi	10 Aralık 2014
İlk görüşler için çağrı	26 Haziran 2015
Başlangıç toplantısı	16 - 19 Kasım 2015
Anketin hazırlanması	Aralık 2015 - Temmuz 2016
Bilgi ve veri toplama	Temmuz - Ekim 2016
Revize edilmiş STS BREF'in 1. Taslağı	Ekim 2017
Taslak 1 için yorum döneminin sonu (2512 yorum alındı)	15 Aralık 2017
Son TWG toplantısı	10 - 14 Aralık 2018

BREF inceleme sürecinde Belçika, Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda ve Birleşik Krallık'ta toplam 13 fabrika ziyaret edildi.

Ayrıca bilgi alışverişini artırmak için üç etkinlik düzenlendi:

- anket şablonuna son şeklini vermek için Haziran 2016'da bir web semineri;
- Şubat 2017'de anketler aracılığıyla toplanan verilerle ilgili bir web semineri;
- son TWG toplantısından önce STS BREF incelemesinin veri durumuna ilişkin görüş alışverişi için Haziran 2018'de gayri resmi bir TWG toplantısı.

Bilgi kaynakları ve bilgi boşlukları

İnceleme süreci için ana bilgi kaynakları şunlardı:

- bilimsel ve teknik literatür;
- Organik solventler kullanarak yüzey işleme ve kimyasallarla ahşap ve ahşap ürünleri koruma tesislerinin operatörleri tarafından doldurulmuş 196 anket;
- TWG üyelerinden ek bilgiler;
- Revize edilmiş BREF'in 1. Taslağı hakkında 2 512 yorum;
- şantiye ziyaretlerinden toplanan bilgiler;
- çalıştayın ve yukarıda belirtilen web seminerlerinin sonuçları.

BATIS'te toplamda yaklaşık 400 belge yayınlanmıştır ve bunların çoğuna revize edilmiş STS BREF'te atıfta bulunulmuştur.

Bilgi alışverişi sırasında ulaşılan fikir birliği derecesi

Aralık 2018'deki son TWG toplantısında, BAT sonuçlarının çoğunda yüksek derecede fikir birliğine varıldı. Ancak, 2012/119/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararının 4.6.2.3.2. Bölümünde belirtilen koşulları karşılayan 17 farklı görüş ifade edilmiştir. Bunlar aşağıdaki Tablo 20.2'de özetlenmiştir.

Tablo 20.2: İfade edilen farklı görüşler

BAT sonucu /masa numarası	Farklı görüş	Görüşün kimin tarafından ifade edildiği	Önerilen alternatif seviye (varsa)
-	'Cr(VI)'nın (ön)işlem ve kaplama faaliyetlerinde kullanılması BAT değildir' ifadesini BAT kararlarında revize edilmiş D1 versiyonunun BAT 4'ünü eski durumuna getirin ve uygulanabilirliğini değiştirin.	EEB	Yok
BAT 11	Sürekli izlemenin bir çıkış gazı işleme sistemine bağlı bacalarla sınırlandırılması Dipnot (2) uygulamasının, 10 kg C/s'ye kadar TVOC yükü olan herhangi bir bacaya ve azaltılmamış bacalara genişletilmesi	ESVOC, ACEA, AFERA, CEFIC, ECCA, EWWG, FPE, INTERGRAF, MPE, ORGALIM, ASD, SK	Yok
	TVOC yükü < 10 kg C/s olan herhangi bir baca için izleme sıklığının 3 ayda bire çıkarılması Dipnot (2)'nin '2 yıllık bir süre boyunca 4 ton/yıl'dan az bir TVOC yükü durumunda veya 0,1 kg C/s'den az veya 0,3 kg C/s'den az azaltılmamış ve sabit bir TVOC yükü durumunda, gaz akışının herhangi bir CMR maddesi veya SVHC içermemesi koşuluyla izleme sıklığı yılda bire düşürülebilir.' olarak değiştirilmesi.	EEB	Yok
	Atık gazlardaki DMF emisyonları için izleme sıklığının ayda en az bir keze çıkarılması	EEB	Yok
BAT 17, Tablo 18.1	Çıkış gazlarının ısıl işleminden kaynaklanan çıkış gazlarındaki NO_X emisyonları için BAT-AEL aralığının üst sınırının düşürülmesi	DE	100 mg/Nm^3
BAT 18, Tablo 18.2	Islak yıkayıcı kullanan mevcut tesisler için toz emisyonları için BAT-AEL aralığının üst sınırının artırılması	ACEA	5 mg/Nm^3
BAT 19, Tablo 18.3	Gaz ve elektrik tüketimi için ayrı BAT-AEPL'lerin belirlenmesi.	INTERGRAF	Gaz tüketimi için: < 9 Wh/m^2 Elektrik tüketimi için: 4-8 Wh/m^2
BAT 21, Tablo 18.5	AKM için BAT-AEL aralığının üst ucunun düşürülmesi.	EEB	20 mg/l
BAT 21, Tablo 18.5 & 18.6	Doğrudan ve dolaylı boşaltmalar için, nikel için BAT-AEL aralığının üst ucunun düşürülmesi.	EEB	0.2 mg/l
BAT 24, Tablo 18.7	Mevcut tesisler için binek otomobillerin kaplanması için toplam VOC emisyonları için BAT-AEL aralığının üst sınırının artırılması.	UK, ACEA, SK	35 g/m^2
	Yeni tesisler için binek otomobillerin kaplanması için toplam VOC emisyonlarına yönelik BAT-AEL aralığının üst sınırının artırılması.	UK, ACEA	25 g/m^2
	Mevcut tesisler için araçların kaplanmasına yönelik toplam VOC emisyonları için BAT-AEL aralıklarının üst ucunun azaltılması.	EEB	Binek otomobiller: 20 gr/m^2
			Kamyonetler: 35 gr/m^2
			Kamyonlar (kamyon şasisi) ve kamyon kabinleri: 20 g/m^2

			Otobüsler: 100 gr/m^2
BAT 25, Tablo 18.12	Gemilerin ve yatların kaplanması için toplam VOC emisyonlarına yönelik BAT-AEL'in artırılması.	ORGALIM, PT	< 0,45 kg VOC/kg katı kütle girdisi
Tablo 18.14	Bobin kaplama için kaçak VOC emisyonları için BAT-AEL aralığının üst ucunu solvent girdisinin %8'ine çıkarılması.	ECCA	Solvent girdisinin %6,4
Tablo 18.15	Bobin kaplama için atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT-AEL aralığının üst sınırının yükseltilmesi.	ECCA	30 mg C/Nm^3
Tablo 18.19	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama için atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT-AEL aralığının üst ucunun artırılması.	EURATEX	25 mg C/Nm^3
Tablo 18.36	Kreozot ve solvent bazlı işlemden kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları için BAT-AEL aralığının değiştirilmesi.	EEB	< 1-4 mg C/Nm^3

Forumun istişaresi ve müteakip BAT Sonuçlarının resmi kabul prosedürü

Direktifin 13(3). Maddesi uyarınca Forum, 14 Ekim 2019 tarihli toplantısında ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunması da dahil olmak üzere organik solventler kullanılarak yüzey işleme için Mevcut En İyi Teknikler (BAT) referans belgesi taslağı hakkında görüş bildirmiştir.

1. Forum, Komisyon tarafından sunulan ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunması da dahil olmak üzere organik solventler kullanarak yüzey işleme için Mevcut En İyi Teknikler (BAT) referans belgesi taslağını memnuniyetle karşılamıştır.
2. Forum, 14 Ekim 2019 tarihli toplantısında yapılan tartışmaları kabul etmiş ve Ek A'da önerildiği gibi, ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunması da dahil olmak üzere organik solventler kullanılarak yüzey işleme için Mevcut En İyi Teknikler (BAT) referans belgesi taslağında yapılan değişikliklerin nihai belgeye dahil edilmesini onaylamıştır.
3. Forum, Ek B'deki yorumların, Forum'un belirli üyelerinin görüşlerini temsil ettiğini, ancak Forum içinde bu görüşlerin nihai belgeye dahil edilmesi konusunda fikir birliği bulunmadığını yeniden teyit etmiştir.

Daha sonra Komisyon, organik solventler (ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunması dahil) kullanan endüstriler için mevcut en iyi teknikleri (BAT) sonuçlarını belirleyen Taslak Komisyon Uygulama Kararını hazırlarken IED Madde 13 Forumunun görüşünü dikkate almıştır. IED Madde 75 Komitesi, 17 Nisan 2020 tarihine kadar süren yazılı bir prosedürle, bu taslak Komisyon Uygulama Kararı hakkında olumlu görüş bildirmiştir.

Ardından, organik solventler (ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunması dahil) kullanan endüstriler için mevcut en iyi teknikler (BAT) sonuçlarını belirleyen Komisyon Uygulama Kararı (AB) 22 Haziran 2020'de kabul edilmiş ve Avrupa Birliği Resmi Gazetesi'nde (OJ L 414, 9.12.2020, s.19) yayınlanmıştır.

Gelecekteki çalışmalar için öneriler

Bilgi alışverişi, STS BREF'in bir sonraki gözden geçirilmesinde ele alınması gereken bir dizi sorunu ortaya çıkarmıştır. Bir sonraki inceleme için öneriler aşağıdakileri içerir:

- Spesifik enerji tüketimi ile ilgili olarak:
  - kamyonetlerin, kamyonların, kamyon kabinlerinin ve otobüslerin kaplanması hakkında bilgi toplanması
  - üçüncü bir fırın kullanıldığında bobin kaplama hakkında bilgi toplanması
  - kurutmalı web ofset baskı hakkında bilgi toplanması

  - baskı sektörlerinin BAT-AEPL'si için kullanılan 'm^2 baskı alanı' birimini daha ayrıntılı olarak (kurutmalı web ofset baskı, fleksografi ve yayın dışı rotogravür, yayın rotogravür baskı) belirtilmesi.
- Spesifik su tüketimi ile ilgili olarak:
  - kamyonet, kamyon, kamyon kabini ve otobüslerin kaplanması hakkında bilgi toplanması
  - araçların kaplanması sektörü için 'm^2 kaplanan yüzey başına tüketilen m^3 su' biriminde bilgi toplanması
  - metal ambalaj sektörünün baskı ve kaplaması için gıda kutuları da dahil olmak üzere diğer kutuların kaplanması hakkında bilgi toplanması.
- Çıkış gazlarının ekstraksiyonu ve işlenmesi ile ilgili olarak:
  - STS faaliyetlerini kapsamanın veya çıkış gazlarını çıkarmanın ve işlemenin BAT olduğu koşullar hakkında bilgi toplanması
- Araçların kaplamasından kaynaklanan toplam VOC emisyonlarıyla ilgili olarak:
  - kamyon ve otobüslerin kaplanması hakkında bilgi toplanması
- Araçların kaplanmasından saha dışına gönderilen spesifik atık miktarı ile ilgili olarak:
  - atık miktar seviyelerinin, özellikle üretilen atıklar ve bertaraf için gönderilen atıklar açısından incelenmesi.
- Gemi ve yatların kaplanması ile ilgili olarak:
  - toplam VOC emisyonları hakkında bilgi toplanması
- Uçakların kaplanması ile ilgili olarak:
  - kaplamaların gerçek VOC içeriği hakkında bilgi toplanması
- Bobin kaplama ile ilgili olarak:
  - ürün tipinin (ör. kaplama kalınlığı) atık gazlardaki VOC emisyon seviyeleri üzerindeki etkisi hakkında bilgi toplanması.
- Yapışkan bantların imalatı ile ilgili olarak:
  - o birimdeki toplam VOC emisyonları için BAT-AEL'i ifade etmek amacıyla 'katı kütle girdisinin kg'ı başına' olarak ifade edilen toplam VOC emisyonları hakkında bilgi toplanması
  - geçici yüzey korumada kullanılan plastik filmlerin üretiminden kaynaklanan atık gazlardaki toplam VOC emisyonları ve VOC emisyonları hakkında bilgi toplanması
- Sargı teli imalatı ile ilgili olarak:
  - ortalama çapı 0,1 mm'den küçük olan sargı tellerinin kaplamasından kaynaklanan atık gazlardaki VOC emisyonları hakkında bilgi toplanması
- Kurutmalı web ofset baskı ile ilgili olarak:
  - 'susuz ofset' tekniğinin kullanımı hakkında bilgi toplanması
- Ahşap ve ahşap ürünlerin kimyasallarla korunması ile ilgili olarak:
  - ikame tekniklerinin (yani kimyasal ahşap modifikasyonu, termal ahşap modifikasyonu, süperkritik CO_2 işlemi) kullanımına ilişkin bilgi toplanması
  - atık gazlardaki TVOC emisyonları ve hem kreozot hem de solvent bazlı arıtmadan kaynaklanan atık gazların bileşimi hakkında bilgi toplanması

Gelecekteki Ar-Ge çalışmaları için önerilen konular

Komisyon, Araştırma ve Teknolojik Geliştirme programları aracılığıyla temiz teknolojiler, gelişmekte olan atık su arıtma ve geri dönüşüm teknolojileri ve yönetim stratejileri ile ilgili bir dizi proje başlatmakta ve desteklemektedir. Potansiyel olarak, bu projeler gelecekteki BREF incelemelerine faydalı bir katkı sağlayabilir. Bu nedenle okuyucular, bu belgenin kapsamıyla ilgili herhangi bir araştırma sonucunu Avrupa IPPC Bürosu'na bildirmeye davet edilir (ayrıca bu belgenin Önsözünün beşinci bölümüne bakınız).

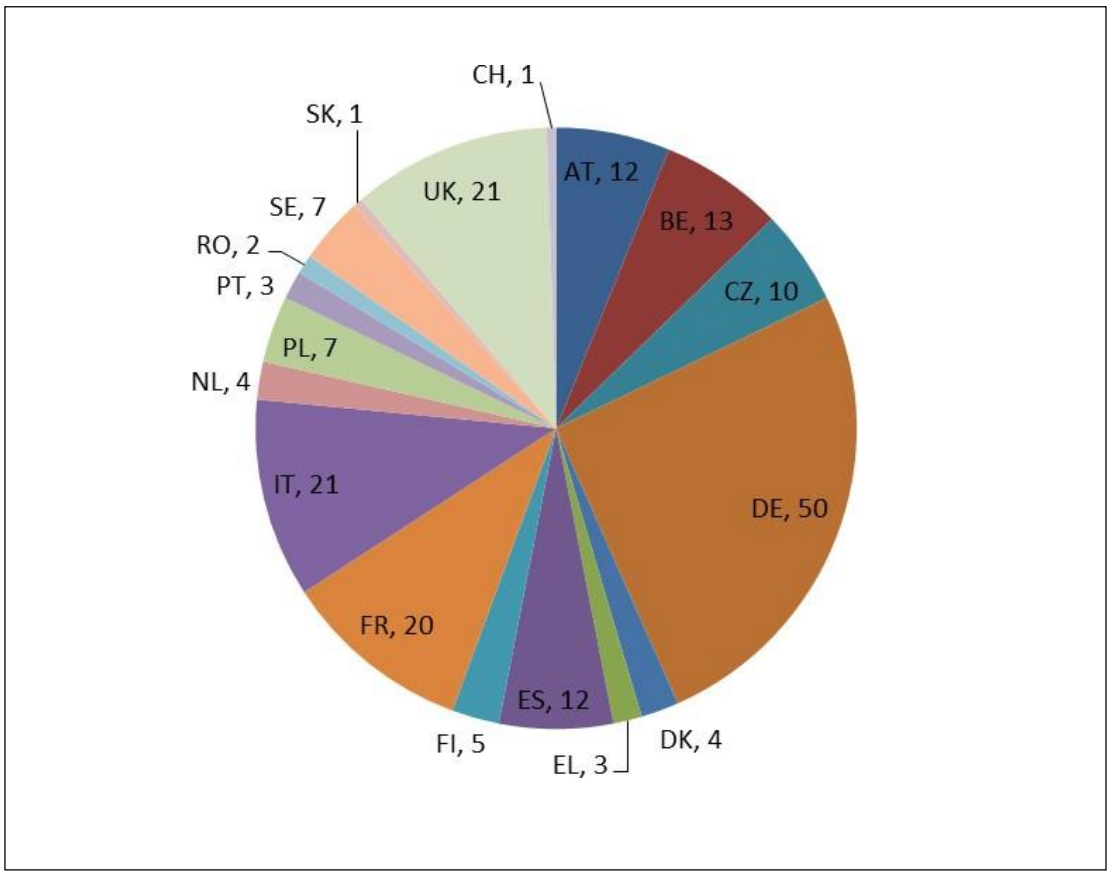
21 EKLER

21.1 Veri toplama ve veri sunumu

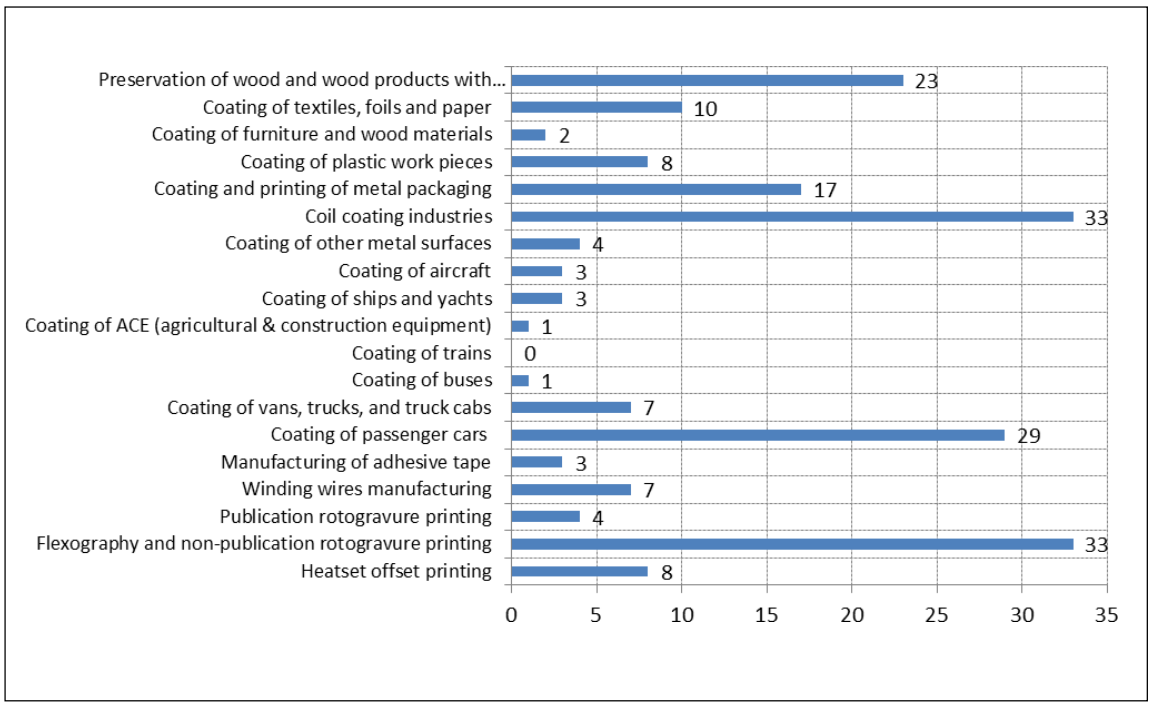
21.1.1 Sektöre ve ülkeye göre STS/WPC veri toplamaya katılan tesislerin dağılımı

Avrupa çapında toplam 196 tesis (WPC faaliyeti için tesisler dahil) STS/WPC veri toplamaya katılmış ve doldurulmuş anketler sunmuşlardır.

Aşağıdaki şekillerde, STS/WPC veri toplamaya katılan tesislerin dağılımı (ülke ve sektör başına) sunulmaktadır.



Şekil 21.1: Ülke başına STS/WPC veri toplamaya katılan tesis sayısı



Şekil 21.2: Sektör başına STS/WPC veri toplamaya katılan tesis sayısı

21.1.2 STS veri toplamaya katılan tesislerin listesi

Kod numara	Ana STS sektörü	Ülke	Tesis / Şantiye / Hat adı	Firma Adı	Şehir
001	Kurutmalı web ofset baskı	ES	Altair	Altair	Seseña (Toledo)
002	Kurutmalı web ofset baskı	ES	ROTOCOBRHI SAU	ROTOCOBRHI SAU	Tres Santos - Madrid
003	Kurutmalı web ofset baskı	IT	Coptip Industrie Grafiche Soc. Coop. A R.L.	Coptip Industrie Grafiche Soc. Coop. A R.L.	Modena (MO)
004	Kurutmalı web ofset baskı	PT	Lidergraf	Lidergraf	Vila do Conde
005	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	AT	Jodl Verpackungen GmbH	Jodl Verpackungen GmbH	Lenzing
006	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	AT	TANN Papier GmbH	TANN Papier GmbH	Traun
007	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	AT	PAWAG Verpackungen GmbH	PAWAG Verpackungen GmbH	Wolfurt
008	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	AT	Lenzing Plastik GmbH	Lenzing Plastik GmbH	Lenzing
009	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	AT	Constantia Teich Avusturya	Constantia Teich Avusturya	Mühlhofen
010	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	AT	Mondi	Mondi	Korneuburg
011	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	BE	Chiyoda Europe Genk	Chiyoda Europe	Genk
012	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	Constantia Hueck Weiden	Hueck	Pirkmühle
013	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	Constantia-HuN-Hann-Muenden	Haendler & Natermann GmbH	Hann Münden
014	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	Rahning GmbH & Co. KG	Rahning GmbH & Co. KG	Bunde
015	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	AF Rinteln	Amcor Flexibles	Rinteln
016	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DK	Danapak Flexibles A/S	Danapak Flexibles A/S	Slagelse
017	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	EL	Gümülcine Fabrikası	Alfa Beta Roto SA	Gümülcine, Trakya
018	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	ES	ENPLATER	Envases Plásticos del Ter, SA	Torroella de Montgri
019	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	FR	Amcor Tobacco Packaging France SAS	AMCOR	Ungersheim
020	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	IT	Goglio Daverio	Goglio SpA	Daverio (VA)

021	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	IT	Gruppo Fabbri Vignola SpA	Gruppo Fabbri Vignola SpA	Vignola (MO)
022	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	IT	Safta S.p.A.	Gualapack Grubu	Piacenza
023	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	IT	Centroplast S.p.A.	Centroplast S.p.A.	Meldola (FC)
024	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	IT	Esnek, baskılı, lamine ve kesilmiş ambalaj üretim tesisi	Sidac S.p.A.	Forli
025	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	IT	AF Lugo	Amcor Flexibles	Lugo di Vicenza
026	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	NL	Flexoplast BV	Flexoplast BV	Harligen
027	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	PL	Emsur Polska SP. Z.O.O.	Emsur Polska SP. Z.O.O.	Józefów
028	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	PL	Constantia Teich Polonya	Teich Polonya	Rogoviec
030	Yayın rotogravür baskı	FI	Helprint Oy	Circleprinters	Mikkeli
031	Yayın rotogravür baskı	UK	Bertelsmann Baskı Grubu	Prinovis UK	Liverpool
032	Sargı telleri imalatı	AT	Asta Elektrodraht GmbH & Co KG	Asta Elektrodraht GmbH & Co KG	Oed
033	Sargı telleri imalatı	DE	Schwering & Hasse Elektrodraht	Schwering & Hasse	Lügde
034	Sargı telleri imalatı	DE	ESSEX Almanya GmbH	ESSEX Almanya GmbH	Bramsche
035	Sargı telleri imalatı	SE	Dahrentrad	Dahrentrad	Jonslund
036	Yapışkan bant imalatı	AT	Müroll Papier ve Kunststoffverarbeitung GmbH_LINE_1	Müroll Papier und Kunststoffverarbeitung GmbH	Frastanz
038	Binek otomobillerin kaplanması	AT	Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG	Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG	Graz
039	Binek otomobillerin kaplanması	BE	Volvo Cars Gent	Volvo Cars Gent	Gent
040	Binek otomobillerin kaplanması	BE	Audi Brüksel	VWAG-Audi	Brüksel
041	Binek otomobillerin kaplanması	CZ	Hyundai Manufacturing Çek Cumhuriyeti S.R.O.	Hyundai Manufacturing Çek Cumhuriyeti S.R.O.	Nižní lhoty
042	Binek otomobillerin kaplanması	CZ	Skoda Mladá Bolelav tesisi boyahanesi	Škoda Otomobil A.S.	Mladá Boleslav
043	Binek otomobillerin kaplanması	CZ	Skoda Kvasiny tesisi boyahanesi	Škoda Otomobil A.S.	Kvasiniy
044	Binek otomobillerin kaplanması	CZ	Toyota Peugeot Citroen Otomobil Çek Cumhuriyeti, S.R.O.	Toyota Peugeot Citroen Otomobil Çek Cumhuriyeti, S.R.O.	Kolin
045	Binek otomobillerin kaplanması	DE	VWAG - VW Emden	VWAG-VW	Emden
046	Binek otomobillerin kaplanması	DE	VWAG - VW Hannover	VWAG-VW	Hannover

047	Binek otomobillerin kaplanması	DE	VWAG Leipzig	VWAG-Porsche	Leipzig
048	Binek otomobillerin kaplanması	DE	BMW Regensburg	BMW Grubu	Regensburg
049	Binek otomobillerin kaplanması	DE	General Motors Avrupa Rüsselsheim	General Motors Avrupa	Rüsselsheim
050	Binek otomobillerin kaplanması	DE	Daimler AG Sindelfingen	Daimler AG	Sindelfingen
051	Binek otomobillerin kaplanması	ES	PSA Peugeot Citroen Madrid	PSA Peugeot Citroën	Madrid
052	Binek otomobillerin kaplanması	ES	PSA Peugeot Citroen Vigo	PSA Peugeot Citroën	Vigo
053	Binek otomobillerin kaplanması	ES	Renault Valladolid Montaje	Renault	Valladolid
054	Binek otomobillerin kaplanması	ES	Volkswagen Navarra, S.A.U.	Volkswagen Navarra, S.A.U.	Arazuri
055	Binek otomobillerin kaplanması	ES	Renault Palencia	Renault	Villamuriel de Cerrato (Palencia)
056	Binek otomobillerin kaplanması	ES	Zaragoza Opel Fabrikası	GM İspanya	Zaragoza
057	Binek otomobillerin kaplanması	ES	Koltuk Martorell	Seat, S.A	Martorell
058	Binek otomobillerin kaplanması	FR	Rennes / Chartres de Bretagne	PSA Peugeot Citroën	Rennes / Chartres de Bretagne
059	Binek otomobillerin kaplanması	IT	FCA Melfi Fabrikası	FCA Melfi S.p.A.	Melfi (PZ)
060	Kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanması	PL	Volkswagen Poznań Sp. Z O.O.	Volkswagen Poznań Sp. Z O.O.	Poznań
061	Binek otomobillerin kaplanması	PT	Volkswagen Autoeuropa	Volkswagen Autoeuropa	Palmela
062	Binek otomobillerin kaplanması	RO	Ford Avrupa Craiova	Ford Avrupa	Craiova
063	Binek otomobillerin kaplanması	RO	Renault SA Mioveni	Renault SA	Mioveni
064	Binek otomobillerin kaplanması	UK	General Motors Avrupa Ellesmere Limanı	General Motors Avrupa	Ellesmere Limanı
065	Binek otomobillerin kaplanması	UK	Nissan Sunderland	Nissan Motor Şirketi	Sunderland
066	Kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanması	AT	MAN Kamyon ve Otobüs Österreich AG	MAN Kamyon ve Otobüs Österreich AG	Steyr
067	Kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanması	DE	Daimler AG Düsseldorf	Daimler AG	Düsseldorf
068	Kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanması	DE	Daimler AG Wörth	Daimler AG	Wörth
069	Kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanması	FR	Renault Sovab	Renault	Batilly
070	Kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanması	IT	Sevel S.p.A. Atessa Fabrikası	Sevel S.p.A.	Atessa (CH)

071	Kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanması	IT	Iveco Suzzara	CNH Endüstriyel	Suzzara (MN)
072	Otobüslerin kaplanması	DE	Daimler AG Neu-Ulm	Daimler AG	Neu-Ulm
073	Tarım ve inşaat ekipmanlarının kaplanması	UK	JCB Dünya Genel Merkezi	JC Bamford Ekskavatörler Limited	Rocester
074	Gemi ve yatların kaplanması	FI	Arctech Helsinki Tersanesi Oy Yard	Arctech Helsinki Tersanesi Oy	Helsinki
075	Gemi ve yatların kaplanması	PT	Mitrena Tersanesi	Lisnave - Estaleiros Navais, SA	Setúbal
076	Gemi ve yatların kaplanması	UK	A&P Falmouth Ltd.	A&P Falmouth Ltd.	Falmouth
077	Uçakların kaplanması	DE	Airbus Hamburg-Finkenwerder	Airbus Operasyonları GmbH	Hamburg
078	Uçakların kaplanması	UK	Airbus Operasyonları Ltd Broughton	Airbus Operasyonları Ltd.	Broughton
079	Diğer metal yüzeylerin kaplanması	DE	thyssenkrupp Rasselstein GmbH TLA2 - teneke levhalar için bir kaplama hattı	thyssenkrupp Rasselstein GmbH	Andernach
080	Diğer metal yüzeylerin kaplanması	DE	thyssenkrupp Çelik Avrupa AG Ağır Levha Kaplama Hattı (Entzunderungs- und Farbspritzanlage – EFA Hüttenheim)	thyssenkrupp Çelik Avrupa AG	Duisburg
081	Bobin kaplama endüstrileri	AT	Voestalpine Stahl GmbH hat 1 Linz	Voestalpine Stahl GmbH	Linz
082	Bobin kaplama endüstrileri	AT	Voestalpine Stahl GmbH hat 2 Linz	Voestalpine Stahl GmbH	Linz
083	Bobin kaplama endüstrileri	BE	Arcelor Mittal Belçika Geel	Arcelor Mittal Belçika	Geel
084	Bobin kaplama endüstrileri	BE	Arcelormittal Belçika Gent	Arcelormittal Belçika	Gent
085	Bobin kaplama endüstrileri	DE	BBA-2 Duisburg-Beeckerwerth	ThyssenKrupp Çelik	Duisburg-Beeckerwerth
086	Bobin kaplama endüstrileri	DE	EBA2 Beeckerwerth - Duisburg	ThyssenKrupp Çelik	Duisburg-Beeckerwerth
087	Bobin kaplama endüstrileri	DE	Kreuztal BBA3	ThyssenKrupp Çelik	Kreuztal-Eichen
088	Bobin kaplama endüstrileri	DE	Ferdirf - Duisburg BBA4	ThyssenKrupp Çelik	Duisburg
089	Bobin kaplama endüstrileri	DE	Bohum BNO	ThyssenKrupp Çelik	Bohum
090	Bobin kaplama endüstrileri	DE	Salzgitter	Salzgitter Flachstahl GmbH	Salzgitter
091	Bobin kaplama endüstrileri	DE	thyssenkrupp Rasselstein GmbH BEA teneke bobinler için kaplama ve laminasyon hattı	thyssenkrupp Rasselstein GmbH	Andernach
092	Bobin kaplama endüstrileri	EL	Elval Oinofyta fabrikası	Elval SA	Oinofyta
093	Bobin kaplama endüstrileri	EL	VEPAL Thiva Fabrikası	VEPAL SA	Thiva

094	Bobin kaplama endüstrileri	FI	SSAB Europe Oy Hämeenlinna Bobin Kaplama hattı	SSAB	Hämeenlinna
095	Bobin kaplama endüstrileri	FI	SSAB Avrupa Oy Kankaanpää Silindir ile Kaplama hattı	SSAB	Kankaanpää
096	Bobin kaplama endüstrileri	FR	Arconic ALCOA	Arconic ALCOA	Merxheim
097	Bobin kaplama endüstrileri	FR	ArcelorMittal Montataire	ArcelorMittal	Montataire
098	Bobin kaplama endüstrileri	IT	Marcegaglia Karbon Çelik S.p.A. Ravenna	Marcegaglia Karbon Çelik S.p.A.	Ravenna
099	Bobin kaplama endüstrileri	IT	ArcelorMittal Piombino	ArcelorMittal	Piombino
100	Bobin kaplama endüstrileri	NL	Euramax SPL Roermond	Euramax	SPL Roermond
101	Bobin kaplama endüstrileri	NL	Hunter Douglas Avrupa Rotterdam	Avcı Douglas Avrupa	Rotterdam
102	Bobin kaplama endüstrileri	NL	Tata Çelik IJmuiden	Tata Çelik	IJmuiden
103	Bobin kaplama endüstrileri	PL	ArcelorMittal Polonya S.A. Organik kaplama hattı 1	ArcelorMittal Polonya S.A.	Świętochłowice
104	Bobin kaplama endüstrileri	PL	ArcelorMittal Polonya S.A. Organik kaplama hattı 2	ArcelorMittal Polonya S.A.	Świętochłowice
105	Bobin kaplama endüstrileri	SK	U.S. Çelik Košice	U.S. Çelik	Košice
106	Bobin kaplama endüstrileri	UK	Tata Çelik Deeside, Flintshire	Tata Çelik	Deside, Flintshire
108	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	CZ	Ardagh Skřivany	Ardagh Metal Ambalaj Çek Cumhuriyeti s.r.o.	Skřivany
109	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	CZ	ALLTUB CEBRAL AVRUPA Kolin	ALLTUB CEBTRAL AVRUPA	Kolin
110	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	DE	Ardagh Metal Ambalaj - Erftstadt	Ardagh	Erftstadt
112	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	DK	Glud & Marstrand A/S Odense	Glud & Marstrand A/S	Odense C
113	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	FR	Ardagh - La flèche	Ardagh - La flèche	La flèche
114	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	FR	Crown - Custines	Crown - Custines	Custines
115	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	FR	Crown Emballage Fransa Crown - Nantes	Crown Emballage Fransa Crown - Nantes	Nantes
116	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	IT	CROWN AEROSOLS İTALYA S.R.L.	CROWN AEROSOLS İTALYA S.R.L.	Spilamberto (MO)
117	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	SE	Ball Meşrubat Ambalaj Fosie AB	Ball Meşrubat Ambalaj Fosie AB	Malmö
118	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	UK	Botcherby	CROWN Ambalaj UK plc	Carlisle
119	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	UK	Braunstone	CROWN Ambalaj UK plc	Leicester

120	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	UK	Sutton-in-Ashfield	CROWN Aerosoller UK Ltd.	Sutton-in-Ashfield
121	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	UK	Ardagh Metal Ambalaj Norwich	Ardagh Metal Ambalaj	Norwich
122	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	UK	L11 & L17 Scunthorpe	Can Ambalaj UK	Scunthorpe
123	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	UK	Ardagh Grubu Wrexham	Ardagh Grubu	Wrexham
124	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	UK	Ardagh Grubu Rugby	Ardagh Grubu	Rugby
125	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	UK	Ball Meşrubat Ambalaj Avrupa - Milton Keynes	Ball Meşrubat Ambalaj Avrupa BBP	Milton Keynes
126	Plastik iş parçalarının kaplanması	BE	Plastal Gent	Plastal	Gent
127	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	CZ	FATRA, a.s. Napajedla	FATRA, a.s.	Napajedla
128	Plastik iş parçalarının kaplanması	CZ	Otomotiv Aydınlatma s.r.o. Jihlava	Otomotiv Aydınlatma s.r.o.	Jihlava
129	Plastik iş parçalarının kaplanması	CZ	PLAKOR ÇEK s.r.o.	PLAKOR ÇEK s.r.o.	Ostrava
130	Plastik iş parçalarının kaplanması	CZ	Magna Dış Cephe (Bohemia) s.r.o. Librec	Magna Dış Cephe (Bohemia) s.r.o.	Librec
131	Plastik iş parçalarının kaplanması	IT	Stabilimento V2 Vulcaflex SpA	Vulcaflex SpA	Cotignola (RA)
132	Plastik iş parçalarının kaplanması	SE	Plastal Arendal	Plastal Industri AB	Göteborg
133	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	BE	AMCOR FLEXIBLES TRANSPAC GENT BVBA	AMCOR FLEXIBLES TRANSPAC GENT BVBA	Gent
134	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	BE	Sioen Ardooie	Sioen Kumaş SA	Ardooie
135	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	BE	Sioen Mouscron	Sioen Kumaş SA	Mouscron
136	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	BE	Vetex Ingelmunster	Vetex	Ingelmunster
137	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	DE	Eurofoil Berlin	Eurofoil	Berlin
138	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	PL	Sanwil Polska sp z o.o. Przemyśl	Sanwil Polska sp z o.o.	Przemyśl
139	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	UK	Wrexham Fabrikası	Coveris Gelişmiş Kaplamalar	Wrexham
140	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	UK	Dartex Kaplamalar Long Eaton	Dartex Kaplamalar	Long Eaton
141	Mobilya ve ahşap malzemelerin kaplanması	SE	IKEA ve SE TWG üyeler	IKEA Endüstri Älmhult AB	Älmhult
142	Sargı telleri imalatı	Diğer (CH)	CH - Electrisola Feindraht	CH - Electrisola Feindraht	
143	Yayın rotogravür baskı	FR	BurdaDruck Fransa Thann	BurdaDruck Fransa	Thann

144	Bobin kaplama endüstrileri	DE	Novelis Almanya GmbH	Novelis Almanya GmbH	Göttingen
145	Uçakların kaplanması	FR	Airbus Toulouse	Airbus Operasyonları Fransa	Toulouse
146	Binek otomobillerin kaplanması	FR	Renault Douai	Renault Douai	Douai
147	Kamyonet, kamyon ve kamyon kabinlerinin kaplanması	FR	Renault Maubeuge	Renault Maubeuge	Maubeuge
148	Kurutmalı web ofset baskı	DE	GD Gotha Druck ve Verpackung GmbH & Co. KG	GD Gotha Druck ve Verpackung GmbH & Co. KG	Günthersleben-Wechmar
149	Yayın rotogravür baskı	DE	Burda Druck GmbH	Burda Druck GmbH	Offenburg
150	Kurutmalı web ofset baskı	DE	WKS-Kraft-Schloetels_Essen	WKS-Kraft-Schloetels	Wassenberg
151	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	DE	BSN medikal GmbH	BSN medikal GmbH	Hamburg
152	Bobin kaplama endüstrileri	FR	Tata Çelik Maubeuge	Tata Çelik	Maubeuge
153	Bobin kaplama endüstrileri	FR	NLMK Strazburg	NLMK Strazburg	Strazburg
154	Kurutmalı web ofset baskı	DE	Niedermayer Regensburg	Franz Anton Niedermayr Graphisce Kunstanstalt GmbH & Co.KG	Niedermayer_Regensburg
155	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	Bischof+Klein-Lengerich	Bischof+Klein-Lengerich	Lengerich
156	Yapışkan bant imalatı	DE	Tesa Hamburg	tWHH - tesa Werk Hamburg GmbH	Hamburg
157	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	Mondi Halle	Mondi Halle GmbH	Halle in Westfalen
158	Bobin kaplama endüstrileri	DE	Huehoco	Huehoco	Wuppertal
159	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	Debatin Bruchsal	Anton Debatin GmbH	Bruchsal
160	Sargı telleri imalatı	ES	Ederfil Becker, Koop. E. (Legorreta)	Ederfil Becker, Koop.E.	Legorreta
161	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	FR	Amcor Flexibles Montreuil-Bellay	Amcor Esnek Montreuil-Bellay	Montreuil-Bellay
162	Kurutmalı web ofset baskı	DE	Neef + Stumme premium baskı GmbH & Co. KG	Neef + Stumme premium baskı GmbH & Co. KG	Wittingen
163	Yapışkan bant imalatı	DE	monta Klebebandwerk GmbH Immenstadt	monta Klebebandwerk GmbH Immenstadt	Immenstadt im Allgäu
164	Bobin kaplama endüstrileri	DE	Bobin Kaplama tesisi 3 Hidro Alüminyum Haddelenmiş Ürünler GmbH	Hydro Alüminyum Haddelenmiş Ürünler GmbH	Grevenbroich
165	Diğer metal yüzeylerin kaplanması	BE	ALRO N.V.	ALRO N.V.	Dilsen-Stokkem
166	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	BE	Seyntex NV - Seyntexlaan 1	Seyntex N.V.	Tielt

167	Sargı telleri imalatı	IT	IRCE S.p.A., Imola (BO)	IRCE S.p.A.	İmola (BO)
168	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	IT	Masterpack S.p.A.	Masterpack S.p.A.	Veruno (NO) Piemonte
169	Ayakkabı imalatı	IT	I.P.R S.p.A.	I.P.R. S.p.A.	Civitanova Marche
170	Ayakkabı imalatı	IT	Mondial Suole S.p.A.	Mondial Suole S.p.A.	Porto Recanati
171	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	IT	Chiorino S.p.A.	Chiorino S.p.A.	Biella Piedmont
172	Bobin kaplama endüstrileri	BE	ArcelorMittal Liege	ArcelorMittal	Ivoz-Ramet Liege
173	Bobin kaplama endüstrileri	ES	ArcelorMittal Lesaka	ArcelorMittal İspanya S.A.	Lesaka
174	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	Coveris Halle	Coveris Flexibles Deutschland GmbH	Halle in Westfalen
175	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	DE	Coveris Warburg	Coveris Flexibles Deutschland GmbH	Warburg
176	Diğer metal yüzeylerin kaplanması	DE	EOT - Eibach Oberflächentechnik GmbH	Eibach Oberflächentechnik GmbH	Lüdenscheid
177	Mobilya ve ahşap malzemelerin kaplanması	DE	Egger Brilon	Egger Holzwerkstoffe Brilon GmbH & Co. KG	Brilon
-	Otobüslerin kaplanması	ES	Irizar S.Coop.-Lezeta	Irizar S.Coop	Ormaiztegi

21.1.3 WPC veri toplamaya katılan tesislerin listesi

Kısaltma / Kod	Tesis /Şantiye adı	Firma Adı	Ülke	Şehir	İşleme türü
FR-1	SNCF E.I.V	SNCF	FR	Biars sur Cere	Kreozot
DE-5	DB Schwellenwerk Schwandorf	DB Netz AG Werk Oberbaustoffe Witten	DE	Schwandorf	Kreozot
PL-1	Track Tec Lipa Sp. z o.o.	Track Tec Lipa Sp. z o.o.	PL	Lipa	Kreozot Su bazlı
UK-1	Calders & Grandidge	Calders & Grandidge	UK	Boston	Kreozot Su bazlı
SE-1	Octowood	Octowood AB	SE	Kälarne	Kreozot Su bazlı
FR-2	FRANCE BOIS IMPREGNES	FRANCE BOIS IMPREGNES	FR	Boisset Les Montrond	Kreozot Su bazlı
DE-9	Imprägnierwerk Wülknitz	Imprägnierwerk Wülknitz GmbH	DE	Wülknitz	Kreozot Su bazlı
DE-8	Zimmer Zäune GmbH	Zimmer Zäune GmbH	DE	Maring-Noviand	Kreozot Su bazlı
DK-1	Frøslev Træ A/S	Frøslev Træ A/S	DK	Padborg	Su bazlı
UK-2	Arch Kereste Koruma	Lonza	UK	Wolverhampton	Su bazlı
UK-3	Sodra Ahşap Dundee (Crown Kereste idi)	Sodra Ahşap Dundee	UK	Dundee	Su bazlı
UK-4	Windymains Sawmills	Glennon Kardeşler	UK	Humbie	Su bazlı
IT-1	Stella S.p.A	Stella S.p.A. ad Unico Socio	IT	Cuneo	Su bazlı
SE-2	Bergs Kereste Bitus	Bergs Kereste İmalat AB	SE	Nybro	Su bazlı
SE-3	Varberg Kereste AB	Varberg Kereste AB	SE	Varberg	Su bazlı
FR-3	Société Forestière ORIEL	ORIEL	FR	Corcieux	Su bazlı
FR-4	PIVETEAU BOIS	PIVETEAU BOIS	FR	Saint Florence	Su bazlı
FI-1	Ab Påras Oy	Ab Påras Oy	FI	Kruunupyy	Su bazlı
DE-6	Fürstenberg-THP GmbH / Hüfingen	Fürstenberg-THP GmbH	DE	Hüfingen	Su bazlı
IT-2	Margaritelli Ferroviaria SpA /Rodallo	Margaritelli Ferroviaria SpA /Rodallo	IT	Rodallo	Su bazlı
DE-7	Klenk Holz AG, Werk Baruth	Klenk Holz AG, Werk Baruth	DE	Baruth/Mark	Su bazlı
FR-5	ISB Fransa	Grup ISB - PBM İthalat	FR	Saint-Malo	Su bazlı
DK-2	Superwood A/S	Superwood A/S	DK	Hampen	CO_2

21.1.4 Atık gazlardaki emisyonlar için veri sunumu

Sektöre özel bölümlerde, atık gazlarda VOC, toz NO_X ve CO emisyonları için rapor edilen seviyeleri gösteren grafikler yer almaktadır.

Genel olarak ve uygulanan izleme sıklığına dayalı olarak, VOC'ler, NO_X ve CO için rapor edilen emisyon verilerinin sunumu için aşağıdaki yaklaşım izlenmiştir:

- Periyodik izleme için, izleme sıklığı 'A/y' olarak gösterilir; burada A, yıl başına (y) gerçekleştirilen ölçüm sayısıdır.
- Yılda bir kez (1/y) veya daha az (ör. 1/2y, 1/3y) izleme sıklığı bildiren tesisler/emisyon noktaları için, ilgili grafiklerde yalnızca rapor edilen ortalama konsantrasyon değerleri gösterilir, bu durumda maksimum olduğu gibi ve minimum değerlerin, aynı ölçüm operasyonunda ölçülen en yüksek ve en düşük değerleri temsil ettiği varsayılır.
- Yılda iki kez (2/yıl) bir izleme sıklığı bildiren tesisler/emisyon noktaları için, ilgili grafiklerde yalnızca ölçüm operasyonlarının iki ortalama değerine karşılık gelen rapor edilen minimum ve maksimum konsantrasyon değerleri gösterilir.
- Yılda üç kez (3/y) veya daha fazla (ör. 4/y, 12/y, sürekli) izleme sıklığı bildiren tesisler/emisyon noktaları için, rapor edilen tüm konsantrasyon değerleri (yani, varsa ortalama, minimum, maksimum ve 95. yüzdelik dilim)) ilgili grafiklerde gösterilmiştir.

21.2 Çeşitli STS sektörlerinde bildirilen BAT kullanımına ilişkin bilgiler

[262, ESVOC ve diğ. 2019]

Aşağıdaki tablo, çeşitli STS sektörleri için bu belgede tartışılan mevcut BAT kullanımına ilişkin STS TWG tarafından sunulan bilgileri içermektedir. Bu tablodaki bilgiler, Avrupa Birliği Üye Devletlerindeki çeşitli STS sektörlerinde hâlihazırda (yazım sırasında) kullanılan BAT'ın kullanıldığı STS TWG'nin mevcut bilgilerini göstermektedir. IED Madde 3(10)(b) uyarınca bu BAT'ların uygulanabilirliğinin bir göstergesi olarak kabul edilemez. Uygulanabilirlik bilgisi, bu belgenin BAT sonuçları bölümünün (Bölüm 18) uygulanabilirlik maddelerinde ve ayrıca Bölüm 17'deki ve/veya BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınacak Bölüm X.4'teki tekniklerin ayrıntılı açıklamalarında bulunabilir.

Tablo 21.1: Çeşitli STS sektörlerinde bildirilen BAT kullanımına ilişkin bilgiler

BREF madde numarası	Tekniğin adı	Araçların kaplanması					Diğer metal ve plastik yüzeylerin kaplanması	Bobin kaplama	Sargı teli imalatı	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	Kurutmalı web ofset baskı	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	Yayın rotogravür baskı	Gemi ve yatların kaplanması	Uçakların kaplanması	Yapışkan bant imalatı	Tekstil, folyo ve kağıt kaplama	Ahşap yüzeylerin kaplanması	Bölüm 18'deki ilgili BAT numarası
		Binek otomobilleri	Kamyonetler	Kamyonlar	Kamyon kabinleri	Otobüsler													
17.2.1	Sızıntı ve dökülmelerin önlenmesi ve kontrolüne ilişkin planın hazırlanması ve uygulanması	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	5a
17.2.2.1	Konteynerlerin ve setle çevrelenmiş depolama alanlarının sızdırmaz hale getirilmesi veya örtülmesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	5b
17.2.2.2	Üretim alanlarında tehlikeli maddelerin depolanmasının en aza indirilmesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	5c
17.2.3.1	Pompalama sırasında sızıntı ve dökülmeleri önleme teknikleri	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	5d
17.2.3.2	Pompalama sırasında taşmaları önleme teknikleri	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	5e
17.2.3.3	Solvent içeren malzeme dağıtımı sırasında VOC buharının yakalanması	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KN	KN	KL	KL	KL	5f
17.2.3.4	Solvent içeren malzemelerle çalışırken dökülmeler ve/veya hızlı toplama için muhafaza	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	5g
17.2.4.1	Gelişmiş karıştırma sistemleri	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KL	KL	KL	6b
17.2.4.2	VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) merkezi tedariki	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KN	KL	6a
17.2.4.3	Kapalı bir sistem kullanılarak uygulama noktasında VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) tedariki	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	6c
17.2.5	Renk değişimi otomasyonu	KL	KL	BY	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KL	6d
17.2.5	Robot ile uygulama	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KL	7o
17.2.5	Makine ile uygulama	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KL	7p
17.2.5.1	Püskürtmede yumuşak arındırma	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	6f
17.2.6	Kritik ekipmanın tanımlanması	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	13a
17.2.6	Muayene, bakım ve izleme	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	13b
17.3.2	Solvent takip sisteminin uygulanması	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KL	10b
17.3.3	İlgili belirsizlik dahil olmak üzere ilgili solvent girdi ve çıktılarının tam olarak tanımlanması ve nicelendirilmesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	10a

17.3.4	Solvent kütle dengesi verilerinin belirsizliğini etkileyebilecek değişikliklerin izlenmesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	10c
17.4.1	Su yönetim planı ve su denetimleri	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	20a
17.4.3	Ters kademeli durulama	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	20b
17.4.4	Suyun yeniden kullanımı ve/veya geri dönüşümü	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KN	KL	20c
17.5.1	Enerji verimliliği planı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	19a
17.5.2	Enerji dengesi kaydı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	19b
17.5.3	Soğutulmuş veya ısıtılmış sıvılar içeren tankların ve fıçıların ve yanma ve buhar sistemlerinin ısı yalıtımı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KL	KN	KL	19c
17.5.4	Kojenerasyon yoluyla ısı geri kazanımı – CHP (kombine ısı ve güç) veya CCHP (kombine soğutma, ısı ve güç)	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KL	KN	KL	19d
17.5.5	Sıcak gaz akışlarından ısı geri kazanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	19e
17.5.7	Proses havası ve çıkış gazlarının debi ayarı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	19f
17.5.8	Püskürtme kabini çıkış gazı devridaimi	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	19g
17.5.9	Bir hava türbülatörü kullanılarak büyük hacimli bir kürleme kabininde sıcak havanın optimize edilmiş sirkülasyonu	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	19h
17.6.1	Düşük çevresel etkiye sahip ham maddelerin kullanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	3a
17.6.1	VOC olmayan veya daha düşük uçuculuğa sahip VOC olan maddelerin kullanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KN	KL	4h
17.6.2	İşlemde solvent kullanımının optimizasyonu	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	3b
17.6.2.1	Renk gruplaması	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	6e
17.7.2.1	Yüksek katı madde içerikli solvent bazlı boyaların / kaplamaların / verniklerin / mürekkeplerin / yapıştırıcıların kullanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	4a
17.7.2.2	Su bazlı boyaların / kaplamaların / mürekkeplerin / verniklerin / yapıştırıcıların kullanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KL	4b
17.7.2.3	Radyasyonla sertleşen mürekkeplerin / kaplamaların / boyaların / verniklerin / yapıştırıcıların kullanımı	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KL	KN	KL	4c
17.7.2.4	Solvent içermeyen iki bileşenli yapıştırıcıların kullanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KL	KN	KL	4d
17.7.2.5	Sıcak eriyen yapıştırıcıların kullanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	4e
17.7.2.6	Toz boya kullanımı	KN	KN	KL	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	4f
17.7.2.8	Web veya bobin kaplama için laminat film kullanımı	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KL	KL	KL	4g
17.7.3.1	Silindir ile kaplama	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KL	KN	KL	7a
17.7.3.2	Silindir üzerinde sıyırma bıçağı	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KL	7b

17.7.3.3	Bobin kaplamasında durulama gerektirmeyen (yerinde kuruyan) uygulama	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	7c
17.7.3.4	Perde tipi kaplama (döküm)	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KL	7d
17.7.3.6	Elektro kaplama (e-kaplama)	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	7e
17.7.3.5	Akış kaplama	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	7f
17.7.3.7	Ortak ekstrüzyon	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	7g
17.7.3.8	Hava takviyeli havasız püskürtme	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	7h
17.7.3.9	Soy gazlarla pnömatik atomizasyon	KL	KN	BY	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	7i
17.7.3.10	Yüksek hacimli düşük basınçlı (HVLP) atomizasyon	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	BY	KN	KN	KL	7j
17.7.3.11	Elektrostatik atomizasyon (tam otomatik)	KL	KL	KN	KL	BY	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	BY	KN	KN	KN	7k
17.7.3.12	Elektrostatik destekli havalı veya havasız püskürtme	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	7l
17.7.3.13	Sıcak püskürtme	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	7m
17.7.3.14	Bobin kaplamada 'püskürtme, silme ve durulama' uygulaması	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	7n
17.8.1	Soy gaz konveksiyonlu kurutma/kürleme	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	8a
17.8.2	İndüksiyonla kurutma/kürleme	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	8b
17.8.3	Mikrodalga ve HF kurutma	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KL	8c
17.8.5	Radyasyonla kürleme	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KL	KN	KL	8d
17.8.4	Kombine konveksiyon / IR radyasyonla kurutma	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KL	KL	8e
17.8.6	Isı geri kazanımı ile birlikte konveksiyonla kurutma/kürleme	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KL	8f
17.9.2	Püskürtme alanlarının ve ekipmanlarının korunması	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	9a
17.9.3	Tam temizlikten önce katıların uzaklaştırılması	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	9b
17.9.4	Önceden emprenye edilmiş bezlerle manuel temizlik	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KL	9c
17.9.5	Düşük uçuculuktaki temizlik maddelerinin kullanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KL	9d
17.9.6	Su bazlı temizlik	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KN	KL	9e
17.9.7	Kapalı yıkama makineleri	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KL	9f
17.9.8	Solvent geri kazanımı ile temizleme	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KL	9g
17.9.9	Yüksek basınçlı su püskürtme ile temizlik	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KN	KL	9h
17.9.10	Ultrasonik temizleme	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	9i
17.9.11	Kuru buz (CO_2) ile temizleme	KL	KL		KL	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	9j
17.9.12	Plastik kumlama ile temizlik	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	9k
17.10.1	Sistem seçimi, tasarımı ve optimizasyonu	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	14a
17.10.2.1	Mürekkep/kaplama uygulama noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	14b

17.10.2.2	Boyaların / kaplamaların / yapıştırıcıların / mürekkeplerin hazırlanma noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KL	KL	KL	14c
17.10.2.4	Kurutma/kürleme işlemlerinden havanın çıkarılması	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	14d
17.10.2.3	Kürleme fırınlarının/kurutucularının giriş ve çıkışlarının sızdırmaz hale getirilmesi veya kurutmada atmosfer altı basınç uygulanması yoluyla fırınlardan/kurutuculardan kaynaklanan kaçak emisyonların ve ısı kayıplarının en aza indirilmesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	14e
17.10.2.5	Soğutma bölgesinden havanın çıkarılması	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KN	14f
17.10.2.6	Hammaddelerin, solventlerin ve solvent içeren atıkların depolanmasından havanın çıkarılması	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KL	KL	KL	KL	KN	14g
17.10.2.7	Temizleme alanlarından havanın çıkarılması	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	14h
17.10.3.1	Çıkış gazı işleme sistemine gönderilen VOC konsantrasyonunun değişken frekanslı sürücüler kullanılarak muhafaza edilmesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KL	16a
17.10.3.2	Çıkış gazlarındaki solventlerin dahili konsantrasyonu	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KL	16b
17.10.3.3	Adsorpsiyon yoluyla çıkış gazlarındaki solventlerin harici konsantrasyonu	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KL	16c
17.10.3.4	Atık gaz hacmini azaltmak için Plenum tekniği	KN	KN	KN	KN	KL	KL	BY	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KL	16d
17.10.4.1	Islak ayırmalı püskürtme kabini (yıkanmış darbe paneli)	KN	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	18a
17.10.4.2	Uygun bir sıvı kullanarak absorpsiyon (ıslak ovalama)	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	18b
17.10.4.3	Önceden kaplanmış malzeme ile kuru aşırı püskürtmeli ayırma	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	18c
17.10.4.4	Filtre kullanarak kuru aşırı püskürtmeli ayırma	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	18d
17.10.4.5	Elektrostatik filtre	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	18e
17.10.5.1	Çıkış gazlarının bir yakma tesisine gönderilmesi	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KL	15d
17.10.5.2	Termal oksidasyon	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	15i
17.10.5.3	Reküperatif termal oksidasyon	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KL	15e
17.10.5.4-17.10.5.5	Çok yataklı veya valfsiz dönen hava dağıtıcılı rejeneratif termal oksidasyon	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KL	15f
17.10.5.6	Katalitik oksidasyon	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KL	15g
17.10.6.1	Yoğunlaşma	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KL	15a
17.10.6.2	Aktif karbon veya zeolitler kullanılarak adsorpsiyon	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KL	KN	KN	KL	KL	KL	15b
17.10.6.3	Uygun bir sıvı kullanarak absorpsiyon	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KL	KL	15c
17.10.7	Biyolojik çıkış gazı işleme	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KL	15h
17.10.8.1	Isıl işlem koşullarının optimizasyonu (tasarım ve işletme)	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KL	17a

17.10.8.2	Düşük NOX brülörlerinin kullanımı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	BY	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	17b
17.11.1.2	Dengeleme	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KL	21a
17.11.1.1	Nötrleştirme	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KL	KN	KL	21b
17.11.1.3	Fiziksel ayrıma	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KL	21c
17.11.2.3	Adsorpsiyon	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	21d
17.11.2.2	Vakumla damıtma	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KL	21e
17.11.2.4	Çöktürme	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	21f
17.11.2.1	Kimyasal indirgeme	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	21g
17.11.2.5	İyon değişimi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KL	KN	KN	KL	21h
17.11.2.6	Sıyırma	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	21i
17.11.3	Biyolojik işleme	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	21j
17.11.4.1	Pıhtılaşma ve flokülasyon	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KL	KN	KN	KL	21k
17.11.4.2	Sedimantasyon	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	21l
17.11.4.3	Filtrasyon	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KL	21m
17.11.4.4	Flotasyon	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KN	KN	B Y	KL	KN	KN	KN	KL	21n
17.12.1	Atık yönetim planı	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	22a
17.12.2	Atık miktarlarının izlenmesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	22b
17.12.3	Solventlerin geri kazanılması/geri dönüştürülmesi	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	KN	KL	KL	KL	KL	22c
17.12.4	Atık akışına özgü teknikler	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	KL	22d
2.4.2.1	Karışık (SB-mix) kaplama	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	24a
2.4.2.2	Su bazlı (WB) kaplama	KL	KL	KL	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	24b
2.4.2.3	Entegre kaplama işlemi	KL	KL	KN	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	24c
2.4.2.4	Üç ıslak işlem	KL	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	24d
4.4.9.1	Atık ve atık su akışlarının ayrılması	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25a
4.4.2.1	İşleme alanlarının kısmen kapatılması	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25c
4.4.2.2	İşleme alanlarının tam muhafazası	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25d
4.4.2.3	Olumsuz hava koşullarına ilişkin kısıtlamalar	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25b
4.4.3.1	Kapalı bir sistemde kuru kumlama	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25e
4.4.3.2	Islak kumlama	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25f
4.4.3.3	(Ultra-)Yüksek Basınçlı ((U)HP) su jeti veya kumlama	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25g
4.4.3.4	Endüksiyonla ısıtma ile kaplamaların soyulması	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25h
4.4.3.5	Sualtı gövde ve pervane temizleme sistemi	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	25i
5.4.2.2	Muhafaza	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	26a

5.4.2.3	Doğrudan baskı	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	26b
9.4.3.1	Sürece entegre VOC oksidasyonu	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	27a
9.4.2.2	Solvent içermeyen yağlayıcılar	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	27b
9.4.2.3	Kendinden yağlamalı kaplamalar	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	27c
9.4.2.1	Yüksek katı madde içerikli emaye kaplama	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	27d
11.4.2.1	Nemlendirme çözümlerinde düşük IPA veya IPA içermeyen katkı maddelerinin kullanılması	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	28a
11.4.2.3	Susuz ofset	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	28b
11.4.4.2	Otomatik yastıklamalı (blanket) temizlik için VOC içermeyen solventlerin veya düşük uçuculuğa sahip solventlerin kullanılması	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	28c
11.4.3.2	Çıkış gazı işleme ile entegre web ofset kurutucu	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	28d
11.4.3.1	Pres odasından veya pres kapsüllemeden havanın çıkarılması ve işlenmesi	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	28e
13.4.1.1	Tutma mürekkeplerinin kullanımı	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	29a
13.4.3.1	Toluen geri kazanım sistemine bağlı otomatik temizleme sistemleri	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KL	KN	KN	KN	KN	KN	29b

Not:
KL: Yazıldığı sırada kullanıldığı bildirilmiştir KN: Yazıldığı sırada kullanılmadığı bildirilmiştir. BY: Bilgi bulunmamaktadır.
Kaynak: [262, ESVOC ve diğ. 2019]

21.3 Çevresel ve ekonomik etkileri tahmin etmeye yönelik modeller (maliyet-fayda)

21.3.1 TFTEI raporları, ERICCa_VOC aracı ve EGTEI arka plan belgeleri

[147, TFTEI 2016] [210, TFTEI 2017] [227, TFTEI 2017]

TFTEI[52]'de, emisyon azaltma önlemlerinin ekonomik ve çevresel etkilerini değerlendirmeyi amaçlayan bir dizi rapor geliştirilmiştir. Şu anda (2018) aşağıdakiler için raporlar mevcuttur:

- esnek ambalaj baskı sektörü ve
- araba üretimi (aşağıdaki tablodaki bağlantılara bakınız).

Ayrıca TFTEI, esnek ambalaj baskı sektöründeki tesisler ve yılda 200 tondan fazla solvent girdisi olan otomobil imalatı (IED Ek I tesisleri) için VOC'leri azaltma seçeneklerinin maliyet tahminine yönelik bir metodoloji (ERICCa_VOC) geliştirmiştir. Bununla birlikte, VOC azaltım önlemlerinin tasarımı ve maliyetleri, karşılaştırılabilir çalışma koşullarına sahip diğer birçok sektör için benzerdir. Bu nedenle geliştirilen aracın geniş çapta uygulanabilir olması beklenmektedir. Metodolojide birincil önlemler (yüksek solvent içerikli ürünlerin bazı limitlerle ikame edilmesi (birincil önlemlerin maliyetleri sektöre ve tesise özel olduğundan)) ve ikincil önlemler termal oksidasyon ve solvent geri kazanımı ile adsorpsiyon için maliyet verileri sağlanmaktadır. İkincil önlemler için araç, birincil önlemlerden bağımsız olarak her tür faaliyet ve tesis boyutu için kullanılabilir (tüketim 200 ton/yıl'dan düşük olsa bile). Maliyetler, solvent yönetim planı metodolojisine dayalı olan veya olmayan farklı düzenleyici hedefler için tahmin edilmektedir.

'ERICCa_VOC' aracına şu bağlantıdan erişilebilir:
http://tftei.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/ERICCa_VOC_0.49.xlsx.

Emisyon azaltma maliyeti metodolojisi ilgili raporda açıklanmaktadır:
http://tftei.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques_large_users_solvents/TFTEI-VOC-cost_calculation_methodology_2017_02-01.pdf

EGTEI tarafından 2003'ten 2006'ya kadar VOC yayan çeşitli faaliyetler için geliştirilen arka plan belgeleri ve ilgili özet sayfaların linkleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu belgelerin artık TFTEI'ye göre güncelliğini yitirdiği düşünüldüğünden yalnızca bilgi amaçlı verildiğine dikkat çekilmektedir.

[52] Aralık 2014'teki 33. oturumunda, Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (BMAEK) Uzun Menzilli Sınır Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi'nin (LRTAP) Yürütme Organı (EB kararı 2014/2), Tekno-Ekonomik Konular Uzman Grubunun (EGTEI), Tekno-Ekonomik Konular Görev Gücü (TFTEI) olarak güncellenmesini onaylamıştır. Eski Tekno-Ekonomik Konular Uzman Grubunun (EGTEI) kurulmasına, Fransa Bakanlığının Ekolojik ve Dayanışmacı bir Geçiş önerisinin devamı olarak Aralık 2001'de EB tarafından karar verilmiştir. TFTEI hakkında daha fazla bilgi şu bağlantıda bulunabilir: http://tftei.citepa.org/en/.

Tablo 21.2: Bu belgeyle ilgili EGTEI özet sayfaları, TFTEI raporları ve EGTEI arka plan belgeleri tablosu

STS BREF Bölüm	Sektör/faaliyet	İlgili TFTEI raporunun URL'si	IED Ek VII(2) faaliyet kodu
2	Araçların kaplanması	Otomobil imalatına ilişkin nihai rapor: http://tftei.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques large_users_solvents/TFTEI-VOC-car-industry-final.pdf	Ek VII(3)
11	Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı	Esnek ambalaj baskı sektörüyle ilgili nihai rapor: http://tftei.citepa.org/images/files/costs_reduction_techniques large_users_solvents/TFTEI-VOC_packaging%20printing_2017_03_23.pdf	3
EGTEI arka plan belgesi (2003-2006 döneminde hazırlanmıştır)			
10	Kurutmalı web ofseti	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_heat_set_offset_170503.pdf	1
12	Yayın rotogravür	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_publication_gravure_170603.pdf	2
9	Sargı telleri	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_wire_coating_311003.pdf	9
7	Yapışkan bant imalatı (EGTEI: Endüstride yapıştırıcı uygulaması)	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_adhesive_application_081203.pdf	16
2	Kamyon ve kamyonetlerin kaplanması	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_trucks_and_vans_coating_150703.pdf	Ek VII(3)
2	Kamyon kabinlerinin kaplanması	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_truck_cabin_coating_150703.pdf	Ek VII(3)
2	Otobüslerin kaplanması	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_buses_coating_150703.pdf	Ek VII(3)
3	Trenlerin kaplanması	Bakınız: Diğer kaplama endüstrileri	8
3	ACE'nin (tarım, inşaat ve benzeri ekipmanlar) kaplanması	Bakınız: Diğer kaplama endüstrileri: http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141204.pdf	8

4	Gemi ve yatların kaplanması		8
5	Uçakların kaplanması		8
3	Diğer metal yüzeylerin kaplanması		8
6	Bobin kaplama	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_coil_coating_160603.pdf	7
10	Metal ambalajların kaplanması ve basılması	Bu endüstri, belirli bir EGTEI arka plan belgesi kapsamında değildir. Parça (ör. sert metal ambalaj), 'Diğer kaplama endüstrileri' arka plan belgesinde ele alınmaktadır. Sektörün diğer bölümleri esnek ambalaj ile ilgilidir.	3 ve 8 (kısmen)
3	Diğer plastik yüzeylerin kaplanması	Bakınız: Diğer kaplama endüstrileri: http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141204.pdf	8
14	Ahşap yüzeylerin kaplanması	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_wood_coating_300603.pdf	10
15	Ahşap koruma	http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_preservation_wood_v2_170304.pdf	12
16	Aynalar	Bakınız: Diğer kaplama endüstrileri: http://tftei.citepa.org/images/files/voc_emission_reduction_techniques_costs/bd_paint_general_industry_aggregated_v3_141204.pdf	8

21.3.2 Bölgesel çevresel maliyetlendirme modeli (MKM, MilieuKostenModel)

Tanım

Belçika'nın Flanders şehrinde, EGTEI çalışmasına paralel olarak bir çevresel maliyet modeli (MilieuKostenModel veya MKM) geliştirilmiştir. Bu araçla; potansiyel azaltma önlemlerine, bunların maliyetlerine ve emisyon azaltma potansiyeline ilişkin genel bir bakış elde etmek ve uygun maliyetli veya en düşük maliyetli çözümler bulmak mümkündür.

Karmaşık durumlar için etkileşimler ve değiş tokuşlar, MKM'de karma tamsayılı programlama yoluyla dikkate alınır. Model, optimize etmek (ör. emisyonları azaltmak için en düşük maliyetli çözüm veya belirli bir kirletici için marjinal maliyet eğrisi) ve simülasyon yapmak (ör. daha katı çevresel hedeflerin en düşük maliyetli çözüm üzerindeki etkisini veya kirletici faaliyetlerin azaltılmasının etkisinin ne olduğunu) ya da aynı anda bir veya daha fazla kirletici için kirletici faaliyetlerin azaltılmasının etkisi için kullanılabilir.

Bir arka plan raporu, çevresel maliyetler ve maliyet etkinliği gibi kullanılan tanımları ve azaltma önlemlerinin maliyet etkinliğini analiz etmek için metodolojiyi açıklar.

MKM, çevre politikasının maliyetlerini belirlemek ve çevresel hedeflerin maliyet etkin bir şekilde nasıl gerçekleştirilebileceğini göstererek daha verimli bir çevre politikasına katkıda bulunmak amacıyla oluşturulmuştur. Özetlemek gerekirse amaçları şunlardır:

- Çevresel önlemler, azaltma potansiyelleri ve maliyetleri ile tutarlı bir veri tabanı geliştirmek
- Emisyon azaltma çabalarını farklı hedef gruplar arasında uygun maliyetli bir şekilde tahsis etmek için bir araç geliştirmek
- Birden fazla kirletici etkiyi hesaba katmak için bir araç geliştirmek
- Politika araçlarının maliyet etkinliğini analiz etmek için bir araç geliştirmek
- Ekolojik modeller, ekonomik modeller (ör. RAINS) gibi diğer modellerle ilişkilendirilebilecek bir araç geliştirmek

Mevcut verilere bağlı olarak, emisyon kaynakları toplu düzeyde (ör. sektör veya endüstri seviyesi) veya bireysel kaynak seviyesinde (ör. bireysel şirketler) tanımlanır. Veri tabanının formatı, emisyon kaynaklarının bireysel tesisler veya 'referans tesisler' olarak tanımlanmasını mümkün kılar. Bir 'referans tesis', aynı emisyon azaltma önlemlerinin mevcut olduğu ve belirli bir azaltma önleminin benzer azaltma sonuçları ve maliyetlerine sahip olduğu tesislerin temsili bir kategorisidir. Her bir kirletici için emisyonlar, örneğin tüketilen solvent miktarı gibi, kirliliğin kaynağı olan bir faaliyetle bağlantılıdır. Sonuç olarak MKM, faaliyetlerin veya emisyon faktörünün gelişimine dayalı olarak emisyonları tahmin etmek için kullanılabilir. Ayrıca, verileri diğer modellerin girdileriyle (ör. RAINS) karşılaştırmak da
MKM'yi örneğin girdi-çıktı tabloları veya genel denge modelleri ile ilişkilendirmek de mümkündür.

Emisyon verilerine ek olarak, her (referans) tesis için veri tabanına enerji tüketimi, çalışma saatleri, kapasite vb. girilebilir.

Her azaltma önlemi için, veri tabanına aşağıdaki bilgiler girilebilir: yatırım maliyetleri, işletme maliyetleri, kullanım ömrü, kapasite, azaltma verimliliği.

Modelin geliştirilmesi tek bir kritere odaklanmıştır: maliyet etkinliği. Bununla birlikte, çevresel etkinlik ve fizibilite gibi diğer kriterler çevre politikasının belirlenmesinde önemli bir rol oynayabilir. Çevresel maliyet modelinin (MKM) belirli bir şirket için yatırım analizi yapma konusunda bir araç olmadığını belirtmek önemlidir. Model, Flaman Hükümeti'ni farklı hedef gruplar için çevre politikası proje maliyetlerini

tahmin etmede desteklemek için bir araçtır. Bu tür bilgiler, örneğin, hedef gruplar arasında emisyon azaltma çalışmalarını tahsis etmek için kullanılabilir.
Bu belgede ele alınan ve bu modelle analiz edilen önlemler ve teknikler, örneğin kaplama sektörü için şunlardır:

- boyama teknikleri/sistemleri, yani yüksek katılı (bk. Madde 17.7.2.1), su bazlı (bk. Madde 17.7.2.2), toz kaplama (bk. Madde Section 17.7.2.3) ve UV ile kürlenmiş boya (bk. Madde 17.7.2.3);
- çıkış gaz işleme teknikleri, yani aktif karbona adsorpsiyon (bk. Madde 17.10.6.2), termal oksidasyon (bk. Madde 17.10.5.2) ve biyolojik arıtma (biyofiltreler) (bk. Madde 17.10.7).

VOC emisyonlarını azaltmak için bu belgede daha fazla önlem açıklanmaktadır ancak bu modelle bunların tümü analiz edilemez.

MKM veri tabanında şu sektörlere başvurulabilir: kaplama, baskı, yağ giderme, yapıştırıcılar ve otomobiller. Aracın çıktısına bir örnek olarak, kaplama sektörlerine ilişkin sonuçlar Tablo 21.3 ve Tablo 21.4'te gösterilmektedir.

*Not: Bu veriler MKM'den temin edilmiştir ve dipnotlara başvurulmalıdır.

Referans literatür

MKM'nin sayfası: https://emis.vito.be/nl
Arka plan raporu: (Meynaerts E., Ochelen S., Vercaemst P., Milieukostenmodel voor Vlaanderen – Achtergronddocument, 2003).
[48, VITO 2005] [78, TWG 2005]

Tablo 21.3: Model tarafından analiz edilen tüm önlemlerin ortalama maliyetleri ve VOC azaltma potansiyeli

Teknik	Boyanın işletme maliyeti (kg başına EUR)	Enerji maliyeti (saat başına EUR)	Kalıntılar (EUR/kg)	Boyanın VOC içeriği (ağırlıkça % olduğu varsayılır)	
Geleneksel	3,11	6,7	0,3	BY	
Yüksek katılar	3,5	6,4	0,3	< % 30	
Su bazlı	8,43	7,21	0,2	% 7,50	
Toz kaplama	15,39***	2,9	0	% 0	
UV boya	3,78***	3,76	0	% 3,50	
	Yatırım maliyeti (1000 m^3/s başına bin EUR)	**Aktif karbon (kg başına EUR)**	**İşletme maliyeti**	**VOC azaltma (%)**	**VOC emisyon konsantrasyonu**
Aktif karbon*	5-10	1,2	1- 10 gr/m^3'lük ilk VOC kons. ile m3/saat başına 0,5-2,30 EUR	% 85	5-100 mg TOC/m^3
Termal oksidasyon **	5-40	Yok	1000 m^3/saat başına 0,45-4,50 EUR (ekstra enerji)	% 95-99	< 20-50 mg TOC/m^3

* VOC emisyonları yılda 8 ila 20 ton arasında olduğunda azaltma seçeneği, %85 azalma.
** VOC emisyonları yılda > 20 ton olduğunda azaltma seçeneği, %95 azalma.
*** Madde 17.7.2.3 ve 17.7.2.6'da, hem radyasyonla kürlenen hem de toz kaplama boyalar için 3,01-5,38 EUR/kg maliyet verilmektedir.
Kaynak: [48, VITO 2005]

Tablo 21.4: Endüstri başına VOC emisyonlarının azaltılması için olası uygun maliyetli önlemler

Endüstri	Çalışan Sayısı	Olası süreç içi önlemler ([1])			Muhtemel boru çıkışı önlemleri	
Metal yüzeyler	1-19	%60 yüksek katılar	*%40 su bazlı*	%50 toz		
	20-199	%80 yüksek katılar	*%40 su bazlı*	%50 toz		
		%100 yüksek katılar		%60 toz		Yakıcı
						Yakıcı*
	200-499	%80 yüksek katılar		%50 toz		
					Aktif karbon*	Yakıcı
						Yakıcı*
	500-999	%80 yüksek katılar		%50 toz	Aktif karbon*	
		%80 yüksek katılar				Yakıcı
	1 000-1 000+	%80 yüksek katılar				
		%100 yüksek katılar	Su-bazlı			
Metal ambalaj – variller	20-99					Yakıcı*
	100-199					Yakıcı*
	500-999	Temizlik maddelerinin optimize edilmesi				
Mobilya	10-499			%80 toz (hala ıslak kaplama kullananlar için)		
	5-199		%60 su bazlı	*%40 toz*	Aktif karbon*	
Gemiler	10-499	%60 yüksek katılar				
Trenler	10-1000+	%70 yüksek katılar		*%30 toz*	Aktif karbon*	Yakıcı*
Diğerleri	1-49	%60 yüksek katılar		%30 toz		
	50-99		%30 su bazlı	%30 toz		
	100-199	%60 yüksek katılar		%30 toz		
	200-499	İlave önlem bulunmuyor				
	500-999				Aktif karbon	

Endüstri		Çalışan Sayısı	Olası süreç içi önlemler ([1])			Muhtemel boru çıkışı önlemleri	
AHŞAP	Mobilya	1-9	%30 yüksek katılar	% 30 su bazlı			
		10-19	%30 yüksek katılar	% 30 su bazlı			
		20-49	%30 yüksek katılar	% 30 su bazlı	UV boya	Aktif karbon*	*Biyofiltre**
				su bazlı	UV boya		
		50-99	%30 yüksek katılar	% 30 su bazlı	%10 UV	Aktif karbon*	*Biyofiltre**
		100-199	%30 yüksek katılar	% 30 su bazlı	%10 UV		
		200-499	%30 yüksek katılar	% 30 su bazlı	%10 UV	Aktif karbon*	Yakıcı*
	Doğrama işi	1-499	%30 yüksek katılar	% 40 su bazlı	%10 UV		Yakıcı
	Diğerleri	5-199	%30 yüksek katılar	% 40 su bazlı	%10 UV		
Plastik		1-4	%50 yüksek katılar	*% 30 su bazlı*			Yakıcı*
		5-9	%50 yüksek katılar				Yakıcı*
		10-19	%50 yüksek katılar				Yakıcı*
		50-99	%50 yüksek katılar	*% 40 su bazlı*			
		100-199		*% 50 su bazlı*			
		200-499	%50 yüksek katılar	*% 40 su bazlı*			Yakıcı*
		500-999	%50 yüksek katılar		UV boya		Yakıcı

([1]) Muhtemel önlemlerin yüzdeleri, maksimum teknik alımla ilgilidir, maliyet avantajına dayalı değildir.
* Ankette bir sonuca varmak için yeterli veri toplanmamıştır. Bu durumlarda, genel bir kural kullanılmıştır: VOC emisyonları > 20 t/yıl olduğunda oksitleyiciler teknik olarak uygulanabilir olup aktif karbon ve biyofiltrelere adsorpsiyon, VOC emisyonları 8 t/yıl ila 20 t/yıl aralığında olduğunda teknik olarak uygulanabilir. Ancak, bu belgenin Madde 17.10'unda seçimin toplam tüketimle değil, hava hacmi ve konsantrasyonuyla ilgili olduğu gösterilmektedir.
İtalik olarak yazılan ölçüler, diğer ölçütlere göre daha yüksek maliyet ve daha düşük verimliliğe sahip oldukları için reddedilmiş ve modelde dikkate alınmamıştır.
Kaynak: [48, VITO 2005]

21.4 Kaçak emisyonların ölçülmesi – doğrudan yöntem

[16, Aminal ve diğ. 2002] [38, TWG 2004] [97, TWG 2006]

Adım 1: Tesis içindeki tüm kaçak emisyon kaynaklarının belirlenmesi

Azaltma sistemine yönlendirilmeyen tüm solvent buharları havaya kaçar ve kaçak emisyonlara katkıda bulunur. Bu belgede ele alınan çoğu endüstri, birçok kaçak emisyon kaynağına sahiptir. Aşağıda Flanders, Belçika ve Hollanda'daki yaklaşık 10 fleksografik baskı (esnek paketleme) fabrikasında bir vaka çalışması yer almaktadır. Ancak aşağıdaki adımlarda açıklanan ilkeler diğer endüstrilere kolayca aktarılabilir. Çoğu tesisin birkaç kaynağı olacaktır ve bunların çoğu yalnızca küçük veya çok küçük emisyonlara neden olacaktır. Çoğu durumda, bir fabrikada kaçak emisyonlara önemli katkı sağlayan yalnızca bir ila üç kaynak vardır. Doğruluğu artırmak veya kolaylık sağlamak için bir kaynak için birden fazla emisyon faktörünün belirlenmesi gerekebilir.

Esnek bir paketleme tesisi, birçok kaçak emisyon kaynağına sahiptir. Şimdiye kadar tanımlanan kaynaklar aşağıda listelenmiştir ancak çoğu tesis bunlardan yalnızca birkaçına sahip olacaktır. Bazı durumlarda daha fazla kaynak olabilir veya başka bir sınıflandırma daha uygun olabilir.

Fleksografik baskı için kaçak emisyon kaynakları şunlardır:

- baskı sırasında baskı odası havalandırması
- hazırlık sırasında kurutucu havalandırması
- bekleme sırasında kurutucu havalandırması
- pres üniteleri arasında yerel egzoz
- temizlik bölümü
- mürekkep karıştırma bölümü
- su bazlı mürekkeplerin, boyaların ve yapıştırıcıların solvent içeriği
- yakıcıya bağlı olmayan üretim makinelerinde kullanılan solventler
- ürünlerde artık solvent
- suya atılan solventler
- atık su arıtma tesislerinden kaynaklanan solvent emisyonları
- tanklardan vb. kaynaklanan buhar kayıpları

Çifte sayımdan kaçınılmalıdır. Örneğin, mürekkep baskı makinesinin yanında karıştırılırsa, buharlaşan solvent, baskı üniteleri ile oda havalandırması arasındaki yerel egzoz ile giderilir ve ayrı olarak ölçülmesi gerekmez.

Adım 2: Havalandırma sisteminin incelenmesi ve beklendiği gibi çalışmasının sağlanması

Özellikle üretim alanlarında, havalandırma sisteminin tasarımı, hangi kaçak emisyon kaynaklarının mevcut olduğunu ve yayılan miktarların nasıl tahmin edilmesi veya ölçülmesi gerektiğini belirler. Havalandırma sistemleri normalde tesiste varsayıldığı gibi çalışmaz. Ya sistem hatırlanandan ya da kaydedilenden farklı bir şekilde kurulmuş ve/veya zaman içinde sistem kontrol ayarları tamamen değiştirilmiştir. Gerçekten beklendiği gibi çalışan bir havalandırma sistemi çok nadirdir.

Uygulamada fiilen karşılaşılan bazı örnekler şu şekildedir:

- Gerçek kanal sistemi çizimden farklıydı. Fanlar ve kanallar takılmış veya çıkarılmış ve değişiklikler doğru bir şekilde belgelenmemiştir.

- Otomatik pozitif ve negatif basınç kontrolleri tasarlandığı gibi çalışmamıştır. Atmosfer basıncının üzerinde çalışması beklenen matbaalar aslında atmosfer altı basınçta çalışmaktaydı ve bunun tersi de geçerliydi.
- Havalandırma sisteminin bazı bileşenlerinin beklenenden daha fazla işleve sahip olduğu ortaya konmuştur. Baskı ünitelerinden birinde sulu boyalar için bir fanın da pres üniteleri arasındaki yerel egzoza bağlı olduğu bulunmuştur.
- Binanın farklı bölümleri arasında önemli hava akışlarının olduğu ortaya konmuştur.

Havalandırma sisteminin işleyişi kusursuz olmadığı sürece, bundan etkilenen kaçak emisyonları ölçmenin veya tahmin etmenin bir anlamı yoktur. Havalandırma sistemi ayarlarının daha sonra yapılması gerekiyorsa, tahmin ve ölçümlerin hiçbir faydası olmayacaktır. Bu nedenle ilk eylem, üretim alanlarındaki havalandırma sisteminin tam olarak anlaşılmasını sağlamak olmalıdır. Kanal ve fanların çizimlerle karşılaştırılması gerekir. Bakım durumu kontrol edilmelidir. Yetersiz bakım ve temizlik, hava akışını %50'ye kadar azaltabilir. Herhangi bir ölçüm gerçekleştirmeden önce standart altı bakımları düzeltmek iyi bir uygulamadır.

Tasarım ile mevcut sistem karşılaştırılırken aşağıdaki gibi sorular sorulmalıdır:

- Filtreler ve tahrik kayışları, tedarikçilerin bakım programlarına göre değiştirildi mi?
- Fan kanatları ve ısı eşanjörleri temiz mi?
- Egzoz nerede?
- Temiz hava için girişler nerede?
- Hangi egzozlar aynı kanala bağlı?
- Hangi fan, sistemin hangi kısmına hizmet ediyor?
- Damperler ve valfler ne zaman otomatik olarak açılır veya kapanır?
- Hangi otomatik kontroller dahil edilmiştir?
- Bunlar için hangi ölçümler yapılmaktadır?
- Fanların teorik debileri nedir?
- Kontrol sistemlerinin nasıl çalışması gerekiyor?
- Yaz ve kış kontrol modları arasındaki fark nedir?

Çoğu durumda, teori ve pratik arasında açık bir fark vardır. Daha sonra gerçekte neyin gerekli olduğuna karar verilmeli ve havalandırma ayarları buna göre ayarlanmalıdır. Ardından, havalandırma sisteminin üretim sürecinin farklı aşamalarında (ör. hazırlık, baskı, temizleme) gerekli sonuçları gerçekten sağlayıp sağlamadığı doğrulanmalıdır. Uygulamada, bunu yapmak nispeten kolay olabilir. Örneğin; kapılar, pencereler ve diğer açıklıklardan geçen hava akışının yönü, ince, dar bir plastik film şeridi kullanılarak kolayca belirlenebilir. Kaçak emisyonlar ancak havalandırma sistemi tesis yönetiminin gerektirdiği şekilde ayarlandıktan sonra belirlenebilir. Açıkçası, yönetimin iyileştirilmiş rejimin sürdürülmesini de sağlaması gerekecektir.

3. Adım: Emisyon faktörünün üretim parametresi ile çarpılması şeklinde her kaynak için doğrulanmış bir tahmin yapılması

Emisyonları ihmal edilebilir olmayan her kaynağın emisyonları tahmin edilmelidir. Bu adımda, büyüklük sırasının oluşturulması gerekir. Emisyonların ek ölçümleri gerektirecek kadar yüksek olup olmadığına daha sonra karar verilecektir. Açıkçası, tahminlerin güvenilir bir temeli olmalıdır, ancak bu aşamada ölçüm sayısı en aza indirilmelidir. Amaç, yalnızca tesis içinde zaten mevcut olan verileri ve kolayca ölçülebilen verileri kullanmaktır.

Aşağıda, tesiste zaten mevcut olan veya kolayca ölçülebilen yararlı bilgilere bazı örnekler verilmiştir:

- üretici tarafından belirtilen fan kapasiteleri
- solventlere mesleki maruz kalma hakkında bilgi
- müşteriler için gerçekleştirilen ürünlerde artık solvent ölçümleri
- Alınan toplu solventlerin, mürekkeplerin, boyaların ve yapıştırıcıların miktarı
- mürekkep karıştırma bölümünde basit deneyler
- temizleme bölümü vb. için basit solvent terazileri
- yerel egzozlarda bir PID ile konsantrasyon ölçümleri
- basın odası havalandırma akışının yönünün doğrulanması.

Tablo 21.5'teki örnek, yıllık 1000 ton solvent girdisi olan bir tesisle ilgilidir. Örnek, on bir kaynaktan sadece ikisinin kaçak emisyonların %70'inden fazlasını nasıl oluşturduğunu açıkça göstermektedir.

Tablo 21.5: 1000 ton solvent işleyen bir tesisten çıkan kaynaklarla ilgili emisyonlar

Kaynak	Kg cinsinden emisyonlar	Girdi yüzdesi	Kaçak yüzdesi
Baskı sırasında baskı odası havalandırması	9 000	0,90	8,0
Hazırlık sırasında kurutucu havalandırması	5 400	0,54	4,8
Bekleme sırasında kurutucu havalandırması	22 500	2,25	20,0
Pres üniteleri arasında yerel egzoz	56 550	5,66	50,3
Temizlik bölümü	8 750	0,88	7,8
Mürekkep karıştırma bölümü	7 500	0,75	6,7
Su bazlı mürekkeplerin solvent içeriği vb.	2 500	0,25	2,2
Ürünlerde artık solvent	200	0,02	0,2
Suya boşaltılan solventler	-	-	-
Atık su arıtma tesisinden solvent emisyonları	-	-	-
Tanklardan vb. kaynaklanan buhar kayıpları	67	0,01	0,1
Toplam	**112 467**	**11,26**	**100,1**

Bu aşamada başka bir seçenek de, herhangi bir ek ölçüm yapmadan önce ana kaynaklardan gelen emisyonları azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak olabilir. Örneğin, yeterli yakıcı kapasitesi mevcutsa, pres üniteleri arasındaki yerel egzoz veya temizleme bölümünün egzozu yakıcıya bağlanabilir. Böylelikle kaçak emisyon kaynaklarını tamamen ortadan kaldıracaktır.

4. Adım: Hangi kaynakların daha fazla doğruluk gerektirdiğinin belirlenmesi

Adım 3'te yapılan tahminler özellikle doğru değildir. Ancak bu tahminler kaçak emisyonların büyüklüğünün kaynaklar arasında büyük farklılıklar gösterdiğini açıkça belirtmektedir. Pres üniteleri arasındaki yerel egzoz özellikle önemliyken, tanklardan buhar kayıpları çok azdır.

Şimdi hesaplanan toplam kaçak emisyonun doğruluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Daha fazla doğruluk gerektiren emisyon parametreleri seçilmelidir. Bu, en kötü durum yaklaşımıyla yapılır: her kaynak için mümkün olan maksimum hata tahmin edilir ve söz konusu kaynaktan kaynaklanan maksimum potansiyel kaçak emisyonlar hesaplanır. Tüm bu maksimum potansiyel emisyonların toplamı 'en kötü durum'dur.

Adım 3'te yapılan emisyon tahminlerinin çoğu, oldukça yanlış olan iki veya daha fazla rakamın çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Örneğin, teorik bir hava akışı, gösterge niteliğindeki bir konsantrasyon ölçümü ve tahmini bir çalışma saati sayısı ile çarpılmış olabilir. Böyle bir durumda parametrelerin her birindeki yanlışlığın ayrı ayrı tahmin edilmesi gerekir ve bu bilgi

sanki mümkün olan en büyük potansiyel hata gerçekten meydana gelmiş gibi, her kaynaktan potansiyel maksimum emisyonları hesaplamak için kullanılır. Sonuç, söz konusu kaynaktan mümkün olan maksimum emisyonlardır.

Tüm farklı kaynaklardan mümkün olan maksimum emisyonlar, sanki her bir kaynak için ilk emisyon tahminleri çok düşükmüş gibi, maksimum genel kaçak emisyonları hesaplamak için toplanır. Bu çok muhafazakar bir yaklaşımdır. Emisyon tahminlerinin çok düşük değil, çok yüksek olması da aynı derecede muhtemeldir. Bu durumda, gerçek kaçak emisyonlar tahminlerden daha düşük olacaktır. Gerçekte, her iki taraf için de hatalar yapılacak ve gerçek emisyonlar, potansiyel maksimum emisyonların hesaplanması temelinde varsayıldığından ilk tahmine daha yakın olacaktır.

Tablo 21.6'daki örnek, her kaynak için maksimum hatanın tahminini gösterir. Bununla birlikte, yanlışlığın büyük bir kısmının havalandırma akışları ve solvent konsantrasyonları hakkında sınırlı miktarda bilgiden kaynaklandığını unutmayın.

Tablo 21.6: Hataların hesaplanmasının olası bir sonucuna örnek

Kaynak	Girdi yüzdesi olarak kaçak emisyonlar	Maks. hata faktörü	Maks. girdi yüzdesi
Baskı sırasında baskı odası havalandırması	0,90	2,25	2,03
Hazırlama sırasında kurutucu havalandırması	0,54	1,50	0,81
Bekleme sırasında kurutucu havalandırması	2,25	2,00	4,50
Pres üniteleri arasında yerel egzoz	5,66	2,25	12,72
Temizlik bölümü	0,88	2,00	1,75
Mürekkep karıştırma bölümü	0,75	1,50	1,13
Su bazlı mürekkeplerin solvent içeriği vb.	0,25	1,25	0,31
Ürünlerde artık solvent	0,02	1,25	0,03
Tanklardan vb. kaynaklanan buhar kayıpları	0,01	1,00	0,01
Toplam	**11,26**		**23,29**

Bu şekilde elde edilen en kötü durum rakamları, orijinal tahmini kolayca iki katına çıkarabilir. Bazı kaynaklar o kadar küçük olacaktır ki, ne kadar hassas ölçülürlerse ölçülsünler sonucu etkilemezler. Bu örnekte bunlar:

- su bazlı mürekkeplerin, boyaların ve yapıştırıcıların solvent içeriği
- ürünlerde artık solvent
- tanklardan buhar kayıpları.

Bu kaynakları daha detaylı incelemenin bir anlamı yoktur. Listedeki kaynaklardan ikisi açıkça diğerlerinden çok daha önemlidir:

- pres üniteleri arasında yerel egzoz
- bekleme sırasında kurutucu havalandırması.

Bu kaynakların daha fazla araştırılması gereklidir ancak birlikte kaçak emisyonların %70'inden fazlasını oluştururlar.

Not: Bu sadece bir örnektir. Uygulamada, farklı kaynaklar yüksek veya düşük emisyonlu kaynaklar olabilir.

5. Adım: Büyük kaynaklar için yanlış tahminlerin iyileştirilmesi

Daha ileri araştırmaların kapsamı, derinliği ve ayrıntıları hedeflere bağlı olacaktır. Çoğu durumda, en kötü durum yaklaşımında sonuçta önemli bir iyileşme elde etmek için yalnızca iki veya üç kaynağın yanlışlığının azaltılması gerekecektir.

Araştırma, derinleştirilmek istenirse dönüştürme tesisinin özelliklerine göre uyarlanmalıdır. Daha önce belirtildiği gibi, araştırmanın derinleştirilmesi yalnızca hem nispeten büyük hem de belirsiz olan kaçak emisyon kaynakları için gereklidir.

Bu adım (Adım 5), ilk tahminlerin çoğunun yanlışlığının nasıl azaltılabileceğini açıklamaktadır. Hava akışı ve solvent konsantrasyonunun çarpıldığı durumlarda, tahminlerin iyileştirilmesi için bariz bir seçenek, konsantrasyonu fiilen ölçmektir. Bu, pasif örnekleyiciler kullanılarak nispeten kolay bir şekilde yapılabilir. Bir kaynaktan solvent kayıplarının terazilerle belirlenebildiği durumlarda, doğruluğu artırmak için tartım sayısı artırılabilir. Örnek olarak, doğruluğun iyileştirilmesinin sonuçları Tablo 21.7'de verilmiştir.

Tablo 21.7: Doğruluğun iyileştirilmesine ilişkin sonuçları gösteren bir örnek

Kaynak	Kg cinsinden emisyonlar	Girdi yüzdesi	Kaçak emisyonların yüzdesi
Baskı sırasında baskı odası havalandırması (pozitif basınç)	9 000	0,90	8,0
Temizlik bölümü	8 750	0,88	7,8
Mürekkep karıştırma bölümü	7 500	0,75	6,7
Su bazlı mürekkeplerin solvent içeriği vb.	2 500	0,25	2,2
Ürünlerde artık solvent	200	0,02	0,2
Suya boşaltılan solventler	-	-	-
Atık su arıtma tesisinden solvent emisyonları	-	-	-
Tanklardan vb. kaynaklanan buhar kayıpları	67	0,01	0,1
Daha derin araştırılmayan kaynakların ara toplamı	**28 017**	**2,81**	**21,1**
Hazırlık sırasında kurutucu havalandırması	8 000	0,80	6,0
Bekleme sırasında kurutucu havalandırması	24 750	2,48	18.6
Pres üniteleri arasında yerel egzoz	72 200	7,22	54,3
Ayrıntılı olarak incelenen kaynakların ara toplamı	**104 950**	**10,50**	**78,9**
Toplam kaçak emisyonlar	**132 967**	**13,31**	**100**
Önceki sonuç (ilave araştırmadan önce)	**112 467**	**11,25**	
Not: Kaçak emisyonların yüzdesi olarak daha derin araştırılmayan ara toplam %25 olmalıdır.			

Bu örnekte, derin araştırma sonucu 11 kaynaktan 3'ünün doğruluğunu büyük ölçüde arttırmıştır. Şimdi en kötü durum, gerçek tahminden yalnızca yüzde birkaç farklılık göstermektedir. Örnek olarak, yeni doğruluk tahminlerinin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Örnek: Aşağıdaki Tablo 21.8'de gösterildiği gibi artırılmış doğruluk.

Tablo 21.8: Artırılmış doğruluğun sonuçlarını gösteren bir örnek

Kaynak ve notlar	Tahmini girdi yüzdesi	Faktör maks. artık hatası	İyileştirilmiş tahmini maks. girdi yüzdesi
Hazırlama sırasında kurutucu havalandırması	0,80	1,20	0,96
Bekleme sırasında kurutucu havalandırması	2,48	1,20	2,97
Pres üniteleri arasında yerel egzoz	7,22	1,20	8,66
Diğer kaynaklar (değişmemiştir)	2,80		5,24
Toplam	**13,30**		**17,83**
Önceki sonuç	**11,25**		**23,28**

Lütfen burada yalnızca artan emisyonlarla sonuçlanan potansiyel hataların hesaplandığını unutmayınız. Bununla birlikte, azaltılmış emisyonlarla sonuçlanan hatalar eşit derecede olasıdır.

Kaçak emisyonların daha doğru bir şekilde belirlenmesi gerekiyorsa, daha derin araştırma için diğer emisyon kaynakları dikkate alınabilir. Bu örnekte, temizlik bölümü ve basın odası havalandırması muhtemel adaylardır. Bu örnekte gerçek tahmin ile en kötü durum arasındaki kalan farkın üçte biri (% 4,5) temizlik bölümüyle, beşte biri ise oda havalandırmasıyla ilişkilidir.

Adım 6: Yıllık üretim parametrelerinin kolayca elde edilebileceği bir kayıt tutma sisteminin oluşturulması

Sadelik, doğru parametreleri seçmekle başlar. Mümkün olduğu durumlarda parametreler halihazırda toplanmakta olan bilgilere dayanmalıdırlar. Ancak diğer kayıtlardan elde edilen rakamların gerçekte emisyon faktörünün ifade ettiği parametreyi doğru bir şekilde yansıtıp yansıtmadığı belirlenmeli ve dikkatli olunmalıdır. Mevcut kayıtlar ile gerekli parametreler arasındaki olası tutarsızlıklara ilişkin örnekler aşağıdaki gibidir:

- Üretim departmanında kaydedilen bekleme saatleri ve diğer duraklamalar, hem hazırlık hem de baskı sırasında meydana gelebilir. Bununla birlikte, kaçak emisyonların hesaplanmasında, yalnızca baskı birimlerinin mürekkep içerdiği ancak fiilen üretmediği dönemler önemlidir.
- Üretim kayıtlarına göre, üretim saatleri (baskı üniteleri arasındaki egzoz emisyonlarını hesaplamak için gerektiği gibi), bekleme saatlerini ve baskı sırasındaki diğer duraklamaları içermeyebilir. Ancak hesaplamalar için birimin mürekkep içerdiği sürenin tamamı belirlenmelidir.
- Mürekkebin bir kısmı mürekkep karıştırma bölümünde değil de baskı makinesinde karıştırılırsa, ortaya çıkan solvent kayıpları baskı odası havalandırmasına ve yerel egzozlara gidecektir. Bu, çift saymaya yol açabilir.

Adım 7: Üretim parametrelerini ve ilgili emisyon faktörlerini çarparak her bir kaynaktan kaynaklanan yıllık emisyonların hesaplanması

Bu adımın daha fazla açıklanmasına ihtiyacı duyulmamaktadır.

8. Adım: Sonuçların yıllık solvent yönetim planına dahil edilmesi ve kaçak emisyonların sınır değerle karşılaştırılması

Bu adımın daha fazla açıklanmasına ihtiyacı duyulmamaktadır.

Adım 9: Ekipman, operasyon veya havalandırma aralığında önemli bir değişiklik varsa yeni emisyon faktörlerinin belirlenmesi

Tesiste önemli değişiklikler varsa yeni emisyon faktörleri belirlenmelidir. Önemli bir değişiklik; üretim alanlarının havalandırma sisteminde değişiklik, yeni makine alımı, eski makinelerin satışı, ürün yelpazesinde önemli bir değişiklik veya çalışma yöntemlerinde değişiklik olabilir.

Emisyon faktörlerinin belirlenmesi pratikte tek seferlik bir faaliyet değildir. Tesis, kaçak emisyonlarla uğraşmaya alıştığında, bu emisyonların farkındalığı da artacaktır. Bu da kayıtlarda iyileştirmelere, ölçümlerin tekrarlanmasına ve yeniden kontrol edilmesine ve daha az önemli emisyon faktörlerinin doğruluğunu iyileştirme isteğine yol açacaktır. Ayrıca, kaçak emisyonları azaltmak için seçenekler belirlenecektir. Bu aynı zamanda yeni emisyon faktörlerine yol açacaktır.

21.4.1 Baskı sektörüne uygulama

Tanım

Bu yöntem iki Flaman esnek ambalaj fabrikasında, çok büyük bir ambalaj gravür fabrikasında ve orta ölçekli bir fleksografik fabrikada test edildi. Bu yöntem, kaçak emisyonların doğrudan ölçümlerine dayanır. Yakalama verimliliği, atık gazlarla birlikte tükenen buharlaşan solventlerin yüzdesidir. Geri kalanı kaçak emisyonlar olarak kaçar.

Alternatif (doğrudan) yöntemin tanıtımı ve terminolojisi

Kaçak emisyon kaynakları: Bir baskı tesisindeki kaçak emisyonların birçok farklı nedeni vardır. Bunlar; baskı, temizleme, mürekkeplerin karıştırılması, solventlerin transferi vb. sırasında ortaya çıkarlar. Bu faaliyetlerin her biri, kaçak emisyonların bir 'kaynağıdır'. Bir tesisteki kaçak emisyonları 10 veya 20 farklı 'kaynağa' tahsis etmek mümkündür.

Emisyon faktörü: Bir faaliyet ne kadar sık yapılırsa veya ne kadar uzun sürerse, kaçak emisyonlar o kadar büyük olacaktır. 20 varil mürekkebin karıştırılması, 10 varilin karıştırılmasından iki kat daha fazla kaçak emisyon üretecektir. 4 saatlik baskı, 2 saatlik baskıya göre daha fazla kaçak emisyonla sonuçlanır.

Her kaynak için bir emisyon faktörü belirlenebilir. Bu faktör, faaliyetin yürütüldüğü her zaman veya her saat için kaçak emisyonların miktarını gösterir.

Emisyon faktörlerinin yalnızca bir kez belirlenmesi gerekir. Emisyon faktörleri bir makineye ve çalışma yöntemine özgüdürler. Ne makine ne de çalışma yöntemi değişmezse emisyon faktörü de değişmeden kalır.

Üretim parametresi: Emisyonun hesaplanması için emisyon faktörünün bir üretim parametresi ile çarpılması gerekir. Bu üretim parametresi, söz konusu kaçak emisyon kaynağının etkinliğinin bir ölçüsüdür. Üretim parametresi ne kadar büyük olursa, kaçak emisyonlar da o kadar büyük olur.

Örnekler: Temizleme işlemleri için temizleme ünitesinin kullanım sayısı parametre olarak kullanılabilir ve mürekkebi karıştırmak için karıştırılan mürekkebin hacmi kullanılabilir.

Üretim parametrelerini üretmek için etkili kayıtların tutulması gerekir.

Kısaca, yöntem şu anlama gelir:

- İlgili emisyon faktörlerini tahmin edin veya ölçün ve yıllık üretim parametreleri için bir kayıt tutma sistemi kurun. Bu sadece bir kez yapılmalıdır.

- Kaçak emisyon hesaplamaları her yıl yapılmalıdır. Bu, söz konusu yıl için üretim parametrelerinin emisyon faktörleriyle çarpılmasıyla yapılır.

Açıkçası, en zor adım emisyon faktörlerini belirlemektir. Bu, iki veya daha fazla aşamada yapılır. İlk adım, iyi kanıtlanmış bir tahmin yapmaktır. Bu, tüm farklı kaçak emisyon kaynakları için yapılır. Çok düşük emisyonlar gösteren çok sayıda kaynak için başka bir işlem yapılmasına gerek yoktur. İkinci adım, daha doğru ölçümlerin yapıldığı az sayıda büyük kaynak için gerçekleştirilir.

Doğruluk

Üretim parametreleri doğru olarak belirlenebilir. Tercihen bu parametreler, halihazırda üretim kayıtlarının bir parçası olan veya solvent yönetim planının diğer bölümleri için zaten toplanması gereken rakamlardır.

Bu tür parametrelere örnek olarak, üretim ekipmanının çalışma saatleri, her makinede işlenen sipariş sayısı, satın alınan mürekkebin hacmi ve karıştırılan mürekkebin ton sayısı verilebilir. Parametreler her zaman aktivitenin ölçüsüdür: parametre ne kadar yüksekse, ilişkili kaçak emisyonlar da o kadar yüksek olmalıdır.

Emisyon faktörleri, faaliyet birimi başına emisyonların bir ölçüsüdür. Örneğin, karıştırılan mürekkebin bir kilosu başına solvent kaybı veya çalışma saati başına pres üniteleri arasındaki yerel egzoz yoluyla solvent kaybı.

Emisyon faktörlerinin doğruluk düzeyi değişkendir. Ölçümler ve araştırma ne kadar kapsamlı olursa, faktörler o kadar doğru olacaktır. Farklı kaçak emisyon kaynaklarının hepsinin aynı düzeyde doğru olmasına gerek yoktur.

Bir faaliyet için birden fazla emisyon faktörü kullanılarak da doğruluk artırılabilir. Tüm mürekkep karıştırma işlemleri için tek bir emisyon faktörü kullanmak yerine büyük ve küçük mürekkep partilerinin karıştırılması, sıcak veya soğuk günlerde karıştırma ve elle veya makine ile karıştırma arasında ayrım yapılabilir. Diğer bir deyişle bir ya da beş farklı faktör belirlenebilir. İkinci durumda, doğruluk daha büyük olacaktır.

Ancak faaliyet başına birden fazla emisyon faktörü belirlemek veya bunların doğruluğunu artırmak iş miktarını da artıracaktır. Kaçak emisyonlara neredeyse hiç katkıda bulunmayan küçük bir kaynak için çok fazla zaman harcamak verimli değildir. Bu nedenle, her bir kaynaktan gelen emisyonların büyüklük sırasını tahmin ederek başlamak ve ardından hangi kaynakların en doğru emisyon faktörlerine ihtiyaç duyduğunu belirlemek tavsiye edilir.

Bir kaynak için gereken doğruluk iki farklı konuya bağlıdır:

1. Toplam kaçak emisyonların büyüklüğü: eğer toplam kaçak emisyonlar sınır değerin önemli ölçüde altındaysa, potansiyel hatanın nispeten büyük olmasına izin verilir.

Örnek: %20'lik bir sınır değerinde (IED için), '%5 ile %10' arasındaki bir gerçek emisyon kabul edilebilir, ancak '%15 ile %30' arasındaki bir gerçek emisyon kabul edilemez. İkinci durumda, doğruluğun arttırılması gerekir.

2. Kaynağın toplam emisyonlara katkısı: Genel rakamın doğruluğunun iyileştirilmesi gerekiyorsa, hem nispeten büyük hem de düşük doğruluğa sahip kaynaklara odaklanılmalıdır.

Örnek: Mürekkep karıştırma departmanının %1 ila %2'lik bir katkısı ve baskı üniteleri arasındaki yerel egzozun %10 ila %20'lik katkısı ile %20'lik bir sınır değeri ve %15 ila %30'luk gerçek emisyonlar dikkate alındığında ikinci kaynağın doğruluğunu artırmak açıkça faydalı olacaktır.

Elde edilen çevresel faydalar

Kaçak emisyonların izlenmesindeki doğruluk önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Kaçak emisyonların kaynağı ve nedenine ilişkin edinilen içgörü, bu emisyonların azaltılmasına katkıda bulunur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yıkıcı bir azaltma tekniği uygulayan esnek paketleme tesislerine uygulanabilir.

Örnek tesisler

Yöntem, esnek ambalaj baskı tesislerinde test edilmiştir.

Referans literatür

[38, TWG 2004]

21.5 Solvent kütle dengesi (SMB)

21.5.1 Araç boyama atölyeleri için solvent kütle dengesi

[143, ACEA 2017]

21.5.1.1 Solvent kütle dengesinin kapsamı

Üstlenilen her bir solvent kütle dengelemesinin kapsamını tam olarak tanımlamak ve bu kapsamın tesisin onaylanmış toplam emisyonlarının kapsamıyla da tutarlı olmasını sağlamak çok önemlidir.

Kapsam tanımının başlangıç noktası, genellikle araç endüstrisi tesisleri için IED'nin Ek VII, Bölüm 3'teki tanımıdır: '...elektroforetik kaplamadan veya başka herhangi bir türden aynı tesiste gerçekleştirilen tüm proses aşamaları boya kabinleri ve diğer sabit ekipmanlar da dahil olmak üzere proses ekipmanının hem üretim sırasında hem de üretim dışında temizlenmesinde kullanılan solventin yanı sıra son kaplamanın son cilası ve cilasına kadar kaplama prosesinin tümünü kapsar.'

Bununla birlikte, pratik deneyim, dikkate alınması gereken çok sayıda ek yönün olduğunu göstermiştir. Bunlar aşağıdakileri içerir:

- Aynı fabrikada teknik olarak bağımsız tesisler için birkaç solvent kütle denkliği hazırlama ihtiyacı.
- Birkaç benzer tesis (ör. çeşitli tipteki boyahaneler) veya farklı faaliyetler (ör. tipler, araba gövdesi yapımında ve son montajda yapıştırma işlemleri, parça temizleme tesisleri veya tesislerin temizliğinde solvent kullanımı) için ortak bir solvent kütle dengesinin hazırlanması.
- IED tesisinin parçası olmayan işlem aşamalarının hariç tutulması, örneğin:
  - sevkiyattan önce bitmiş araca uygulanan koruyucu nakliye vaksı
  - montaj hattının sonunda tamamen monte edilmiş araçların boya onarımı
  - solventsiz malzeme kullanılıyorsa proses adımları (örnek: kavite mumu).
- Genellikle tüm işlem adımlarından geçmeyen ve elektro kaplama veya astarlama aşamalarından sonra kaplama işleminden tam araç birimleri yerine ayrı parçalar olarak ayrılan araç boyama sistemindeki bileşenlerin ve servis parçalarının kaplanması.
- Başka bir yerde elektrokaplanmış gövdelerin sprey kaplaması.
- Bazı durumlarda, gövde/ürün ve yüzey sayımındaki değişiklikler uygundur. Yaygın bir örnek, bir araç boyahanesinde servis parçalarının boyanması olup bunlar genellikle e-kaplama veya astardan sonra tesisten çıkar. Başka bir örnek, üretim yerine farklı bir yere takılmak üzere bir araç üretim tesisinde küçük üretim parçalarının boyanmasıdır.

Tesise özel SMB'nin tasarımıyla ilgili olarak solvent girdisi, kaplanan ürünlerin yüzey alanı ve tüm çıktı kütle akışlarının belirlenmesi gibi girdi verilerinin SMB'nin tesise özel kapsamı ile tutarlı olmasına ve ve servis parçaları vb. için kısmi işlemleri yansıtmasına dikkat edilmelidir.

21.5.1.2 Temel denklemler

İki tesis aynı değildir, bu nedenle SMB'lerin şantiyeye göre ayarlanması gerekmekte olup tesisler arasında doğrudan karşılaştırılamazlar.

Genel kurallar ve kullanılan terimler, Endüstriyel Emisyonlar Direktifi Ek VII'nin 7. Bölümünde tanımlanmıştır. Söz konusu Bölümde tanımlanan tanımlar ve denklemler şu şekilde özetlenebilir:

$$I = I1 + I2 = \sum_{i=1}^{9} Oi$$ Denklem 1

E = O1+O2+O3+O4+O9 doğrudan yöntem Denklem 2

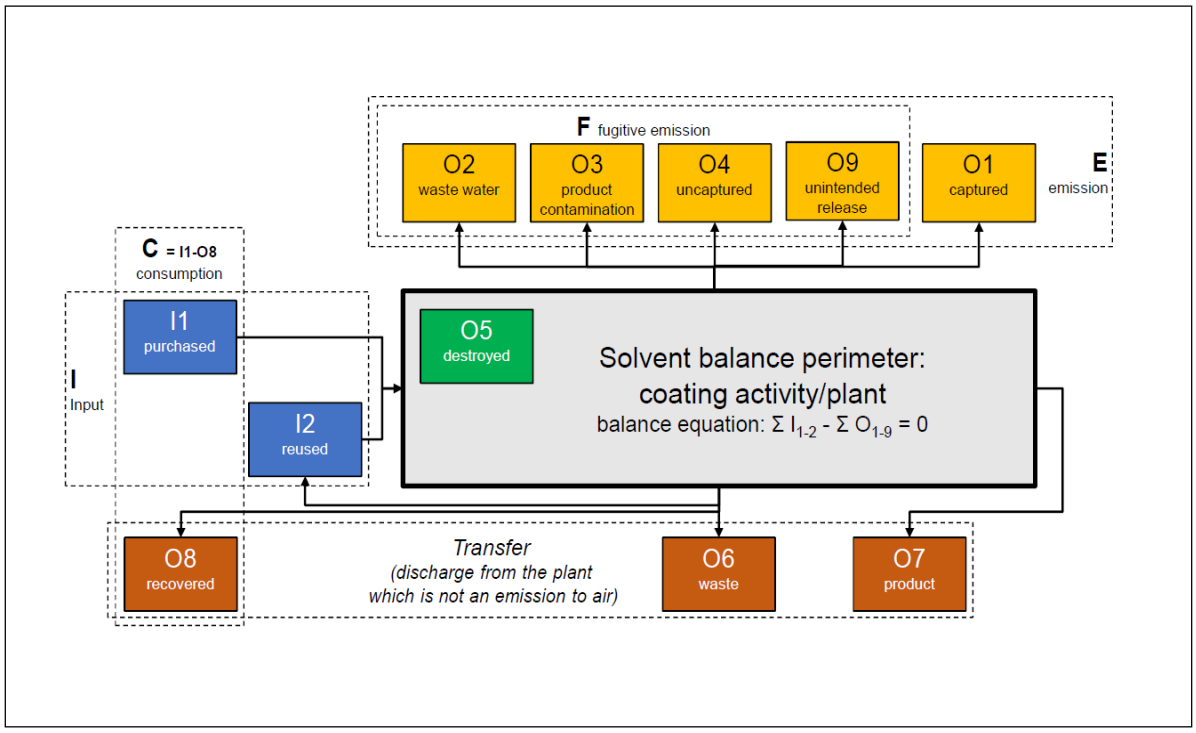
E = I1-O5-O6-O7-O8 dolaylı yöntem Denklem 3

$$Er = \frac{E}{A}$$ Denklem 4

burada:

A yüzey alanı
O1 O1.1 + O1.2.

(Çoğu zaman, pratik nedenlerle, işlenmiş (O1.1) ve işlenmemiş (O1.2) yakalanan emisyonlar ayrı ayrı belirlenir ve raporlanır.)



Şekil 21.3: Bir boyahanede solvent kütle akışları

Yukarıdaki şekilde, IED Ek VII Bölüm 7'de bahsedilen tüm kütlesel akış türleri gösterilmektedir. Toplam emisyonları E hesaplamak veya emisyon limitlerine uygunluğu göstermek için yalnızca birkaç tanesi konuyla ilgilidir veya açıkça belirlenmelidir.

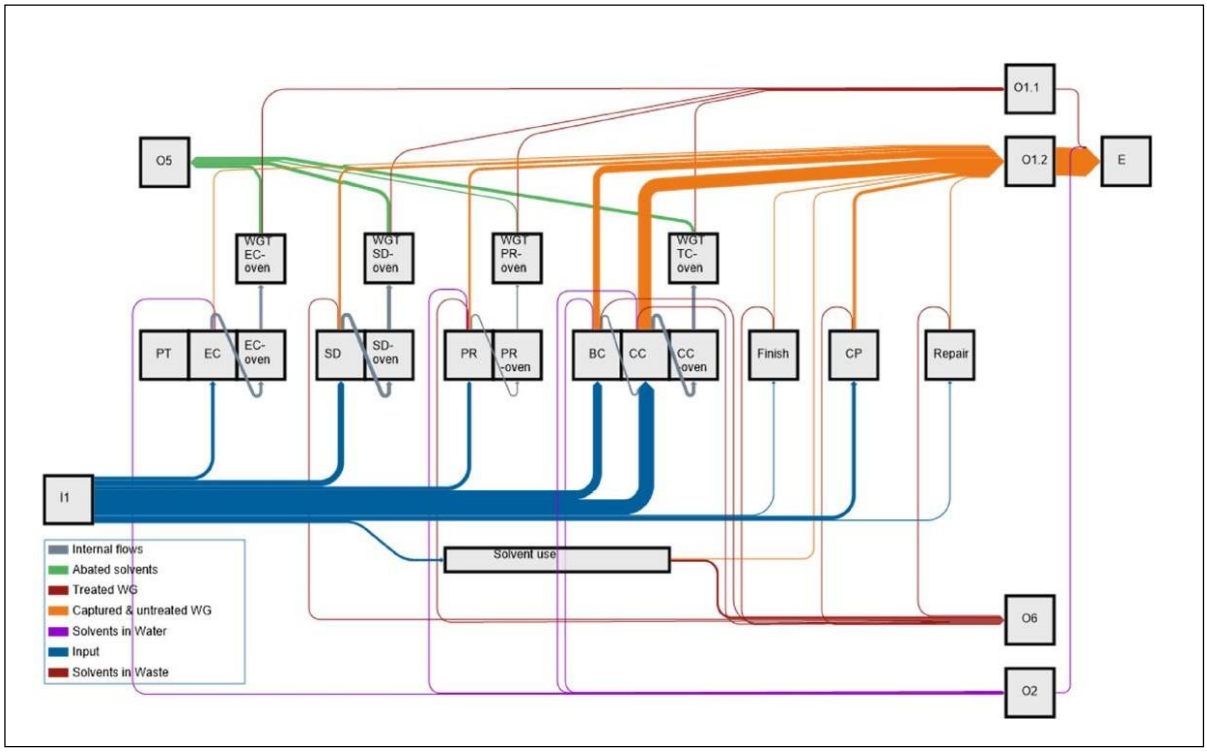
21.5.1.2.1 Organik solventlerin ilgili kütle akışları

Avrupa boyahanelerinde (WB boyahane ailesi) baskın kaplama konsepti olan su bazlı astar ve baz kat ile bir boyahanede organik solventlerin tipik kütle akış rakamları Şekil 21.4'te gösterilmektedir. Solvent bazlı astar ve/veya solvent bazlı baz kat, astarsız entegre prosesler veya solventsiz kavite koruma gibi diğer kaplama konseptleri, farklı kütle akışları arasında başka ilişkiler sağlayabilir.

Orantısız maliyetlerden ve insan gücünden kaçınmak için, yalnızca toplam solvent emisyonu üzerinde büyük etkisi olan solvent kütle akışları araştırılmalıdır. Kalan akışlar

sabit standart değerler (ör. burada sunulan) kullanılarak SMB hesaplamalarına dahil edilebilir veya hatta sıfır olarak belirlenebilir. Ancak bu, özellikle hesaplanan emisyon değeri ELV'ye yakınsa, tesisin bireysel durumuna bağlı olacaktır. Bu gibi durumlarda daha detaylı inceleme yapılması gerekir.

Bu iki ilke izlenerek ve pratik deneyimler dikkate alınarak (bk. Şekil 21.4), 1 ila 3 numaralı denklemlerde tanımlanan kütle akışları, Tablo 21.9'da gösterildiği gibi alaka düzeylerine göre sıralanabilir.



Şekil 21.4: Bir boyahane hattındaki solvent kütle akışları (örnek)

Tablo 21.9: Farklı kütle akışlarının önemi

Kısaltma	Kütle akışı	Açıklama (a, b, c, azalan alaka düzeyini gösterir)	Alakalı ise … yöntemi uygulanır
Birincil öneme sahip kütle akışları Her SMB hesaplaması için sayısal belirleme. Bu parametrelerin belirlenmesiyle ilgili belirsizlikler, sonucun toplam belirsizliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olacaktır.			
I1	Solvent girdisi	Boyalarda solvent olarak VOC'ler; uygulama için seyrelticiler ve durulama maddeleri; tesis temizliği için temizleyiciler.	Dolaylı
O1.2	Yakalanan ve işlenmemiş emisyonlar	Atık hava arıtımı olmayan uygulama bölgeleri: a. CC, BC, PR, b. SD, CP, c. Cila, karıştırma odaları	Doğrudan
O5	Azaltma teknikleriyle yok edilen solventler	Genellikle çıkış gazı işlemede yakma yoluyla, ancak solvent kütle dengesinin sınırları içinde gerçekleştirilmesi ve organik solventlerin diğer maddelere nihai dönüşümüne yol açması koşuluyla başka herhangi bir işlem dikkate alınmalıdır.	Dolaylı
O6	Atık olarak solventler	a. Renk değiştirme ve tasfiyeden (PR, BC, CC) toplanan solvent/boya. b. Atık boya. c. Atık plastisoller (gövde altı koruması, birleşme yeri yalıtımı). d. Solvent kontaminasyonu olan diğer atıklar.	Dolaylı
O8	Geri kazanılan solventler	İkisinden biri: • Her solvent denge döneminin başında ve sonunda solventlerin/boyaların stok farklılıkları. • Dahili veya harici yenileme sonrasında aynı tesiste yeniden kullanım için yakalanan solventlerin depolanması. [53] Aynı referans periyodu için kaplama işlemine solventler katılırsa O8, I2'ye dönüşür.	Dolaylı
İkincil öneme sahip kütle akışları Her SMB hesaplaması için niceliksel bir belirleme (ölçüm) gerekiyorsa duruma göre karar. ELV ile uyum durumuna bağlı olarak ampirik değerlerin veya tahminlerin kullanılması yeterli olabilir.			
O1.1	Yakalanan ve işlenmiş emisyonlar	İlgili çıkış gazı işleme ekipmanının normal çalışma koşulları altında toplam emisyona katkısı çok küçüktür. Ancak O5'in belirlenmesi, temiz gaz emisyonlarının belirlenmesini gerektirir ve bazen noktasal kaynağa özgü emisyon limitlerine uygunluğun gösterilmesi için emisyon konsantrasyonlarının belirlenmesi gerekir.	Doğrudan veya dolaylı
O2	Atık su	Esas olarak, fazla püskürtülen boya yıkayıcılardan sirkülasyon suyunun tahliyesinden, az miktarda da EC atık suyundan.	Doğrudan
O3	Ürün kontaminasyonu	Yalnızca solvent bazlı boşluk doldurucu vaksı kullanılıyorsa geçerlidir; az miktarda solvent bazlı kavite mumu filmde kalabilir ve son montaj sırasında buharlaşacaktır. Araçlar nihai montaj hattına sevk edilmeden önce tüm boya katmanları boyahane kurutucularında tamamen kürlenir.	Doğrudan
O4	Havaya yakalanmamış emisyonlar	Açık veya yarı kapalı işyerleri: a. cila, CP, SD,	Doğrudan

[53] Bazı Üye Ülkelerde, bir atık işleme tesisine 'geri kazanım için atık' olarak aktarılan solventler, bu solventlerin aynı tesise geri gönderilmeleri dışında, O6 kapsamında sayılır.

Kısaltma	Kütle akışı	Açıklama (a, b, c, azalan alaka düzeyini gösterir)	Alakalı ise … yöntemi uygulanır
		b. atık su arıtma ve atık işleme yerleri.	
O9	İstenmeyen tahliyeler	Dökülmeler veya kazalar gibi olağandışı ve düzensiz emisyonlar.	Doğrudan
I2	Geri dönüştürülmüş solvent	Yakalanan solventlerden geri kazanılır, yenilenir ve aynı tesiste yeniden kullanılır. Sadece nadir durumlarda (temizlik solventi olarak kullanılması).	Dolaylı
Motorlu araç boyahanelerinde alakasız kütle akışları (% 0)			
O7	Ürün olarak solventler	Araç boyahaneleri solventli ürünler üretmezler.	

21.5.1.2.2 Doğrudan veya dolaylı yöntem seçimi

Bazı boyahanelerde atık gazlar birkaç ortak bacadan (2-8) salınır ancak birçok tesiste her bir atık gaz akışı kendi bacasına bağlanır ve bu da farklı boyutlarda 30'dan fazla, bazen 70'e kadar baca oluşturur.

2. ve 3. Denklemde toplam VOC emisyonlarının hesaplanması için iki alternatif yol tanımlanır.

Doğrudan yöntem (denk. 2), yakalanan ve işlenen (*O1.1*) veya yakalanan ve işlenmeyen (*O1.2*) her ilgili atık gaz akışından (*O1*) kaynaklanan emisyonların belirlenmesini gerektirir. Bu genellikle periyodik veya sürekli ölçümlerle analitik belirleme yoluyla elde edilir (bk. Madde 21.5.1.4). Ayrıca boyahanenin açık veya yarı kapalı alanlarından kaynaklanan kaçak emisyonlar (*O4*) ve atık sudaki solvent transferi (*O2*) belirlenmelidir.

Dolaylı yöntem (denk. 3) kullanılarak tesise giren (*I1*) ve salınmayan, daha çok çıkış gazı işleme tesislerinde (*O5*) yok edilen veya atık olarak toplanıp bertaraf edilen (*O6*) solvent miktarları bulunur. Bağımsız bacalarda doğrudan emisyon ölçümüne gerek olmayabilir. Aynı şekilde, boyahanenin açık veya yarı kapalı alanlarından kaynaklanan kaçak emisyonların veya atık sudaki solventlerin belirlenmesinin teknik olarak çok karmaşık olan tespiti atlanabilir.

Her iki yöntem de eşdeğerdir

Her iki yöntem de yasal açıdan genellikle eşdeğerdir (her ikisi de IED Ek VII, Bölüm 7'de açıklandığı gibi). Bir tesisin operatörü, ELV'ye uygunluğun yeterli güvenilirlikle kanıtlanabilmesi ve yerel izin makamının gerekliliklerini karşılaması koşuluyla, kendi yerel koşullarına en uygun yöntemi seçmekte özgürdür.

Bununla birlikte, doğrudan yöntem genellikle aşağıdaki nedenlerle kullanılmaz:

- Bacaların sayısı ve dolayısıyla izleme noktalarının sayısı genellikle fazladır. Birçok emisyon kaynağındaki doğrudan ölçümler çok pahalıdır ve her bir ölçüm sonucunun ölçüm belirsizlikleri artar.
- Yakalanmayan emisyonlar kolayca ölçülemez.

Genel olarak, dolaylı yöntem (diğer sektörlerde bile) en yerleşik olanıdır ve bacalara göre emisyonların belirlenmesi güçlü dalgalanmalar gösterdiğinden ve sürekli ölçümler gerektirdiğinden daha yüksek bir doğruluk sağlar.

21.5.1.3 Solvent girdisi (I1)

SMB, dolaylı yöntem (denk. 3) kullanılarak kurulursa solvent girdisinin (boyalardaki ve diğer kaplama malzemelerindeki solventler, tiner veya temizleyici olarak kullanılan solventler) belirlenmesi esastır. Ancak tüm tesisler için solvent tüketim verilerinin (*C = I1-O8*) kaydedilmesi ve belgelenmesi uygundur. Çünkü bu, tesisin IED'nin farklı yasal gereklilik seviyelerine göre sınıflandırılmasını tetikler (Ek I, aktivite 6.7).

Ekipman ve boya kabinlerinin temizliğinin yanı sıra kaplama işlemi için kullanılan tüm malzemeleri kapsayan solvent girdisinin belirlenmesi ve bunun çeşitli kaplama alt işlemlerine tahsisi iki adımda gerçekleştirilir: malzeme tüketiminin belirlenmesi (bk. Madde 21.5.1.3.1) ve kaplama malzemelerinin solvent içeriğinin belirlenmesi (bk. Madde 21.5.1.3.2).

21.5.1.3.1 Malzeme tüketimi

Tablo 21.10, yaygın olarak kullanılan bir kaplama konseptine sahip bir araç boyahanesindeki tipik bir durumu göstermektedir. Diğer kaplama konseptleri için (astarsız entegre prosesler veya verniksiz son katlar), farklı sonuçlar bulunacaktır. Aynı malzeme türü için iki veya daha fazla tedarikçi ile sözleşme yapılırsa, farklı malzemelerin sayısı buna bağlı olarak artacaktır.

Tablo 21.10: Bir binek otomobil boyahanesindeki kaplama malzemelerinin tipik çeşitliliği

Alt süreç	Malzeme	Farklı malzeme sayısı
EC	Elektro kaplamalar.	2-10
SD	Kaporta sızdırmazlığı ve kaplama plastisolleri. Püskürtülebilir ses sönümleme malzemeleri.	< 10
PR	Yüzey astarı veya dolgu maddesi olarak da adlandırılan astar. Bazen farklı renkler uygulanır.	1-10
BC	Baz kat, çok fazla renk ve efekt tipi (tek, metalik, inci, vb.) Tüketim, az sayıda en çok tercih edilen rengin hakimiyetindedir.	50-400 (tüm renkler) < 10 (en çok tercih edilen renkler)
CC	Vernik (2K sertleştiriciler dahil).	< 10
Cila, boya tamiri	Astar, baz katlar, vernikler, sertleştiriciler ve tinerler. Renkler BC'ye uygun olmalıdır.	> 400
CP	Kavite koruması.	< 10
Temizleme ve durulama	Farklı alt işlemlerde kullanılan tiner veya temizlik maddesi olarak kullanılan solventler.	< 10

Genel olarak, boyahaneye girdinin belirlenmesi ve ayrıntılı olarak çeşitli alt işlemlerde kullanımının belirlenmesi için 200 ila 1000'den fazla farklı malzeme ve bunların ilgili tüketim verilerini içeren bir malzeme veri tabanına ihtiyaç duyulur. SMB hesaplamalarında, tinerler ve temizleyiciler genellikle 'Temizleme ve durulama' ortak bir alt işlemine atanır ve bunların kullanımı belirli boya uygulamalarına tahsis edilmez.[54]

[54] Solvent dengesinin kurulabilmesi için uygulama sırasında havaya yayılan solvent miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla solvent atığı olarak toplanan ve bertaraf edilen maddelerin miktarları belirlenmelidir. Eski solventlerdeki ek boya miktarını hesaba katarak kullanılan miktarlardaki fark, 'temizleme ve durulama' için genel bir emisyon faktörünü belirlemek için kullanılır.

21.5.1.3.2 Kaplama malzemelerinin solvent içeriği

En iyi ihtimalle, malzeme tedarikçileri, operatör tarafından dosyada tutulması gereken solvent içerikleri hakkında kapsamlı açıklamalar sağlar. Bu raporlar, malzeme tedarikçileri tarafından aylık veya yıllık olarak sağlanmalıdır.

Bazı üreticiler, test edilmiş ve onaylanmış tüm proses malzemeleri hakkında doğrulanmış ve gizli bileşim verileri dahil olmak üzere ayrıntılı bilgiler içeren şirkete ait veritabanları oluşturmuştur. Tedarikçi raporları mevcut değilse solvent içeriği bilgisi bu kaynaklardan alınabilir.

Üçüncü olarak, güvenlik bilgi formu tarafından sağlanan solvent içeriği (% m cinsinden VOC içeriği) kullanılabilir. AB güvenlik bilgi formlarının 3. Bölümünde, bileşen konsantrasyonlarının tehlike sınıflandırmasını türetmek için kullanılan çerçeve formülasyonlarını temsil ettiği unutulmamalıdır. Bireysel yerinde teslimatlar farklı (düşük) solvent içeriklerine sahip olabilir.

IED Madde 59.5 gerekliliklerine uygunluk için, CMR maddeleri veya diğer tehlikeli organik maddelerle ilgili olarak uygulanan solventlerin içeriğinin kontrol edilmesinin önemli olduğunu unutmayınız. Tedarikçilerden yazılı bir onay istemeniz ve ek olarak güvenlik bilgi formlarının 3. Bölümündeki bileşen verilerini kontrol etmeniz önerilir.

IED, kaplama malzemelerindeki solvent içeriklerini yayınlamak için özel bir yol öngörmemektedir [55]. Genellikle değerler kütle yüzdesi olarak verilir. Ancak araç tamir ürünlerindeki solvent içerikleri, *'kullanıma hazır durumdaki ürünün formülasyonunda gram/litre (g/l)'* olarak beyan edilmelidir (Dekoratif Boyalar Direktifi, Madde 2.6). Bazı boya tedarikçileri de bu tanımı genel kaplama malzemeleri için kullanır. Bu nedenle, solvent girdisini hesaplamak için 'kullanıma hazır' solvent konsantrasyonları alınırsa, boyayı verilen solvent içeriğine ayarlamak için sahada eklenen solvent miktarı girdi olarak sayılmamalıdır.

Boya tedarikçileri, solvent içeriklerini ürünlerinin tarif verilerinden hesaplar. EN ISO 11890-1 ve -2 ile EN ISO 17895'te açıklandığı gibi boyalardaki VOC içeriklerinin doğrudan analitik ölçümü olağan değildir.

Tablo 21.11, çeşitli boya sistemlerinde tipik solvent içeriği aralıklarını göstermektedir.

[55]Kaplama malzemelerinde solvent içeriklerinin beyan edilmesiyle ilgili olarak Avrupa mevzuatının iki ilgili parçası bulunmaktadır: (a) VOC'leri buhar basınçlarına göre tanımlayan IED ve (b) VOC'leri kaynama noktalarına göre tanımlayan 2004/42/EC sayılı Direktif (Dekoratif Boyalar Direktifi). Kaynama noktası veya buhar basıncı ilgili eşik değerlerine (0,01 ± 0,005 kPa) veya (250 ± 20°C) yakın olan maddeler, iki Direktiften yalnızca birinde VOC olarak sınıflandırılabilir. Dekoratif Boyalar Direktifine dayalı VOC verileri yalnızca dikkatli bir çapraz kontrolden sonra kullanılmalıdır. Ancak ana bileşenler her iki Direktifte de VOC olarak kabul edildiğinden araç kaplamaları için bu farklılıklar nadiren alakalıdır. Tereddüt halinde tedarikçi ile iletişime geçilmelidir.

Verilen değerin 'kullanıma hazır' bir değeri mi yoksa satılan malzemenin gerçek solvent içeriğini mi temsil ettiğine dair bir açıklama da dahil olmak üzere, birimler ve ilgili direktif referansı ile birlikte VOC konsantrasyon verilerini yayınlamak boya tedarikçisinin sorumluluğundadır. Bazı Üye Devletlerde, ulusal mevzuat solvent içerikleri için farklı birimlerle (kütle yüzdesi, g/l, su hariç g/l, vb.) özel şartlar getirmiştir.

Tablo 21.11: Kaplama malzemelerinin tipik katı ve solvent içeriği

Madde tipi	Katı madde içeriği (%)	Organik solvent içeriği (%)
Elektro kaplama		
- Daldırma tankı, kullanıma hazır	16,0 - 20,0	1,0 - 2,0
- İkmal: reçine	-	2,5
- İkmal: pigment macunu	-	9,0
Gövde altı koruması, birleşme yeri yalıtımı		
- Gövde altı kaplama	95 - 98	2 - 5
- PVC gövde altı kaplama	97,2 - 97,6	2,4 - 2,8
- Son gövde altı cilası	79,8	20,2
- Birleşme yeri sızdırmazlık maddesi	95 - 98	2 - 5
Sıvı uygulamalı ses yalıtımı	79 - 99	0 - 3
Solvent bazlı astar	50 - 65	35 - 50
Su bazlı astar	45 - 55	5 - 12 5,5 - 5,9
Solvent bazlı son kat (1)		
- 1K	45 - 60	40 - 55
- 2K	55 - 70	30 - 45
Su bazlı son kat (1)		
- 1K	45 - 55	5 - 13
- 2K	45 - 50	12 - 18
Solvent bazlı baz kat		
- Standart (2)	18 -22 (40)	(60) 78 - 82
- Yüksek katı maddeler (2)	35 -45 (50)	(50) 55 - 65
En çok tercih edilen renkler	30 - 53	47 - 70
- Özel renkler	30 - 62	38 - 70
- Ultra yüksek katı maddeler (3)	-	-
- Entegre süreçler WB1/2	-	-
Su bazlı baz kat		
- Standart baz kat (2)	16 - 22 (40)	12 - 17
- Entegre süreçler (WB1+WB2) (2)	16 - 30 (40)	10 - 10
Solvent bazlı vernik	47 - 54	46 - 53 43 - 49
- 1K yüksek katı maddeler	55 - 60	40 - 45
- 2K yüksek katı maddeler	55 - 65	35 - 45
Kavite koruma mumu	(4)	
- Sıcak cila	100	0
- Standart solvent cilası	50	50
- Yüksek katı madde içerikli solvent cilası	48	20
- Standart su bazlı cila	35	0
- Gelişmiş su bazlı cila	39	0

(1) İlave vernik tabakası olmayan kaplamalar.
(2) Parantez içindeki değerler, beyaz gibi düşük opaklıktaki renk tonları için geçerlidir.
(3) Binek otomobillerin kaplanmasında kullanılmaz.
(4) Vaks, katkı maddeleri, dolgu maddeleri, mineral yağ.
Veri kaynağı: VDI 3455:2013, Emisyon kontrolü - Yüksek hacimli araç kaporta boyama fabrikaları, Röder, T., Modern kavite koruması, Automotive Circle'da (baskı) 2016 – Araba Gövde Boyama Stratejileri, Bad Nauheim, 2016, veri boya tedarikçilerinden. Konsantrasyon aralıkları, her sınıftaki en çok kullanılan malzemelerde bulunan varyasyonları temsil eder.

21.5.1.4 Egzoz gazlarındaki emisyonların ölçümü

21.5.1.4.1 FID ölçümleri

Standart bir yaklaşım, solvent emisyonlarını alev iyonizasyon tespiti (FID) ile ölçmektir. Bu prosedür EN 12619:2013'te açıklanmıştır. FID'nin çalışması, organik bileşiklerin bir hidrojen alevinde yanması sırasında oluşan iyonların saptanmasına dayanır. Bu iyonların oluşumu, numune gaz akışındaki organik türlerin konsantrasyonu ile orantılıdır.

FID ölçümleri genellikle aynı sinyali (yanıtı) üretecek olan propan miktarı anlamına gelen 'propan eşdeğerleri' olarak rapor edilir. FID ölçümleri genellikle "toplam organik karbon" (TOC), "toplam hidrokarbonlar" veya "toplam hidrokarbon içeriği" (THC) olarak etiketlenir ancak yoğunlaşan hidrokarbonlar tespit edilmediğinden "toplam uçucu hidrokarbon içeriği" (TVHC) daha doğru bir ad olacaktır. FID çalışma aralığı, VOC'lerin tanımıyla tamamen uyumlu değildir. Özellikle FID, solvent ve solvent olmayan arasında ayrım yapamaz.

Aslında, ölçülen FID sinyali yalnızca mevcut bileşenlerin karbon içeriğine değil, aynı zamanda moleküldeki karbon bağının türüne de bağlıdır ve alete özgü hassasiyetler dikkate alınmalıdır. Bu faktörler nedeniyle, propan eşdeğer sinyalini değiştirmek için bir yanıt faktörü *Rf* belirlenmeli ve kullanılmalıdır:

$$Rf = \frac{c_{propane\ eq}}{c_{Substance}}$$ Denklem 5

burada:

$c_{Propane\ eq}$ ppm C veya mg C/m^3 cinsinden FID okuması;

$c_{Substance}$ ppm veya mg/m^{3}cinsinden ölçülenin atık gazdaki konsantrasyonu.

Yaygın olarak kullanılan uçucu bileşikler için tepki faktörleri genellikle cihazın tedarikçisinden temin edilebilir. Tablo 21.12'de, yaygın olarak kullanılmış solventler için yanıt faktörleri aralıkları sunulmaktadır.

Bu ölçüm yaklaşımı iyi kurulmuş ve kabul görmüştür. Kullanımı kolaydır, uygun maliyetlidir ve temsili bir zaman aralığında bilgi sağlayabilir. Ancak karbon atomu konsantrasyon birimlerinde (ppm cinsinden TOC veya mg C/m^3) verilen FID ölçüm sonuçları, mg/m^3 cinsinden solvent konsantrasyonuna dönüştürülmelidir.

21.5.1.4.2 Dönüşüm faktörleri

FID sonuçlarından (toplam karbon olarak sağlanan) solventlere (solvent kütle dengeleri için gerekli) dönüşüm için, atık gaz akışında bulunan ana gaz halindeki organik bileşenlerin kimyasal kimliğinin bilinmesi gerekir. Çoğu zaman toplam kütlenin %80'i beşten az farklı bileşenden oluşur. Bu kilit maddeler, ek numune toplama (katı adsorban kullanılarak adsorpsiyon, desorpsiyon ve ayırma, gaz kromatografisi (CEN/TS 13649:2014) ile tek bileşenlerin tanımlanması ve miktarının belirlenmesi) ile belirlenebilir ancak analitik yöntemlerin teknik sınırlamaları nedeniyle tipik olarak tüm ilgili bileşikler yakalanmayacak, analiz edilmeyecek ve miktarları belirlenmeyecektir. Alternatif olarak, atık gaz akışının bileşimi, solvent veya boya karışımının bileşim tarihi kullanılarak hesaplanabilir. Bununla birlikte, ilgili uçucu maddelerin buharlaşma hızları ve kısmi buhar basınçları farklı olduğundan, sıvı (boya, solvent) ve buhar (atık gaz) fazının bileşimi farklı olabilir. Teorik modeller mevcuttur ancak yalnızca zahmetli bir doğrulamadan sonra uygulanabilir.

Toplam karbon konsantrasyonun c_{TOC} FID sinyalini izleme hedefi olan VOC c_{VOC} konsantrasyonuna (veya kütle akışına) dönüştürmek için bir dönüştürme faktörü $\dot{M}_{VOC} f_S$ belirlenmelidir:

$$f_S = \frac{c_{VOC}}{c_{TOC}} \cong \frac{\bar{M}_{VOC}}{\bar{M}_C}$$ Denklem 6

burada:

$\bar{M}_{VOC}$	VOC karışımının ortalama molar kütlesi
$\bar{M}_C$	VOC karışımının ortalama molar karbon kütlesi
S	izlenecek tesis segmenti için indeks.

Ana bileşenlere ilişkin bu ek bilgi dönüştürme faktörlerini türetmek için mevcut değilse Tablo 21.12'de listelenen referans değerler TOC'u solvent konsantrasyonuna dönüştürmek için kullanılabilir. Tablo 21.12'de yaygın solventler ve boyalar için dönüştürme faktörlerinin (mg C'den mg maddeye dönüştürme) ve tepki faktörlerinin (FID ölçümlerinden TOC konsantrasyonlarını solvent konsantrasyonlarına hesaplamak için kullanılan) bir listesi verilmektedir.

Kaplama malzemeleri veya boya tinerlerindeki organik solventlerin bileşimleri farklı olduğundan aşağıdaki tesis bölümlerinden (S) kaynaklanan emisyonların farklı dönüşüm faktörlerine sahip olması beklenebilir:

EC:	elektro kaplama uygulaması
SD:	macunların, gövde altı kaplamaları ve püskürtülebilir ses sönümleyicilerin uygulanması
PR/BC:	astar veya baz kat boyalarının uygulanması (her iki kaplama türü de solvent bazlı (SB) veya su bazlı (WB) olduğu sürece her iki boya sistemi de eşleşen dönüştürme faktörlerine sahip olacaktır)
CC:	vernik uygulaması
atık gaz:	ısıl işlem sistemlerinden temiz gaz
leke onarımı:	astar/baz kat ve vernik kat karışımı.

Tablo 21.12: Yaygın solventler ve boyalar için dönüşüm faktörleri ve tepki faktörleri

Maddeler	Karbon içeriği (%)	Dönüşüm faktörü	U%95	Tepki faktörü	U%95
Solvent karışımları					
Alifatik hidrokarbonlar	80	1,2			
İkame edilmiş aromatik hidrokarbonlar	90	1,1			
Oksijenli hidrokarbonlar	60	1,7			
Alkoller (C1 ila C5)	37-65	1,70		0,79	0,18 (1)
Organik asitler (C1 ila C4)	40-54	1,85-2,50		0,69	
Ketonlar (C3 ila C6)	62-72	1,38-1,61		0,76-0,83	0,16 (1)
Esterler (C3 ila C6)	49-62	1,61-2,04		0,68-0,83	0,16 (1)
Glikol eterler (C4 ila C6)	45-61	1,64-2,22			
Glikol eter esterleri (C6 ila C8)	55-60	1,67-1,82			
Alifatik hidrokarbonlar (C4 ila C10)	83-86	1,16-1,20		0,94-1,00	0,05 (1)
Aromatik hidrokarbonlar (C6 ila C8)	90-92	1,09-1,11		0,93-1,00	0,05 (1)
Boyalardaki solventler (2)					
WB ailesi boyahaneleri (kullanılan tüm kaplama türleri ve solventler için genel faktör)	70	1,4			
Su bazlı boya	68	1,47	0,06		
Solvent bazlı boya	72	1,39	0,06		
SB 2K vernik	82	1,22	0,06		
Entegre proses boya atölyelerinde boyalar	53	1,88			
Entegre proses boya atölyelerinde boyalar	78	1,29			
EC daldırma tankı atık gazı		1,67	0,05	0,72	0,02
EC kurutma fırını egzoz gazı		2,3	0,07	0,72	0,02

(1) Sayılar, farklı FID sistemleriyle belirlenen bireysel yanıt faktörlerinin aralığını tanımlar. Her yanıt faktörü belirlemesindeki belirsizlik çok daha küçüktür (~ 0,003).
(2) Kaplama malzemelerinin C içeriği sadece organik solventlerin C içeriği olarak verilmiştir (su ve katı madde içeriği hariç).

21.5.1.4.3 İzleme

Hem sürekli hem de periyodik izleme, solvent kütle dengelerini geliştirmek için köklü yaklaşımlardır.

Sürekli izleme

Noktasal kaynaklardan solvent emisyonlarının sürekli olarak izlenmesi genellikle otomatik, resmi olarak onaylanmış alev iyonizasyon dedektörleri (FID'ler) ile yapılır. Ekteki emisyon hesaplayıcısı ve kullanılan yazılım da değerlendirme standartlarına uygun olmalıdır. Ekipmanın dahili kalibrasyonu düzenli aralıklarla gerçekleştirilir.

Ölçülen değerler (ppm propan eşdeğeri olarak) prensipte 30 dakikalık ortalama değerleri elde etmek için kullanılacak ve ilgili yarım saatlik mg/m^3 solvent ortalamalarına dönüştürülecektir. Genellikle ham veriler, farklı seviyelerdeki emisyon konsantrasyonlarının sınıf frekanslarına dönüştürülür ve yalnızca bu veriler daha sonraki hesaplamalar için girdi olarak kullanılır. Emisyon izleme yazılımı, sistem arızalarını ve kapatmadan kaynaklı boşta kalma sürelerini tanımlar. Bu nedenle, bildirilen veriler yalnızca solvent emisyonlarının oluşabileceği normal çalışma koşullarındaki geçerli ölçümleri kapsar.[56]Yıllık ölçümlerle karşılaştırıldığında, TOC konsantrasyonlarının sürekli olarak belirlenmesi 8 ila 10 kat daha pahalıdır.

Periyodik izleme

Periyodik izleme genellikle EN 12619'da açıklanan FID yöntemiyle gerçekleştirilir. Birincil sonuç, 'ppm TOC' ham veri akışıdır. Bunlar, Madde 21.5.1.4.2'de (dönüştürme faktörleri) açıklandığı gibi solvent konsantrasyonlarına dönüştürülür.

Yalnızca istisnai durumlarda izleme, toplanan organik maddelerin (CEN/TS 13642) numune alınması ve tesis dışı gaz kromatografisi (GC) analizi yoluyla gerçekleştirilir.

21.5.1.5 Emisyon konsantrasyonu ölçümlerinden kütle akışlarının hesaplanması

Bacalardan ölçülen emisyon kütle akışları her zaman madde konsantrasyonlarının ve baca gazı hacminin eşzamanlı ölçümünden belirlenir. Solvent kütle akışlarının belirlenmesi ölçüm görevinin bir parçasıysa, gerçek kirletici ölçümüne ek olarak egzoz gazı hacim akışının hesaplanması için gerekli parametreler de eş zamanlı olarak belirlenir. Bu nedenle, sürekli veya periyodik olarak belirlenen solvent kütle akışları, genellikle eşleşen madde konsantrasyonu ve atık gaz akış rakamları çiftlerine dayanır. Hacimsel akış hızı ölçümünün, genel kütle salınımı hesaplamasının belirsizliğine önemli bir katkı sağladığına dikkat edilmelidir.

21.5.1.5.1 Emisyon faktörleri

Periyodik izlemenin bu içsel dezavantajıyla başa çıkmanın bir yolu, her numune alma ve izleme kampanyasını ilgili bırakma noktası p ile bağlı uygulama prosesinde kaplanmış gövdelerin (ürün üniteleri) ve/veya kaplama malzemesinin (solventler) verimini kaydederek belli bir salma noktası için desteklemektir. Ardından, ölçülen emisyon kütle akışı (ör. kg/s) ile ürünlerin veya kaplama malzemesi/solventin verimi arasındaki ilişkiyi temsil eden bir emisyon faktörü ef_p türetilebilir:

$$ef_p = \frac{E_p}{n_p} \quad \text{veya} \quad ef_p = \frac{E_p}{l_p} \qquad \text{Denklem 7}$$

[56] Pratik uygulamada, boyama işlemlerinin tamamlanmasından sonra solvent salınımının aniden sıfıra dönmediği gösterilmiştir. Özellikle, çözünmüş solventler daha uzun bir süre boyunca (1-2 saat) ıslak yıkayıcılardan salınır (sıyrılır). Emisyon hesaplama yazılımının konfigürasyonunda buna uyulmalıdır.

burada:

E_p izleme çalışması sırasında baca p'den kg/s cinsinden emisyon kütle akışı; u/s

n_p cinsinden üretim hacmi (kaplanmış gövde sayısı)

I_p izleme çalışması sırasında yukarı akış uygulama sürecinde kg/s cinsinden tüketilen malzeme veya solventler.

Bu yöntemin avantajı, özellikle fabrika değişen üretim seviyeleri ile çalışıyorsa, yıllık emisyon için daha gerçekçi bir sonuca ulaşılmasıdır.

21.5.1.5.2 Yakalanan solventler (O1)

Yalnızca solvent kütle dengesinin hesaplanması için doğrudan yöntem (denk. 2) kullanılıyorsa, yakalanan solventlerle tüm emisyon kaynakları için doğrudan emisyonlar ölçülmeli veya değerlendirilmelidir.

Ancak, azaltma etkinliği belirlenirse, çıkış gazı arıtma ünitelerindeki ham gaz ve temiz gaz solvent konsantrasyonlarının ölçülmesi gerekir.

Çıkış gazı işleme ünitelerinden çıkan temiz gazda bulunan solventler genellikle yaklaşık olarak toplam boyahane emisyonlarının %1,5 ila %3,0'ı katkıda bulunur. Bu nedenle emisyon izleme, emisyon kütle akışlarını tam olarak belirlemek yerine, tüm çalışma koşullarında çıkış gazı işleme sisteminin doğru çalıştığının kanıtını sağlamaya odaklanacaktır.

Termal oksitleyiciler söz konusu olduğunda, yanma sıcaklığı kontrolü, fonksiyon kontrolü için standart prosedürdür. Her bir yanma odası için hedef değerler, dikkate alınması gereken tüm emisyon limitlerinin (ör. TOC, CO, NO_X) mümkün olan en düşük yakıt tüketimi ile korunacağı şekilde belirlenir. Bu kalibrasyon ölçümlerinin devreye alma sonrasında veya sistemdeki teknik değişikliklerden sonra veya yukarı akış kaplama sürecinde yapılması ve düzenli aralıklarla tekrarlanması önerilir.

*O*1.1, her nokta kaynağı p için çeşitli şekillerde hesaplanabilir (ayrıca bk. VDI 3455:2013):

- En son kalibrasyon ölçümünün sonucunu kullanma

$$O1.1_p = c_p \times \dot{V}_p \times t_p \qquad \text{Denklem 8}$$

burada:

c_p p nokta kaynağının son periyodik ölçümünün solvent emisyon konsantrasyonu

$\dot{V}_p$ ortalama baca gazı akışı

t_p çıkış gazı işleme ünitesinin çalışma süresi p.

Bu ölçümler devreye alma sonrasında veya sistemdeki teknik değişikliklerden sonra veya yukarı akış kaplama sürecinde yapılmalıdır ve her 3 ila 5 yılda bir tekrarlanabilir.

- Emisyon faktörlerini kullanma

Madde 21.5.1.5.1'de (Emisyon faktörleri, denklem 7) açıklandığı gibi, bir kaplama işleminde solvent tüketimi gibi uygun bir eylem ile ortaya çıkan emisyon arasındaki ilişki biliniyorsa noktasal bir kaynaktan kaynaklanan emisyonlar hesaplanabilir. Bir çıkış gazı işleme sisteminden kaynaklanan emisyonlar söz konusu olduğunda, emisyon faktörü ef_p, bir transfer faktörü tf_S ile azaltma etkinliğinin af_p bir kombinasyonu olarak ifade edilebilir:

$$O_{1.1.p} = I_S \times tf_{SP} \times (1 - af_P)$$ Denklem 9

burada:

I_S azaltım sisteminin akış yukarısındaki boyahane bölümü S'ye solvent girdisi

tf_{SP} boyahane segmenti S ile çıkış gazı işleme sistemi P arasındaki transfer faktörü

af_P gaz işleme sisteminin P'nin azaltma verimliliği.

Solvent girdi verilerini kullanmak yerine, hesaplama vücut sayımı verilerine de dayalı olabilir (bk. Madde 21.5.1.5.6). Bu ölçümler, devreye alma sonrasında veya sistemdeki teknik değişikliklerden sonra veya yukarı akış kaplama sürecinde yapılmalıdır.

- Emisyon limit değerlerinin kullanılması

Ölçülen bir solvent konsantrasyonu yerine, denklem 8'de bir emisyon sınır değeri girilebilir. Gerçek emisyonun emisyon sınır değerlerini aşmaması gerektiğinden, bu yöntemle elde edilen sonuç, çıkış gazı işleme sisteminin düzgün çalıştığının sürekli çalışma izlemesiyle (ör. yanma sıcaklığı) gösterilebilmesi koşuluyla, gerçek solvent emisyonunun ihtiyatlı bir tahminidir.

- Sürekli ölçüm kullanma

Arıtılmış atık gazdaki solventlerin sürekli izlenmesi nadiren kullanılır. IED, yalnızca ilgili bacadaki temiz gaz çıktısı 10 kg/saat TOC'den yüksekse sürekli izleme gerektirir. 50 mg/m^3 TOC varsayılan emisyon konsantrasyonunda, bu eşik değere yalnızca 200 000 m^3/s egzoz gazı akış hızlarında ulaşılır.

Yukarıda açıklandığı gibi, kullanılabilecek eşit derecede geçerli birkaç yöntem vardır ve bacalar için kütle emisyonlarını belirlemek için seçilen yöntem şantiyenin/tesisinin kararıdır.

21.5.1.5.3 Bertaraf edilen solventler (O5)

Azaltılmış solvent miktarının, yalnızca SMB'nin dolaylı yöntemle hesaplanması durumunda belirlenmesi gerekir.

O5, sürece katılan ve kimyasal reaksiyonlarla artık uçucu organik bileşikler olmayan maddelere dönüştürülen tüm solventleri içerir. Araç boyahanelerinde bu reaksiyonlar genellikle çıkış gaz işleme tesislerinde termal oksidasyon şeklindedir. Katalitik oksidasyon veya biyolojik bozunma mümkündür ancak alışılmadık alternatiflerdir.

STS tesisinde yakalanan ve solvent olarak SMB sınırından aktarılan solventler (atık solvent olarak veya atıklarda, suda, ürünler veya ürün kontaminasyonu olarak vb.) *O5* olarak sayılamaz.

O5$_P$ $O5_p$ miktarı (P işleme sistemi başına), ham baca gazı ile bir veya daha fazla uygulama bölümünden işleme sistemine giren solvent miktarı ile temiz baca gazındaki kütle akışı arasındaki farktır. Arıtma sisteminin ham gazındaki ve temiz gazındaki kütle akışları eş zamanlı olarak ölçülebilir (denk. 10) veya transfer ve azaltma faktörleri kullanılarak hesaplanabilir (denk. 11):

$$O5_P = O1.1_{SP}^{in} - O1.1_P \quad \text{Denklem 10}$$

$$O5_S = I_S \times tf_{SP} \times af_P \quad \text{Denklem 11}$$

burada:

$O1.1_{SP}^{in}$ boyahane segmenti S'den çıkış gazı işleme ekipmanı P'ye giden baca gazı girdisindeki solventler

tf_{SP} bir boya atölyesi segmentinden (S) çıkış gazı işleme sistemine (P) solventlerin transfer faktörü

af_P çıkış gazı işleme sistemi P'nin azaltma faktörü (aşağıya bakınız).

Boyahanenin ortalama kapasite kullanımı önemli ölçüde sapıyorsa, *O5* için denk. 10'un yeniden hesaplanması gerekebilir. Bu durumlarda O5, örneğin denk. 11'e göre transfer ve emisyon faktörleri kullanılarak belirlenebilir.

Dolaylı yöntem için *O5* çok önemli bir miktar olduğundan her tesis için güvenilir değerlerin belirlenmesi için uygun bir yol bulunmalıdır. Genel olarak, bunun yetkili makamla kararlaştırılması gerekir. Transfer faktörleri bilinmiyorsa veya yeterince güvenilir bir şekilde ölçülemiyorsa, ham gaz solvent kütle akışının tekrarlanan spot ölçümleri, güvenilir yıllık veriler $O1.1_{SP}^{in}$ elde etmek için uygun olabilir. Birkaç uygulama kabininden veya kurutma fırınlarından çıkan atık gazların toplandığı merkezi azaltım birimleri söz konusu olduğunda sürekli ölçüm uygun maliyetli bir alternatif olabilir.

21.5.1.5.4 Azaltma verimliliği

Bir baca gazı arıtma tesisinin azaltma verimliliği af_P şu şekilde tanımlanır:

$$af_P = (1 - \frac{m_{TOC,}^{out}}{m_{TOC}^{in}}) \quad \text{Denklem 12}$$

burada:

$\dot{m}_{TOC,}^{in/out}$ toplam organik karbonun girdi ve çıktı kütle akışı.

Normal koşullar altında, çıkış gazı işleme tesisinden önceki ve sonraki standart hacim akışları pratikte sabit olduğundan doğrudan ölçülen TOC konsantrasyonları da bu formül için kullanılabilir. Aslında, kaplama reçinelerinin çapraz bağlanması sırasında sıvı maddelerin buharlaşması ve yeni organik bileşiklerin oluşmasının yanı sıra doğal gazın (yakıt) eklenmesi ve hafif bir vakumla çalıştırılan sisteme yaklaşık %1 oranında kontrolsüz hava girişiyle egzoz gazı hacim akışı yaklaşık %1 oranında artar. Ancak genel olarak bu etki, > %90 olan olağan çıkış gazı işleme azaltma verimlilikleri için ihmal edilebilir düzeydedir.

Çalıştırılan çıkış gazı işleminin azaltma verimliliklerine ilişkin güvenilir veriler mevcut değilse Tablo 21.13'teki veriler kullanılabilir. Ayrıca Tablo 21.28 ve Tablo 21.29'daki azaltma verimliliği ile ilgili bilgilere bakınız.

Tablo 21.13: Araç boya atölyelerinde kullanılan çıkış gaz işleme sistemlerinin rapor edilen azaltma verimlilikleri

Çıkış gazı işleme sistemi	Azaltma verimliliği (%)	Yorumlar
RecTO	98,13	38 boyahaneden bildirilen ortalama değer. %50 orta aralığı %97,4-99,5'tir.
RTO-2bed	90,73	4 boyahaneden bildirilen ortalama değer. Maks.-min. aralığı %99,5-66,1'dir.
RTO-3bed	93,87	4 boyahaneden bildirilen ortalama değer. Maks.-min. aralığı %98-87,8'dir.
RTO-RAD	96,03	4 boyahaneden bildirilen ortalama değer. Maks.-min. aralığı %99,1-90'dır.
TO	97,12	19 boyahaneden bildirilen ortalama değer. %50 orta aralığı %94,5-97,1'dir.
Kaynak:[155, TWG 2016]		

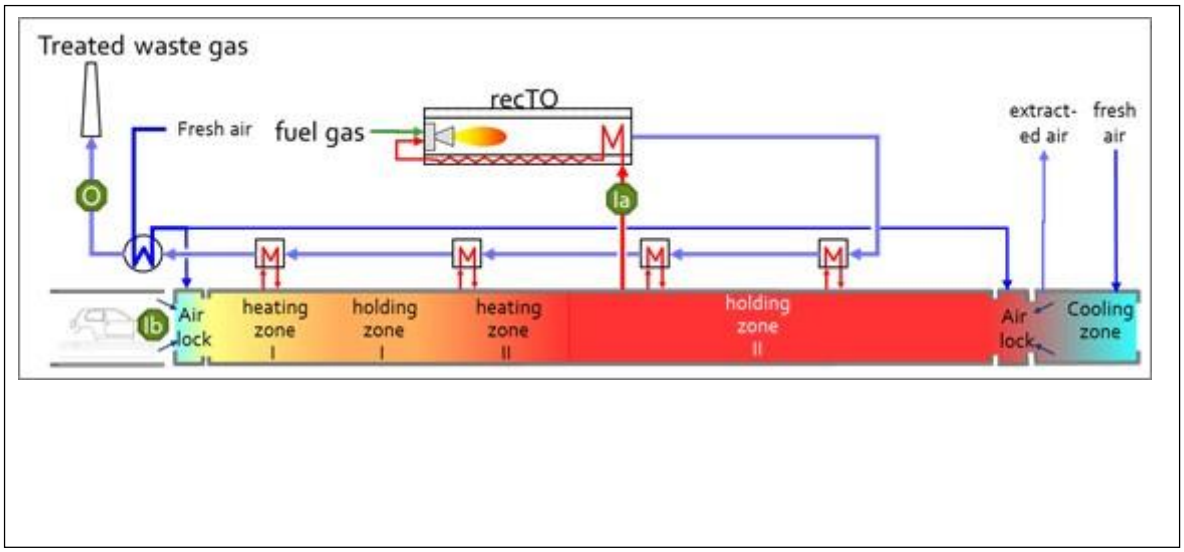
Çoğu zaman, çıkış gazı işleme üniteleri bir veya daha fazla kurutucu fırına bağlıdır veya kurutucu sistemin entegre bir parçasıdır (fırın ısıtması için de kullanılan çoğu reküperatif oksitleyici gibi). Bu durumda, ölçümü iki konumda $O1.1^{in}_{SP}$ yapılabilir (Şekil 21.5):

1a. Ölçüm noktası, kurutucu ile çıkış gazı işleme sistemi arasında bulunur. Burası olağan yerdir ve numune alma prosedürü, baca gazı kanallarında standart sondalamadır.
Ölçüm sonucu aynı zamanda yalnızca yüksek sıcaklıklarda (fırın sıcaklıkları > 130 °C) buharlaşan organik maddeleri ve boya reçine kürleme reaksiyonunun uçucu organik reaksiyon ürünlerini (özellikle melamin reçineleri kullanılıyorsa örneğin e-kaplamada katıların %8 ila %15'i gaz halindeki ürünlere dönüşür) içerecektir.

1b. Ölçüm noktası boya uygulama kabini ile ekli kurutma fırını arasındadır. Test gövdeleri birkaç metalik folyoyla (yaklaşık 0,1 m ila 0,3 m) donatılır ve her zamanki gibi boyanır ve kurutulur. Filmlerin her biri kaplamadan önce ve kurutma işleminden önce ve sonra tartılır. Su bazlı boyalarda nemli cila tabakasının su içeriği de belirlenmelidir.
Prosedür, ıslak kaplama tabakasındaki solventlerin fırına transferini ölçer. Bu solventler daha sonra çıkış gazı işleme sisteminde işlenir. Ancak püskürtme kabininden hava kilidinden kurutucuya hava girişi yoluyla kurutucuya verilen solvent miktarı bu yöntemle kaydedilmez. Bu akışın doğrudan ölçümü, çok karmaşık numune alma prosedürleri gerektirecektir.

Prosedür 1b, Amerika Birleşik Devletleri'nde standart bir yöntemdir ancak aşağıdaki nedenlerle Avrupa'da kullanılmamaktadır:

- gerçekleştirilmesinin zor olması
- yüksek ölçüm belirsizliği
- uygulama bölgesinden gelen ek hava girdilerinin kaydedilmemesi



Şekil 21.5: Bir kurutma fırını çıkış gazı işleme kombinasyonundaki çıkış gazı işleme ünitelerinde azaltma verimliliğini belirlemek için ölçüm noktaları

21.5.1.5.5 Atıktaki solventler (O6)

Atık solventlerin veya atıktaki solventlerin miktarının, yalnızca SMB'nin dolaylı yöntemle hesaplanması durumunda belirlenmesi gerekir.

Atık türleri

STS anketlerindeki bilgilerin değerlendirilmesi, aşağıdaki solvent taşıyan atık türlerinin araç boyama atölyelerinde geçerli olduğunu göstermektedir [144, ACEA 2017].

Atık boya

Atık boya, son kullanma tarihi geçmiş boya malzemesi veya başka nedenlerle bertaraf edilmesi gereken boya olarak anlaşılmaktadır. Bileşimi, yeni malzemenin bileşimine benzer. Ancak viskozite ayarı için yerinde az miktarda solvent eklenebilir. [57] Genellikle atığın solvent içeriği, yeni boyanın solvent içeriği ile orantılıdır: su bazlı boyalar %30'un altında, 2K CC yaklaşık %50 ve solvent bazlı boyalar genellikle %50'nin üzerindedir. Çoğu durumda, atık boya toplanır ve tüm türlerin boya karışımı olarak atılır. Bu durumda, atık boyada bildirilen solvent içerikleri, kullanılan farklı boya sistemlerinin solvent içeriklerinden farklı olacaktır.

Macunlar ve yapıştırıcılar dahil olmak üzere plastisoller

Birleşme yeri sızdırmazlık malzemeleri, yapıştırıcılar veya gövde altı kaplamaları gibi plastisoller genellikle elektro kaplamadan sonra ve sprey boyama işlemlerinden önce uygulanır. Kimyasal olarak, farklı miktarlarda plastikleştirici içeren, bazen VOC benzeri uçuculuğa sahip makromoleküler malzemelerdir (PVC, PU-, kauçuk veya epoksi reçineler, vb.). Plastisol atıkları ya konteynırlardaki son kullanma tarihi geçmiş malzemeler, pislikli plastik folyolar ya da yapışan sızdırmazlık maddelerine sahip tıpalar ya da gövde altı kaplamalarıdır.

Kullanılmış solventler

Kullanılmış solventler genellikle tiner veya farklı oranlarda boya ile karıştırılmış organik temizlik maddeleridir. Boya değiştirme veya çan temizleme işlemlerinde üretilir ve toplanırlar. Kullanılmış solventlerin farklı solvent içeriklerine sahip üç alt tipi ayırt edilebilir:

'H': yüksek solvent konsantrasyonu: vernik uygulamaları veya solvent bazlı boyalar kullanılıyorsa.

[57]Boya orijinal boya tedarikçisi tarafından yeniden kullanılmak üzere geri alınırsa, atık mevzuatı kurallarına tabi değildir. Ancak solvent kütle dengesinin hesaplanması için bu miktarların I1'den çıkarılması yerine O6'ya eklenmesi gerekir.

'M': orta solvent konsantrasyonu: aynı tankta 'H'- ve 'L' tipi solvent atıklarının depolanması.
'L': düşük solvent konsantrasyonu: genellikle su bazlı astar veya baz kat ile bütil glikol-su karışımları.

Boya çamuru

Püskürtme boyama işlemlerinden kaynaklanan boya fazla spreyi, egzoz havasındaki (boya) partikül konsantrasyonunu azaltmak için çıkış gazı işleme sistemlerinde kullanılır. Çöken boya partikülleri, ıslak yıkayıcı sistemlerinin su deposundan pıhtılaşma ve çökeltme yoluyla uzaklaştırılır. Birincil boya çamuru, farklı teknikler kullanılarak daha fazla susuzlaştırılır ki bunun sonucunda macunsu (> %80 su) veya katı (< %40 su) atık oluşur.

Yakın zamana kadar tüm büyük araç boyahanelerinde venturi ıslak yıkayıcılar veya eşdeğer ıslak yıkayıcı sistemleri kullanılıyordu. Yeni tesislerde artık bunun yerine genellikle kuru partikül filtreleri takılır ve boya partikülleri ya öğütülmüş kireç taşında tutulur ya da karton filtre kutularında adsorbe edilir.

Kireç Taşı

Öğütülmüş kireç taşı, partikül filtreleri için ön kaplama malzemesi olarak kullanılır. Kullanılan malzeme kuru boya damlacıkları ve az miktarda solvent taşır.

Diğer solvent içeren atıklar

Diğer tüm solvent içeren atıklar bu grupta yer almaktadır. Örnekler: ambalaj malzemesi, filtreler, kullanılmış mumlar, silme bezleri.

Atık yönetimi genellikle fabrikanın tüm faaliyetlerini kapsar ve atık transfer rakamları yalnızca fabrika çapında veriler olarak mevcuttur. Aynı tesiste solvent kullanan diğer faaliyetler yürütülürse, SMB'nin kurulması gereken boyahaneye doğru kütle akışını atamak zor olabilir.

Tablo 21.14: Solvent içeren atıklar

Atık	Solvent konsantrasyonu (ağırlıkça %)		*O6'ya* Katkı (g/m^2)		Yorumlar
	Medyan	**Aralık**	**Medyan**	**Aralık**	
Atık boya	**28**	12-50	**0,3**	0,2-0,6	
Plastisoller, macunlar, yapıştırıcılar	**2,2**	1,2-4-1	**0,1**	0,0-0,3	
Kullanılmış solventler Yüksek solvent Orta solvent Düşük solvent	**92** **53** **10**	88-99 50-55 3-17	**5,7**	2,9-11,6	*O6*'ya katkı büyük bir değişkenlik gösteriyor
Boya çamuru	**2,0**	0,6-3,8	**0,3**	0,1-0,6	
Kireç Taşı	**0,2**		**0,2**		Sadece 1 numune
Diğer solvent taşıyan atıklar	**1,5**	0,5-29	**< 0,1**	0,0-0,3	

Kaynak: STS Anketlerinden elde edilen veriler [144, ACEA 2017] ve STS TWG'den ek bilgiler. Aralıklar %50 orta aralık olarak verilmiştir.

Atıktaki solvent içeriklerinin belirlenmesi

Bazı durumlarda atıktaki solvent içerikleri, atık bertaraf işletmesi tarafından ölçülür. Ancak bu, yalnızca yeniden kullanım için bertaraf edilen solventler için düzenli olarak yapılır. Atık bertaraf işletmelerinin girdi analizi diğer parametrelere odaklanmıştır.

Tablo 21.14'ten görülebileceği gibi, *O6* parametresine genellikle geri kazanılan veya atılmış olan kullanılmış solventlerin miktarı hakimdir. Sıklıkla, solvent atığının kaynağı bilinir (örneğin renk değişikliği veya çan temizleme). Böylelikle solvent atığının bileşimi, ilgili bileşenlerin bileşiminden (% x solvent + % y boya) tahmin edilebilir ve böyle bir tahminin alakalı belirsizliği %10'un altında olabilir.

Atıktaki solventler için genel olarak uygulanabilir bir analitik yöntem yok gibi görünmektedir. Macunsu atıklar veya çamurlar için, bazı durumlarda EN ISO 11890-1 standardına (sıvı boyalardaki solventlerin belirlenmesi) uyarlanmış bir analitik yöntem kullanılır. Solvent içeriği, bir atık örneğini 110 °C'de 1 saat süreyle kurutma sırasındaki kütle kaybından belirlenir. Alternatif olarak solvent içerikleri, tek uçucu maddelerin GC yöntemleri kullanılarak analitik olarak belirlenmesiyle belirlenir. Solvent konsantrasyonunun %15'in altında olması gerekiyorsa (EN ISO 11890-2), sıvı boyalardaki solventlerin belirlenmesi için böyle bir prosedür önerilir.

Katı ve macun kıvamındaki atıklardan temsili numune alma özellikle önemli bir husustur. Birçok atık türü doğası gereği homojen değildir. Ayrıca, daha uzun süre depolanmış bir atığın yüzeyinden alınan bir numunenin, atığın içinden alınan bir numuneden farklı bir solvent bileşimine sahip olması beklenir.

Uygulanan analitik yöntemin numune alımı ile ilgili ve prosese özgü belirsizliklerine ek olarak, ölçüm sonuçları değerlendirilirken 'uçucu organik bileşikler' olarak adlandırılan sonuçların IED 'organik solvent' kriterlerini karşılamayabileceği de akılda tutulmalıdır.

Macunsu atık veya çamurun ölçülen solvent içeriklerinin beklenen güvenilirliği çok düşüktür. Ancak, Tablo 21.14'ten görülebileceği gibi, bu tür atıkların O6'ya beklenen katkısı genellikle çok küçüktür, dolayısıyla yüksek belirsizlikler bile genel sonuç üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir.

Tesise özgü veriler mevcut değilse, bu tablodaki solvent içeriği verileri kullanılabilir. Ancak, bu ortalama değerlerin geniş dağılımı nedeniyle, g/m^{2}olarak ifade edilen katkısı tesisin toplam emisyonunun %3'ünü aşarsa atık fraksiyonunun solvent içeriğinin belirlenmesi önerilir.

Atık sudaki solventler (O2)

İlgili solvent içerikleri, yalnızca aşırı boya püskürtme için ıslak ayırıcıların sirkülasyon suyunda, kurutucu fırın kondensatlarında ve elektroforetik daldırma kaplamadan gelen atık suda bulunur. Islak aşırı püskürtme ayırıcıları genellikle kapalı devre sistemler olarak çalıştırılır ve 1 yıldan fazla hizmet ömrüne ulaşır. Boya çamuru ve solvent, yıkama suyundan sürekli olarak atılır ve boya çamuru (*O6*) olarak bertaraf edilir.

Solvent içeren atık su bu nedenle yalnızca düzensiz olarak veya düşük sürekli akışlarla oluşur. 2,2 g/l ile 3,2 g/l arasındaki solvent içerikleri rapor edilmiştir. Bu nedenle, toplam emisyona katkısı çok düşüktür.

Kuru aşırı püskürtme filtrasyonuna sahip yeni tesisler solventli atık su üretmez.

Sudaki organik solventler, aynı sahada işletilen bir atık su arıtma tesisinde (AAT) işlenirse azaltılan miktar *O5* ve tesisten çıkan sadece kalan miktar *O2*'dir.

Solvent içeriğini belirlemek için, atık sudaki organik kirleticilerin izlenmesi için geliştirilmiş farklı ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Bu ölçümlerin sonuçları değerlendirilirken, su analizlerinde kullanılan 'VOC' teriminin IED'de tanımlanan 'VOC' ile eş tutulamayacağına dikkat edilmelidir. Aslında, IED'de tanımlandığı şekilde solventleri ölçmek için onaylanmış bir standart yoktur.

21.5.1.5.6 Referans alan (A)

Yıllık toplam yüzey alanı

Kütle dengesi hesaplamasında dikkate alınan herhangi bir ürünün yüzey alanı şu şekilde tanımlanır: Yeni araçlar ve nihai olarak araçlara uygulanacak diğer yeni parçalar dahil olmak üzere, ilgili yıl veya raporlama döneminde tesiste kaplanan ürünün toplam yüzey alanı.

Toplam yüzey alanı *A*, boyahaneden son montaja veya başka bir yerde kullanıma aktarılan kaplanmış ürünlerin yüzey alanından elde edilir (ör. kaplanmış servis parçaları ve yerel olmayan şantiyeler için kaplanmış üretim parçaları).

Aynı kaporta ikinci kez boyanırken (ikinci tur), kaportanın yüzeyi alan hesaplaması için yalnızca bir kez sayılır. Boyahane ve son montaj arasında ürün miktarının değerlendirilmediği durumlarda, bunun yerine son montajdan çıkan bitmiş ürün numaraları uygulanabilir.

Bazı durumlarda, kaporta/ürün ve yüzey sayımında değişiklikler uygun olabilir. Yaygın bir örnek, bir araç boyahanesinde servis parçalarının boyanması olup bunlar genellikle e-kaplama veya astardan sonra tesisten çıkar. Başka bir örnek, üretim yerinden farklı bir yere takılmak üzere bir araç üretim tesisinde küçük üretim parçalarının boyanmasıdır.

Kaporta yüzeyinin hesaplanması

Bağıl solvent emisyonlarının hesaplanması için belirlenmesi gereken yüzey alanı E^r, CAD hesaplama sistemleri kullanılarak belirlenir.

Araç üretiminde, kaporta sacının her bir parçasının tasarım detayları CAD sistemlerinde yönetilir. Farklı sistemler vardır ancak hepsi parça yüzeyini hesaplayabilir. Boyahaneye gönderilen kaporta saclarının yapım durumu, malzeme listelerinden (BOM) veya montaj protokollerinden alınabilir.

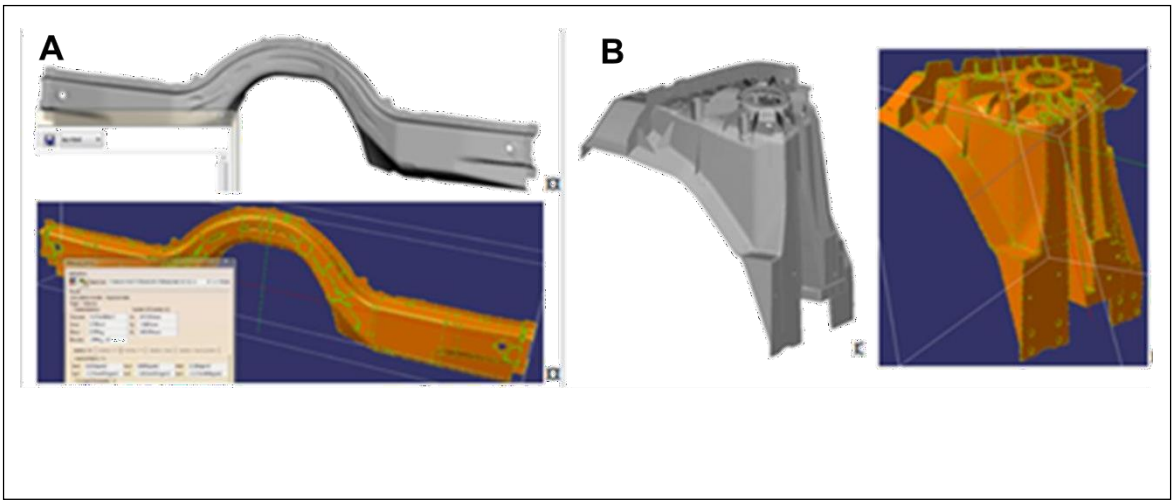
Kaporta yüzeyi iki adımda belirlenir:

- Modellerin tanımı ve hesaplanacak model varyasyonları. Beyaz saclı kaportalar için bile birkaç yüze kadar üretim varyantı bulunduğundan, parça sayısı ve farklı yüzeyler açısından bir ila yaklaşık beş model varyantının temsili bir seçimi yapılmalıdır.
- CAD ve BOM verilerini birleştirerek karşılık gelen ayrı parçaların toplam yüzey alanının belirlenmesi. Pratik nedenlerden dolayı belirleme en önemli parçalarla, örneğin kaporta sacının toplam kütlesinin %90'ı ile sınırlandırılabilir. Toplam yüzey daha sonra ekstrapolasyon ile belirlenebilir.

Tablo 21.15: Araç parçalarının CAD yüzey alanları örneği

CAD Sistemi		Çelik saç		Döküm parça	
		ANSA®	CATIA®	ANSA®	CATIA®
Yüzey	1 taraf	0,395 m^2		0,379 m^2	
	2 taraf	0,790 m^2	0,799 m^2	0,758 m^2	0,682 m^2
Farklılıklar		%1		%11	

Not: ANSA® sistemi yalnızca bir tarafın alanını sağlar. Pres parçaları söz konusu olduğunda toplam yüzey alanı, yeterli doğrulukla çoğaltma yoluyla hesaplanabilir. Dökümler gibi karmaşık kaportalar için, yalnızca parçanın tüm yüzey alanını hesaplayan CATIA® gibi sistemler kullanılmalıdır.
Kaynak: [142, ACEA 2016]



Şekil 21.6: Araç parçalarının CAD yüzey alanları örneği

Beyaz saclı bir cismin yüzey alanı < %2'lik oranda artan bir belirsizlikle hesaplanabilir.

İlgili boyahanede işlenen farklı araç türleri veya modifikasyonları ve ilgili yüzey alanları (m^2/birim cinsinden), üretilen araç tipi ile üretilen adetler ve yüzey alanı ile birlikte bir tablo halinde SMB raporunda listelenmelidir. . Son olarak, üretilen tüm araçların yüzey alanlarının, üretilen toplam araç sayısına bölünmesiyle ortalama yüzey alanı belirlenir.

Aşağıdaki istatistikler, 2012 yılı için AB'de 73 binek otomobil (hafif ticari araç dahil) boyahanesi için bildirilen ortalama yüzey alanlarından elde edilmiştir [142, ACEA 2016]:

- ortalama referans yüzey alanı: 97 m^2
- %50 orta aralık: 88 m^2 ila 107 m^2
- maksimum: 160 m^2.

Rakamlar, ilgili tesislerde boyanmış tüm farklı araç türleri için ortalama değeri ifade eder.

CAD ve BOM verileriyle araç yüzeyinin hesaplanması, kamyon şasilerinde ve otobüs boyahanelerinde nadiren kullanılır çünkü yüzey alanında büyük farklılıklara sahip çok fazla bireysel varyant vardır, ancak her varyant için düşük bir üretim hacmi bulunmaktadır. Yetkili lisans makamlarının onayı ile her biri şasi veya otobüs kaportası tasarımına ve ayrıca kaplama faaliyetlerinin kapsamına göre uyarlanmış alternatif hesaplama formülleri uygulanır.

21.5.1.6 Belirsizlik hususları

21.5.1.6.1 Gelişmiş belirsizlik

Kaçınılmaz olarak en iyi ölçüm sonucu bile belirsizdir. Bu, bu uygulamada ölçülen veya tahmin edilen veriler kullanıldığından, solvent kütle dengesi hesaplamalarından hesaplanan toplam emisyon sayısı için de geçerlidir.

Solvent kütle dengesinin ilgili unsurları için çeşitli belirsizlik kaynakları tanımlanabilir:

1) I1 girdisinin belirsizliği: I1'in belirlenmesindeki belirsizlik, kullanılan boyaların tam miktarının belirlenmesindeki yanlışlıklardan kaynaklanmaktadır. Büyük boyahanelerde bu belirsizlik çok küçük şekilde

dikkate alınır. Ayrıca, başka bir belirsizlik kaynağı, boya tedarikçisi tarafından sağlanan farklı boyaların solvent içeriğindeki değişkenliktir. I1 belirsizliğini azaltmak için önlemler:

- Renk başına malzeme tüketiminin izlenmesi.
- Viskozite ayarı için kullanılan solvent miktarını izlemenin yanı sıra renk başına VOC içeriğinin izlenmesi.

2) Yayılan ve yok edilen solventlerin belirsizliği (*O1* ve *O5*): Atık gazlardaki VOC'lerle ilgili belirsizlik, art yakıcının imha verimliliğinden, art yakıcıya yönlendirilen solvent miktarından ve ekipmanın çalışma süresinden etkilenir. VOC ölçümünün belirsizliği ek bir faktördür.
O1 ve *O5* belirsizliğini azaltmak için önlemler:

- Solvent kütle dengesi, kontrol ekipmanının bozulmasını dikkate almalıdır.
- VOC'leri ölçmek için akredite laboratuvarların kullanımı.

3) Atık *O6*'daki solventin belirsizliği: *O6*'nın belirsizliği, atık partisinin solvent içeriğindeki ve analitik yöntemdeki değişiklikten kaynaklanır.
O6 belirsizliğini azaltmak için önlemler:

- O6'nın solvent kütle dengesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu atıktaki solvent içeriğinin analizi.
- Atık analizi için akredite laboratuvar kullanımı.

Atık su *O2*'deki solvent genellikle çok küçük bir miktardır ve *O7* ürünündeki solvent, bir araç boyahanesi için bir solvent kütle dengesiyle ilgili değildir.

21.5.1.7 SMB kayıtları / raporlama

SMB raporu, hesaplama adımlarını takip etmek ve sonuçları ve yapılan varsayımları veya tahminleri doğrulamak için gerekli olan tüm sonuçları ve bağlamsal bilgileri sunmalıdır. Bu hususlarla ilgili olarak, aşağıdaki unsurların ya SMB raporuna dahil edilmesi ya da yetkili makamla yapılan görüşmeler için ek olarak saklanması tavsiye edilir:

- Aşağıdakileri içeren basitleştirilmiş tesis düzeni:
  - ilgili proses adımları ve ikincil tesisler (karıştırma odası, AAT, atık işleme alanları (ilgiliyse);
  - çıkış gazı işleme ekipmanı (proses tipi, teknik veriler);
  - bacalar (uçucu organik bileşiklerin havaya salınma noktaları: konum, boyutlar, yukarı akış süreçleri);
  - atık suyun çıkış noktaları (VOC'ler ile), atık suyun boyahaneden çıktıktan sonraki varış yeri.
- Hesaplama işleminin açıklaması (kullanılan denklemler).
- Veri kaynaklarının açıklaması.
- Çıkış gazı arıtma verimlilikleri, emisyon faktörleri, dönüştürme faktörleri gibi uygulanan her bir hesaplama parametresi için bağlamsal bilgiler:
  - tanım;
  - son belirleme tarihi;
  - ilgili ölçüm raporuna atıf (yetkili makamın erişimine açık tutulmalıdır);
  - kullanılan parametrenin neden geçerli olduğuna dair açıklama (ör. 'son tespitten bu yana boyahane tasarımı, malzemesi ve uygulama yöntemi değişmedi');
  - sonucun belirsizliğinin dikkate alınması.

- Ek olarak:
  - kullanılan ham veriler
  - Solvent dengesinin kurulması için doğrudan ölçümler kullanılmışsa ölçüm raporları.

21.5.2 Bobin kaplama sektörü için solvent kütle dengesi

[177, ECCA 2017] [212, TWG 2018] [264, TWG 2019]

Genel bir açıklama için bk. Madde 17.3.1.

21.5.2.1 Giriş

Bir bobin kaplama hattı için solvent kütle dengesi (SMB) hesaplaması, aşağıdakileri tahmin etmek için bir yöntemdir:

a) Tesise yıllık solvent girdisi (ton/yıl olarak ifade edilir).
b) Kaçak emisyonların tahmini (ton/yıl olarak ifade edilir).
c) Solvent girdisinin yüzdesi olarak kaçak emisyonların miktarı.

Aşağıdaki maddelerde yer alan bilgiler, bobin kaplama endüstrisinde SMB hesaplamaları yapmak isteyenler için bir rehber niteliğindedir. Bu bilgiler, atık gaz emisyonlarının nasıl izleneceğini veya bu atık gaz emisyonlarının uygulanabilir emisyon limit değerlerine uygunluğunun nasıl doğrulanacağını açıklamaz. Yöntemle ilgili belirsizlikler Madde 21.5.2.3'te ele alınmaktadır.

21.5.2.2 Bobin kaplama için solvent kütle dengesi denklemi

Solvent kütle dengesi denklemi, bir dizi kütle akışı terimi içerir:

Kaçak emisyonlar = O2+O3+O4+O9 = I1+I2 - (O1+O5+O6+O7+O8) Denklem (1)

ve bir tesisin uyumlu olması için (O2+O3+O4+O9)/(I1+I2) < ELV (emisyon sınır değeri).

Bu terimler ve bunların bobin kaplama sektörü ile ilgisi Tablo 21.16'da açıklanmıştır.

Her terimin alaka düzeyini tanımlayarak genel denklemi basitleştirmek mümkündür. IED tanımlarına göre (Ek VII, Kısım 7), bir bobin kaplama hattı için O2, O3 ve O9 parametreleri sıfırdır. Basit olması adına O7, serpantin kaplamayla ilgili olmadığı için sıfır olarak da kabul edilebilir.

Bu nedenle Denklem (1) şöyle olur:

Kaçak emisyonlar F = 0 + 0 + O4 + 0 = I1+I2 – O1 – O5 – O6 - O8, O8

= 0 ile geri kazanılan solvent başka uygulamalara satılmadığında.

Bu nedenle, Denklem (1), **F = O4 = I1+I2 – O1 – O5 – O6** olur veya

$$F = I_{toplam} - O1 - O5 - O6$$

burada:

I_{toplam} solvent kütle dengesi için dikkate alınan süre boyunca tesise giren solvent miktarı. Hem yeni hem de geri dönüştürülmüş solvent esas olarak boyada bulunur ancak ekipmanı temizlemek için kullanılan malzemelerde de bulunur.

O1 & O5 yakalanan hava içindeki solvent miktarı. Yakalanan hava akışındaki VOC'lerin çoğu, %99,7-99,8 mertebesindeki arıtma verimlilikleriyle azaltılır.

O6 Toplanan atıklarda bulunan VOC'ler. Bir makinenin (silindir ile kaplayıcılar) temizlenmesi solvent ve bez kullanmayı içerir. Kirli solventin bir kısmı tekrar kullanılabilir, bir kısmı ise sıvı atıktır.

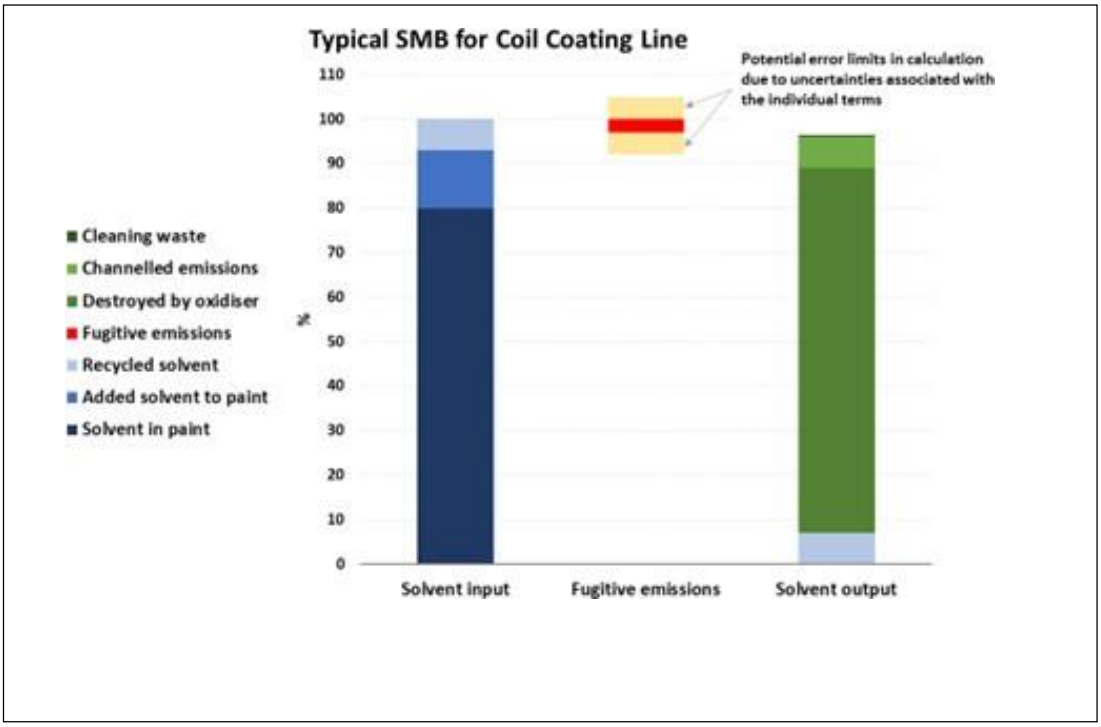
İyi yönetilen bir bobin kaplama hattı için $I_{toplam} \sim (O1 + O5 + O6)$

Tablo 21.16: Solvent kütle dengesi için kütle akışları ve bunların bobin kaplama sektörüyle ilgisi

Parametre	Kütle akışı	İlgili	Açıklama
Solvent olarak VOC girdisi			
I1	Kütle dengesinin hesaplandığı zaman diliminde sürece girdi olarak kullanılan, satın alınan karışımlardaki organik solventlerin miktarı veya miktarları.	**Evet**	Bobin kaplama boyaları, sisteme bağlı olarak tipik olarak %30 ile %70 arasında solvent içerir (Tablo 6.4). Ekipmanı temizlemek için solventler de satın alınır.
I2	Geri kazanılan ve sürece solvent girdisi olarak yeniden kullanılan organik solventlerin miktarı veya karışımlardaki miktarları. Geri dönüştürülen solvent, eylemi gerçekleştirmek için her kullanıldığında sayılır.	**Evet**	Bazı bobin kaplama tesisleri, temizleme ve karıştırma işlemlerinden solventi geri kazanır ve bu daha sonra sonraki üretim süreçlerinde yeniden kullanılır.
Havaya VOC çıktısı			
O1	Atık gazlardaki emisyonlar. O1.1 kontrol altına alınmış ve temizlenmiş. O1.2 kontrol altına alınmış ve temizlenmemiş.	**Evet**	O1.1: Harici veya entegre termal oksitleyiciden havaya emisyonlar. O1.2: Arıtılmamış atık akışından egzoz havası, örneğin şeridin havayla soğutulması. O1.1, her bobin kaplama SMB'sinin önemli bir bileşenidir. O1.2'nin kullanımı, bobin kaplama hattının konfigürasyonuna bağlıdır.
O2	Atık suda solvent.	Hayır	Boyalı metal ile temas edecek tek su, kürleşmeden sonra söndürme ünitelerindedir. Tüm VOC'ler, sürecin bu aşamasında ortadan kaldırılmıştır. IED, bobin kaplama için bu terimi sıfır olarak tanımlar.
O4	Pencereler, kapılar, havalandırmalar ve benzeri açıklıklar yoluyla dış ortama salınan kaçak emisyonlar.	**Evet**	Doğrudan ölçmenin çok zor olması. Bobin kaplama üniteleri, kaçak emisyonları en aza indirmek için genellikle tamamen kapatılır.
O9	Diğer yollarla salınan organik solventler.	Hayır	Örneğin: kazalar, dökülmeler, sızıntılar. IED, bobin kaplama için bu terimi sıfır olarak tanımlar.
Yok edilen VOC'ler			
O5	Kimyasal veya fiziksel reaksiyonlar nedeniyle kaybolan organik solventler ve/veya organik bileşikler, yakma veya diğer atık gazlar tarafından yok edilenler veya muhafaza altına alınanlar (O6, O7 veya O8 kapsamında sayılmadıkları sürece) dahil.	**Evet**	Tüm bobin kaplama hatları, solvent VOC'lerin yok edilmesini en üst düzeye çıkarmak ve tesiste enerji kullanımını optimize etmek için termal oksitleyiciler ve enerji geri kazanım şemaları kullanır. Oksitleyicilerdeki azaltma etkinlikleri %99,8 mertebesindedir.
VOC'lerin diğer çıktıları			
O3	Prosesten ürün çıkışında kontaminasyon veya kalıntı olarak kalan organik solventlerin miktarı.	Hayır	Bobin kaplama için nihai üründe kalan solvent miktarı ihmal edilebilir düzeydedir ve SMB'de göz ardı edilmelidir. Ayrıca, IED Ek VII, Kısım 2, No 1, dipnot 1'e göre, bitmiş ürünlerdeki solvent kalıntısı, kaçak emisyonların bir parçası olarak değerlendirilmemelidir.
O6	Toplanan atıklarda bulunan VOC'ler.	**Evet**	Aplikatör ekipmanının temizlenmesi solvent ve bez gerektirir. Kirli solventin bir kısmı tekrar kullanılabilir, bir kısmı sıvı atıktır. Kirli bezler katı atıktır. Hem kirli solvent hem de kullanılmış paçavralar genellikle boş boya varillerinde saklanır.

Para metre	Kütle akışı	İlgili	Açıklama
O7	Ticari değeri olan bir ürün olarak satılan veya satılması amaçlanan organik solventler veya karışımların içerdiği organik solventler.	Hayır	Bobin kaplama endüstrisi ile ilişkili bir faaliyet değildir.
O8	Sürece girdi olarak değil de (O7 altında sayılmazsa) yeniden kullanım için geri kazanılan karışımlarda bulunan organik solventler.	Bireysel durumlara bağlıdır.	Bazı şirketler geri kazanılmış solventin bir kısmını bobinsiz kaplama uygulamalarına atabilir. Bobin kaplama için varsayılan durum, geri kazanılan tüm solventin işlemde yeniden kullanılmasıdır.

Bir silindir ile kaplama SMB'sinde bu terimlerin tipik oranları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 21.7: Silindir kaplama hattı için tipik bir SMB örneği

Bobin kaplama sektöründeki kaçak emisyonların hesaplanması, nispeten küçük bir sayı elde etmek için bazı büyük terimlerin (O1, O5, O6) toplamının bir büyük terimden (I_{toplam}) çıkarılmasını içerir. Bu, SMB'deki çeşitli terimlerdeki belirsizliklerin bir sonucu olarak, kaçak emisyonlar için hesaplanan değerde önemli düzeylerde belirsizliğe yol açabilir.

21.5.2.3 Bobin kaplama için SMB hesaplaması için I1'deki belirsizlik kaynakları

Parametre I1, SMB metodolojisi için genel hesaplamalarda önemli bir miktardır (kg). I1 aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$I1\,(kg) = \Sigma\,(V_{\text{boya referansı}} \times C_{\text{boya referansı}}) + V_{\text{temizleme solventi}}$$

burada:

$V_{\text{boya referansı}}$ boyama faaliyeti için satın alınan toplam boya miktarı

$C_{\text{boya referansı}}$ boya referansının solvent konsantrasyonu

$V_{\text{temizleme solventi}}$ temizlik için satın alınan solventin toplam hacmi.

Parametre I2 (geri dönüştürülmüş solvent), küçük miktarlar içerdiğinden ve boyaları inceltmek için eklenen miktarın kolayca ölçülebilmesi nedeniyle daha az önemlidir ve bu terim hakkında düşük düzeyde bir belirsizlik sağlar.

21.5.2.3.1 Boya hacminin hesaplanmasındaki belirsizlik ($V_{boya\ referansı}$)

Referans periyodunda kullanılan boya miktarının tanımlanmasındaki zorluk, pazar talebini karşılamak için yılda binlerce varilin kullanıldığı, bazen iade edilip tekrar kullanıldığı ve boyanın boyanması için yüzlerce farklı boya türünün gerektiği bir işletmede mükemmel bir malzeme envanterine sahip olmanın zorluğundan kaynaklanmaktadır.

V_{boya}'nın hesaplanmasındaki ana belirsizlik kaynakları Tablo 21.17'de verilmiştir.

Tablo 21.17: $V_{boya\ referansı}$'nın hesaplanmasındaki ana belirsizlik kaynakları

Konu	Alan	Tipik hacim	Belirsizlik kaynakları
Boya depolama (birden fazla depolama konumu)	Ana depolama tesisi	1 000 varil	Varillerin içeriği, özellikle kısmen kullanılmış olanlar.
	Yığın ürünler için tanklar, ör. astar	Tank başına 40 m^3 boya, lokasyon başına muhtemelen 3 tank	Tanktaki boya hacminin ölçüm doğruluğu.
	Hazırlık alanı 'boya mutfağı'	10-15 davul	Uygulama öncesi boya ile karıştırılan solvent miktarı.
	Uygulama odası	< 5 davul	Uygulama sonrası varillerde kalan boya miktarı.
Stok yönetimi	Günlük teslimatlar	Günde 20-50 varil	Stok yönetim sistemine veri girişinin tutarsızlığı.
	Artık boya	Günde 20-50 varil	Sisteme geri gönderilen kullanılmayan boya hacmi.
Boya tüketimi	Boya verimi	Varil başına	Boyanın solvent içeriği genellikle ± %5 olarak bildirilir.
	Bobin uzunluğu	Sipariş başına	Bobinin gerçek uzunluğu beklenenden biraz farklıdır: uzunluğunun ölçülmesi ancak ± %0,05'lik bir belirsizlikle mümkündür.
	Boyalı uzunluk	Sipariş başına	Boyalı uzunluk, alt tabaka ile ilgili kalite sorunları nedeniyle bobin uzunluğundan önemli ölçüde farklı olabilir.
	Boya kalınlığı	Sipariş başına	Kalınlık ölçmek için aletlerin doğruluğu ± 1 µm'dir. Çoğu boya sisteminde boya kalınlığının doğruluğu bu nedenle nominal 20 µm kaplama için ± %5'tir.

Kaynak: [177, ECCA 2017] [264, TWG 2019]

Tesiste depolanan varil sayısının yanlış hesaplanmasıyla bağlantılı belirsizlik nispeten düşüktür ve ihtiyatlı bir tahmin **± %0,1'dir**. Varil sayısından çok varillerde bulunan boya hacmiyle bağlantılı daha yüksek bir belirsizlik vardır. Tamburlardaki boya hacminin yanlış ölçümünün/tahmininin $V_{boya\ referansı}$nın belirsizliği üzerindeki etkisi **± %0,8** mertebesindedir. Boya veriminden, boyalı yüzeyden ve kaplama kalınlığından boya sarfiyatının **± %8**'den daha iyi bir doğrulukla hesaplanması imkansızdır. Genel olarak, bu faktörler $V_{boya\ referansı}$ nın hesaplanması için **± %1**'lik bir maksimum belirsizlik verir.

21.5.2.3.2 Boyadaki solvent hacminin hesaplanmasındaki belirsizlik ($C_{boya\ referansı}$)

SMB için referans döneminde bobin kaplama hattında kullanılan boyadaki solvent hacminin belirlenmesinde iki ana belirsizlik kaynağı vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

(a) Her boya için teknik bilgi formlarının yanlışlığı

Aşağıdaki şekil, aşağıdaki teknik bilgi formunda ayrıntıları verilen boyanın solvent konsantrasyonundaki belirsizliği göstermektedir.

FICHE TECHNIQUE DE LIVRAISON

CLIENT : [redacted]

REFERENCE [redacted]	I780W0026	REFERENCE CLIENT	[redacted]
N° de fabrication	862716	Date de fabrication	13/06/2007
Quantité	10877 kg	Qualité	[redacted]
Teinte	RAL 9010	Type de produit	FINITION
N° de Commande		Usage	EXTERIEUR

CARACTERISTIQUES DE LA PEINTURE LIQUIDE

TESTS	Résultats	Unités	Spécifications	Observations
Finesse Jauge North	6,5	NTH	6,5 - 7,5	
Viscosité coupe NFT 4 / 20°C	80	Sec	70 - 80	
Masse volumique peinture	1,450	Kg / dm3	1,44 - 1,5	
Extrait sec 1H30 / 165°C	67,47	%	67 - 71	
Densité des solvants	0,93	-	0,93 - 0,93	
Densité de l'extrait sec	1,985	-	0 - 2	
Extrait sec en volume	49,3	%	47 - 53	
Rendement pour 1 micron	340	m2/kg	340 - 380	

Support : GALVA [redacted]

CONDITIONS D'APPLICATION DU SYSTEME EN LABORATOIRE

Type de peinture	Reference	Epaisseur (µ)	PMT (°C)	Cuisson (S)
CODE PRIMAIRE	[redacted]			
CODE FINIITON	[redacted]	18	241	30

CARACTERISTIQUES DU FILM APPLIQUE

TESTS	Résultats	Unités	Spécifications	Observations
Brillant Gardner 60°	41	%	39 - 44	
Dureté crayon Faber Castel	H	-	F - H	
Tenue au M.E.C	100	A / R	100 - 200	
Pli sans arrachement (ECCA)	0	T	0 - 0,5	
Choc inverse sans arrachement	160	I / P	160 - 160	

Equipement	Type : COLORQUEST	Géométrie : 2 °	Illuminant : C	Unité : LAB
Type de teinte : [redacted]	2P0202Pix 18/02/02			

TEINTE	Spec	-0,3 / +0,3		-0,3 / +0,3		0 / +0,5
	dL	0,24	da	-0,15	db	0,21

Şekil 21.8: Silindir ile kaplama sektörü için teknik bilgi formu örneği

Veri sayfasındaki solvent aralığı, boyanın üretim hattında çalışması için doğru viskoziteye inceltilmesine izin vermek içindir. Eklenen solventin miktarı varilden varile değişecektir. Ayrıca, veri formlarında listelenmiş solvent içeriği aralığına sahip bazı ham maddeler de vardır. Bunun nedeni, ya malzeme için belirli bir kimyasal aktiviteyi sürdürme ihtiyacından ya da üretimi sırasında tüm solventin çıkarılmasının imkansız olmasından kaynaklanmaktadır.

Yukarıdaki örnekte, teknik şartname ağırlık olarak %67-71 aralığında bir kuru içeriği göstermektedir. Bu durumda solvent içeriği ± %2,9'luk bir belirsizlikle bilinir. Bu veri formunda bobin kaplama sektöründe kullanılan çoğu boya için tipik olduğundan, boya referansının solvent içeriğindeki bu belirsizliğin makul bir tahmini **± %2,5**'tir.

(b) Kullanılan boyaların eksiksiz bir veri tabanının olmaması

Ortalama bir bobin kaplama hattındaki tipik bir üretim yılı genellikle ≈ 500 boya referansına ve 3,5 kiloton boya tüketimine karşılık gelir. Bazı temsili boyaların solvent içeriğini toplam boya hacmi boyunca tahmin etmek birçok bobin kaplama hattında tipiktir. Örneğin 45 boya referansı, toplam boya tüketiminin %80'inden fazlasına karşılık gelmektedir. Operatör, bu 45 boyanın kuru katı içeriğinin ağırlıklı ortalama değerini kullanır ve bu değerin toplam miktara tahmin edilebileceğini varsayar. 45 ilk referans boyadaki solvent içeriğinin standart sapması > 5'tir ve ortalama değeri 37,5'tir. Toplam boya hacmine ekstrapolasyon yapılırken kuru içerik üzerindeki belirsizliğin makul bir tahmini ± %2,7'dir.

Özet olarak, her bir boya referansının solvent içeriği, ± % 2,5'luk bir belirsizlikle bilinir. Toplam miktarın %80'lik değerinden solvent içeriğini tahmin etme yöntemi, ± %2,7'lik bir ekstra belirsizlik verir.

Genel olarak, bu faktörler $C_{\text{boya referansı}}$nın hesaplanması için **± %5**'lik bir maksimum belirsizlik verir.

21.5.2.3.3 Temizleme solventinin ($V_{\text{temizleme solventi}}$) hacminin hesaplanmasında belirsizlik

Metil etil keton (MEK) 'evrensel' temizleme solventi olarak kabul edilmektedir ancak bazı özel boyaların işlendiği bazı durumlarda bazı hatlar tarafından başka solventler de kullanılmaktadır. Bir bobin kaplama hattı için tipik yıllık MEK tüketimi 150-200 ton aralığındadır. MEK genellikle 1 m^3'lük kaplarda konteynerlerde teslim edilir ve bir konteynerin stok varyasyonunda bir belirsizlik varsa, o zaman $V_{\text{temizleme solventi}}$nin belirsizliği $\pm$ %0,5'tir.

Bu üç parametre ile ilgili ana belirsizlikler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 21.18: Solvent kütle dengesi için I1'in hesaplanmasındaki ana belirsizlik kaynakları

Parametre	Faaliyetler	Belirsizlik
$V_{\text{boya referansı}}$	Farklı yerlerde depolanan boya – depolar, tanklar, hazırlık odası, boyahaneler vb.	% ± 1
	Günlük boya kullanımı ve depolama tesislerine giriş ve çıkış hareketleri. Tüketim; boya kalınlığı, yüzey kalitesi ve geliştirme denemeleri ve kalite sorunları gibi belirli olaylar gibi bir dizi değişkene bağlıdır.	
$C_{\text{boya referansı}}$	Teknik veri formlarının yanlışlığı – bobin kaplama hattının yerel gereksinimlerini karşılamak için tedarikçi tarafından boya formülasyonlarına solventlerin geç eklenmesi.	% ± 5
	Eksik solvent veri tabanı – üretim sırasında solvent ilavelerinin kullanılması ve bakımının çok kaynak yoğun olması nedeniyle potansiyel olarak yanlış olması.	
$V_{\text{temizleme solventi}}$	Her yıl ~200 ton MEK (metil etil keton) satın alınması	% ± 0.5
Kaynak: ECCA [212, TWG 2018]		

Bir bobin kaplama hattı için solvent kütle dengesi hesaplaması sırasında I1 ve dolayısıyla I_{toplam} tahminiyle ilgili genel belirsizlik ± %5,6 kadar yüksek olabilir.

21.5.2.3.4 Bobin kaplama için SMB için O1 ve O5 parametrelerinin hesaplanmasındaki belirsizlik kaynakları

O1 ve O5 parametrelerinin belirlenmesindeki ana belirsizlik kaynağı, bobin kaplama hatları tarafından kullanılan oksitleyici sistemin etkinliğine ilişkin varsayımdır. Bobin kaplama için veri toplamada rapor edilen azaltma verimlilikleri %98'in üzerindey olmuştur. Bunlardan birçoğu %99'un üzerindedir ve bazıları da > %99,8'dir. O5 ile ilgili başka belirsizlikler de vardır, bu da kürleme fırınında azaltmadan önce ne kadar solvent tüketildiğini belirlemenin imkansız olmasından kaynaklanır.

Çoğu bobin kaplama hattı, havaya kaçan işlenmemiş solvent miktarını en aza indirmek için boya mutfağında ve uygulama odasında ekstraksiyon tesisleri kurmuş ve muhafaza teknikleri uygulamıştır.

21.5.2.3.5 Bobin kaplama için SMB için O6 parametresinin hesaplanmasındaki belirsizlik kaynakları

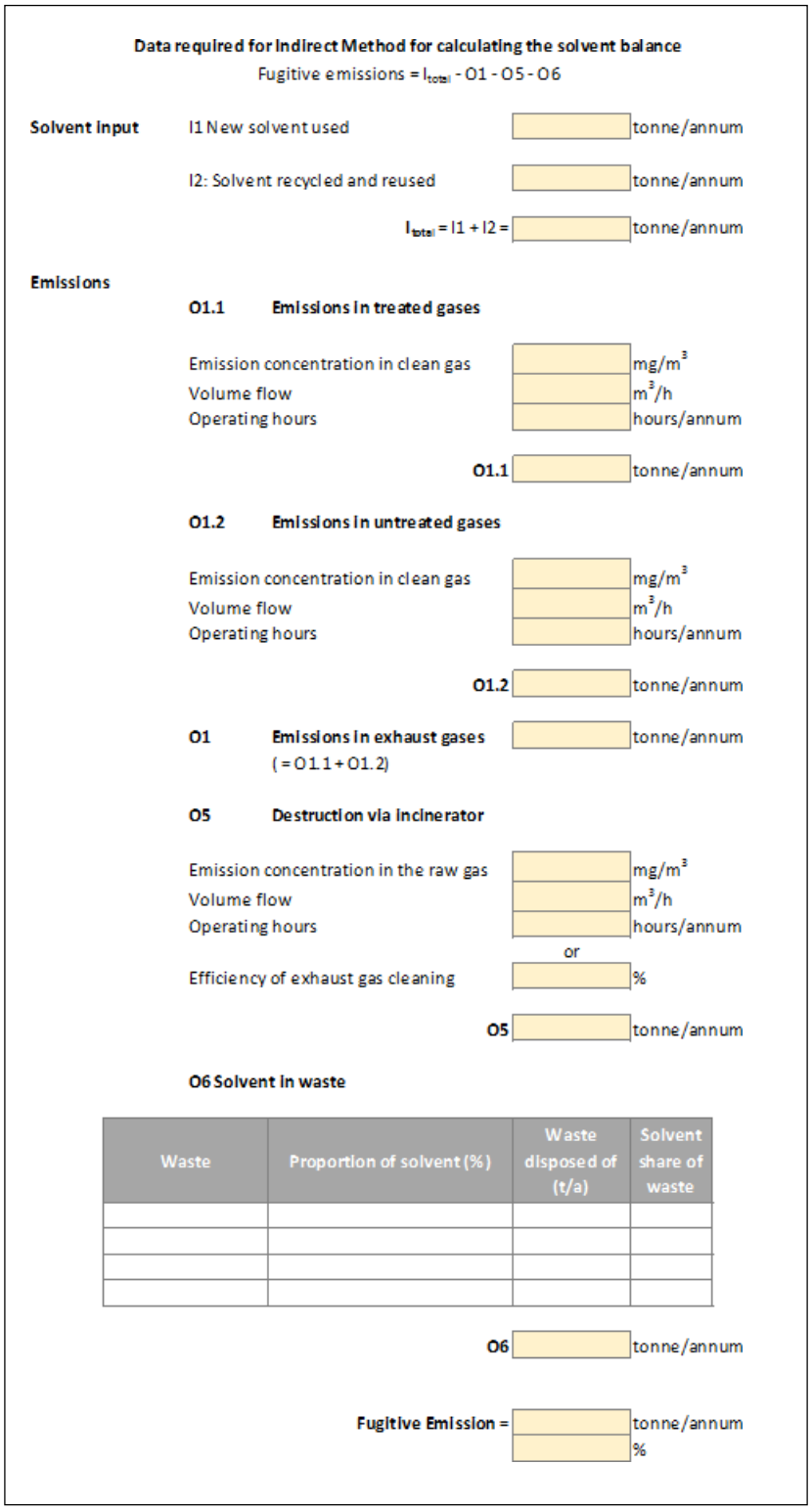
Hattan gelen atıkta yer alan nispeten küçük hacimler (hattan toplam solvent çıktısının < %1'i), bu terimin SMB'deki genel belirsizliğe çok az katkıda bulunduğu anlamına gelir. Ana belirsizlik, her temizlik bezindeki solvent miktarı ile referans döneminde kullanılan bez sayısının birleşimidir.

21.5.2.4 Kaçak emisyonları azaltmak için BAT

Kaçak emisyonları en aza indirmek ve SMB içinde kaçak emisyonların yüzdesini hesaplamak için kullanılan çeşitli terimleri ölçmede uygulanabilecek çok sayıda BAT vardır (bk. Tablo 21.19 ve Tablo 21.20).

21.5.2.5 SMB kayıtları ve kayıt altına alınması

Bir bobin kaplama tesisinin operatörü, kendi yerel koşullarına en uygun SMB'yi hesaplamak için bir yöntem seçmekte serbesttir (IED Ek VII, Bölüm 7'de açıklandığı gibi). Ancak operatör ELV'ye uygunluğu güvenilir bir şekilde göstermeli ve yerel izin makamının gerekliliklerini karşıladığını göstermelidir. SMB'yi hesaplamak için dolaylı yöntem en yaygın olarak bobin kaplama endüstrisinde kullanılır. Bu hesaplamayı tamamlamak için gereken veri gereksinimleri aşağıdaki örnekte gösterilmektedir.



Data required for Indirect Method for calculating the solvent balance

Fugitive emissions = I_{total} - O1 - O5 - O6

Solvent input

I1 New solvent used _____ tonne/annum

I2: Solvent recycled and reused _____ tonne/annum

I_{total} = I1 + I2 = _____ tonne/annum

Emissions

O1.1 Emissions in treated gases

Emission concentration in clean gas _____ mg/m^3

Volume flow _____ m^3/h

Operating hours _____ hours/annum

O1.1 _____ tonne/annum

O1.2 Emissions in untreated gases

Emission concentration in clean gas _____ mg/m^3

Volume flow _____ m^3/h

Operating hours _____ hours/annum

O1.2 _____ tonne/annum

O1 Emissions in exhaust gases _____ tonne/annum

(= O1.1 + O1.2)

O5 Destruction via incinerator

Emission concentration in the raw gas _____ mg/m^3

Volume flow _____ m^3/h

Operating hours _____ hours/annum

or

Efficiency of exhaust gas cleaning _____ %

O5 _____ tonne/annum

O6 Solvent in waste

Waste	Proportion of solvent (%)	Waste disposed of (t/a)	Solvent share of waste

O6 _____ tonne/annum

Fugitive Emission = _____ tonne/annum

_____ %

Şekil 21.9: Silindir ile kaplama sektörü için kaçak emisyonların hesaplanmasına yönelik veri gereklilikleri örneği

KOBİ raporu, hesaplama adımlarının izlenmesini ve sonuçların ve yapılan varsayımların veya tahminlerin doğrulanmasını sağlayan tüm sonuçları ve bağlamsal bilgileri sunmalıdır. Aşağıdaki unsurların ya KOBİ raporuna dahil edilmesi ya da yetkili makamla yapılan görüşmeler için ek olarak saklanması tavsiye edilir.

(a) Aşağıdakileri içeren basitleştirilmiş tesis düzeni:

(i) ilgili proses adımları ve ikincil tesisler (boya deposu, boya mutfağı, atık işleme alanları (eğer ilgiliyse);
(ii) çıkış gazı işleme ekipmanı (proses tipi, teknik veriler);
(iii) bacalar (uçucu organik bileşiklerin havaya salınma noktaları: konum, boyutlar, yukarı akış süreçleri).

(b) Özellikle bobin kaplama hattının daha büyük bir tesisin, örneğin entegre çelik fabrikalarının parçası olduğu durumlarda, solvent denge çevresinin tanımı.
(c) Hesaplama sürecinin (ve kullanılan denklemlerin) açıklaması.
(d) Veri kaynaklarının açıklaması.
(e) Uygulanan her hesaplama parametresi için bağlamsal bilgiler:
(i) tanım;
(ii) son belirleme tarihi;
(iii) ilgili ölçüm raporuna referans;
(iv) kullanılan parametrenin neden geçerli olduğuna dair açıklama.
(f) Sonucun belirsizliğinin nicel veya nitel değerlendirmesi. Ek olarak:
(i) hesaplamalar için ham veriler;
(ii) Solvent dengesinin kurulması için doğrudan ölçümler kullanılmışsa ölçüm raporları.

21.5.2.6 SMB metodolojisinin iyileştirilmesi

SMB'yi (ve dolayısıyla kaçak emisyonları) hesaplamaya yönelik mevcut yaklaşım, bir dizi farklı kaynaktan türetilen ve farklı zaman dilimlerinde hesaplanan terimlerin kullanılmasına dayanmaktadır. Ör. boyalarda kullanılan solvent miktarı, stok seviyelerinin uygunluk sağlamasına dayalı tek bir yıllık hesaplama olabilirken, fırınlardan yayılan VOC yüzdesi bazı durumlarda sürekli veya periyodik bir ölçüm olabilir. Diğer terimler, yalnızca zamanın anlık görüntüsü olabilir ve tüm yıl için tahmin edilebilir.

Genel yaklaşım, ör. SMB'deki tüm terimler için 2 gün gibi nispeten kısa bir süre boyunca bir dizi ayrıntılı ölçüm geliştirilerek potansiyel olarak iyileştirilebilir. Bu, daha fazla ölçüm tutarlılığı sunacak ve muhtemelen kaçak emisyonların genel hesaplamasındaki belirsizliği azaltacaktır. Ayrıntılı ölçüm için seçilen zaman periyodunun tüm yılı temsil ettiği kabul edilebilir ve hat operatörünün emisyon limitlerine uyup uymadığına karar vermek için kullanılabilir.

SMB'ler için böyle bir yaklaşımın kullanılması, hat operatörü ve yerel düzenleyici makamlar tarafından kararlaştırılmalıdır.

Tablo 21.19: SMB hesaplamasında I1'i azaltmaya ve ölçmeye yardımcı olan BAT kontrol listesi

SMB parametresi		BAT	
I1	V_{boya} (boya hacmi)	**BAT 5** - solvent içeren materyallerin ve/veya tehlikeli materyallerin depolanması ve taşınması sırasında kaçak emisyonların önlenmesi veya azaltılması	**5(b)** - konteynerlerin ve setle çevrili depolama alanının sızdırmaz hale getirilmesi veya kapatılması
			5(c) - Üretim alanlarında tehlikeli maddelerin depolanmasının en aza indirilmesi
			5(d) - Pompalama sırasında sızıntı ve dökülmeleri önleme teknikleri
			5(e) - Pompalama sırasında taşmaları önleme teknikleri
			5(g) - Solvent içeren malzemelerle çalışırken dökülmeler ve/veya hızlı çekme için muhafaza
		BAT 7 - kaplama uygulama proseslerinin ham madde tüketiminin ve genel çevresel etkisinin azaltılması	**7(a)** - silindir ile kaplama
		BAT 6 - solvent ve diğer ham madde tüketimini azaltılması ve VOC emisyonlarının azaltılması	**6(a)** - VOC içeren malzemelerin merkezi tedariki (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri)
			6(e) - renk gruplaması
		BAT 10 - yılda en az bir kez bir solvent kütle dengesi derleyerek toplam ve kaçak VOC emisyonlarının izlenmesi	**10(b)** - Solvent izleme sisteminin uygulanması
	C_{boya} (solvent konsantrasyonu)	**BAT 3** - kullanılan hammaddelerin çevresel etkilerinin azaltılması	**3(a)** - Düşük çevresel etkiye sahip ham maddelerin kullanımı
			3(b) – İşlemde solvent kullanımının optimizasyonu
		BAT 4 - solvent tüketimini, VOC emisyonlarını ve kullanılan hammaddelerin genel çevresel etkisinin azaltılması	**4(a)** - yüksek katı madde içerikli solvent bazlı boya ve kaplamaların kullanımı
			4(c) - radyasyonla kürlenen kaplama ve boyaların kullanımı
			4(g) - laminat filmlerin kullanımı
			4(h) - VOC olmayan veya daha düşük uçuculuğa sahip VOC olan maddelerin kullanımı
	$V_{temizleme\ solventi}$	**BAT 9** - temizleme işlemlerinden kaynaklanan VOC emisyonlarının azaltılması	**9(c)** - önceden emprenye edilmiş mendillerle manuel temizlik
			9(d) - Düşük uçuculuğa sahip temizlik maddelerinin kullanımı
		BAT 22 - bertaraf için gönderilen atık miktarının azaltılması	**22 (c)** - solventlerin geri kazanımı/geri dönüşümü

Tablo 21.20: SMB hesaplamasında O1, O5 ve O6'yı azaltmaya ve ölçmeye yardımcı olan BAT kontrol listesi

SMB parametre	BAT	
O1 (atık gazlardaki solvent) ve **O5** (yok edilen solvent)	**BAT 6** - solvent ve diğer ham madde tüketiminin azaltılması ve VOC solvent emisyonlarının azaltılması	**6(c)** - Uygulama noktasında kapalı bir sistem kullanarak VOC içeren malzemelerin (ör. mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar, temizlik maddeleri) temini
	BAT 11 - atık gazlardaki emisyonların EN standartlarına uygun olarak izlenmesi	**TVOC yükü < 10 kg/s** ise - EN 12619'a göre yıllık izleme
	BAT 14 - üretim ve depolama alanlarından kaynaklanan toplam VOC emisyonlarının azaltılması	**14(b)** - VOC içeren malzemelerin uygulama noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi
		14(c) - Boya/kaplama hazırlama noktasına mümkün olduğunca yakın hava tahliyesi
		14(d) - Kurutma/kürleme işleminden hava tahliyesi
		14(e) - Kürleme fırınlarının giriş ve çıkışlarını kapatarak veya kurutmada atmosfer altı basınç uygulayarak fırınlardan kaynaklanan kaçak emisyonlarının en aza indirilmesi
		14(f) - soğutma bölgesinden hava tahliyesi
		14(g) - Hammaddelerin, solventlerin ve solvent içeren atıkların depolanmasından hava tahliyesi
		14(h) - Temizleme alanlarından hava tahliyesi
	BAT 15 - atık gazlardaki VOC emisyonlarının azaltılması	**15(b)** - Aktif karbon veya zeolitler kullanarak adsorpsiyon
		15(d) - Çıkış gazlarının bir yakma tesisine gönderilmesi
		15(i) - termal oksidasyon
		15(e) - iyileştirici termal oksidasyon
		15(f) - birden fazla yataklı veya valfsiz dönen hava dağıtıcılı rejeneratif termal oksidasyon
		15(g)- katalitik oksidasyon
O6 (atıktaki solvent)	**BAT 9** - temizleme işlemlerinden kaynaklanan VOC emisyonlarının azaltılması	**9(c)** - önceden emprenye edilmiş mendillerle manuel temizlik
		9(d) - Düşük uçuculuğa sahip temizlik maddelerinin kullanımı
	BAT 22 - bertaraf için gönderilen atık miktarının azaltılması	**22 (b)** - solventlerin geri kazanımı/geri dönüşümü

21.5.3 Kurutmalı web ofset baskı sektörü için solvent kütle dengesi

21.5.3.1 Kurutmalı web ofset baskı sektörü için solvent kütle dengesi (INTEGRAF)

[224, INTERGRAF 2018]

Giriş

Kurutmalı web ofset baskı sektörü için SMB (Isıtmalı SMB) aşağıdakiler için bir yöntem sağlar:

a) Yıllık girdinin hesaplanması (t/yıl olarak ifade edilir).
b) Kaçak emisyonların güvenilir tahmini (t/yıl olarak ifade edilir).
c) Girdi yüzdesi olarak kaçak emisyonların hesaplanması.

Aşağıda açıklanan Kurutmalı SMB, kurutmalı web ofset baskı sektöründe SMB'lerin yapımını hem basitleştirmeyi hem de standartlaştırmayı hedeflemektedir. Bu bilgiler, atık gaz emisyonlarının nasıl izleneceğini veya bu atık gaz emisyonlarının uygulanabilir emisyon limit değerlerine uygunluğunun nasıl doğrulanacağını açıklamaz.

Kurutmalı web ofset baskıda VOC emisyonları

Kurutmalı web ofset baskıda, aşağıdaki VOC emisyon kaynakları ayırt edilebilir:

1. Mürekkepler

- Ofset mürekkepleri, oda sıcaklığında VOC olmayan yağlar içerir. Ancak kurutucuda buharlaşırlar ve kurutma sıcaklığında VOC olarak kabul edilirler. Buharlaşmadan sonra, çok büyük ölçüde yok edildikleri oksitleyiciye taşınırlar. Küçük bir kısmı oksitleyicide bozulmadan kaçabilir ve yayılacaktır (atık gaz emisyonu).
- Yağların bir kısmı kağıt ağ üzerindeki mürekkepte kalır. Ağ soğutulur ve yağlar artık VOC değildir. Basılı üründeki kalıntı, kaçak emisyonların bir parçası olarak kabul edilmez (ayrıca bk. IED Ek VII, Bölüm 2, kurutmalı web ofset baskı, 'özel hükümler').
- Mürekkeplerdeki VOC'lerin buharlaşması kurutucuda gerçekleşir. Kaçak emisyonlara katkıda bulunmazlar. Bununla birlikte, yıllık girdiyi ve kaçak emisyonların yüzdesini belirlemek için bu VOC'lerin miktarının bilinmesi gerekir.
- Mürekkep tedarikçisi farklı bir değer sağlamadığı sürece, kurutmalı SMB'nin amaçları doğrultusunda, kurutmalı mürekkeplerin VOC içeriğinin %35 olduğu varsayılabilir.

2. Havuz çözümleri katkı maddeleri

- Havuz çözümleri ıslatıcı maddeler içerir. Bunlar çoğu durumda VOC'lerdir. Bu VOC'ler, hazneden kağıt ağa giderken silindirlerden kısmen buharlaşır (kaçak emisyonlar).
- Ayrıca kısmen kağıt ağ tarafından emilirler ve kurutucuya taşınırlar. Buharlaşmadan sonra oksitleyicide yok edilirler. Küçük bir kısmı yıkımdan kurtulabilir (atık gaz emisyonu).

3. Otomatik temizleme

Otomatik temizlik için kullanılan temizlik maddeleri genellikle suyla karıştırılmış VOC'lerdir. Hem su hem de VOC'ler baskı makinesinden geçerken kısmen buharlaşır (kaçak emisyonlar). Kullanılan sisteme bağlı olarak kalan aşağıdakilerden biridir:

- kağıt ağ tarafından emilir, kurutucuya taşınır ve buharlaşmadan sonra oksitleyicide yok edilir; küçük bir kısmı yok olmaktan kurtulabilir (atık gaz emisyonları) veya
- sıvı atık olarak toplanır (emisyon yok) veya
- atık olarak bertaraf edilen (emisyonsuz) kağıt mendilde emilir.

4. Manuel temizlik

Kurutmalı web ofset baskıda renk değişikliği gerekmediğinden manuel temizleme çok sık değildir. Manuel temizlik için temizlik maddeleri VOC içerir.

- Manuel temizlik sırasında, temizlik maddelerindeki VOC'lerin bir kısmı buharlaşacaktır (kaçak emisyon).
- Kalan kısım toplanacak ve atık olarak bertaraf edilecektir (emisyon yok).

5. Çıkış gazı işlemesine baskı odası havası

- Kurutuculardan çıkan çıkış gazları oksitlenir. Oksidasyon işlemi çok etkilidir. Sadece çok az miktarda VOC yok edilmekten kurtulur ve salınır (atık gaz emisyonu).
- Kurutucular giriş havasını baskı odasından alırlar. Bu hava, temizlik maddelerinden ve nemlendirme solüsyonundan buharlaşan kaçak VOC emisyonlarını içerecektir. Kurutucu hava oksitleyiciye taşınır ve o havanın içerdiği VOC'ler yok edilir. Bu, gerçek kaçak emisyonları azaltır. Baskı odası ayrıca atmosfere ayrı olarak havalandırıldığından bu, kaçak emisyonların sınırlı bir yüzdesini ilgilendirmektedir.

İhtiyatlı basitleştirme

Karmaşık parametreler

Kurutmalı web ofset baskıda doğru bir SMB için gerekli olabilecek bazı parametrelerin oluşturulması zordur:

- Temizlik maddelerinin atıklarındaki VOC oranı. Atık temizlik maddelerinin bir kısmı su ile karışmış halde, bir kısmı kağıt mendilde, bir kısmı da temizlik mendillerinde bulunmaktadır.
- Kağıt ağda emilen, oksitleyicide yok edilen ve bu nedenle kaçak emisyonlar olarak salınmayan nemlendirme solüsyonu ve temizlik maddelerindeki VOC'lerin oranı.
- Kurutucunun giriş havası yoluyla oksitleyiciye taşınan kaçak VOC emisyonlarının oranı.

İhtiyatlı sektör parametreleri

Fiili kaçak emisyonların geçerli kaçak emisyon limitinden daha düşük olmasının beklendiği durumlarda ölçümler, doğrulanmış tahminler vb. olmadan uygunluğun gösterilmesi mümkün olabilir. Bu amaçla, aşağıdaki ihtiyatlı parametreler kullanılabilir:

- atıktaki VOC oranı: %0
- nemlendirme solüsyonundaki kaçak VOC emisyonlarının oranı: %90
- temizlik maddelerinde kaçak VOC emisyonlarının oranı: %85
- kurutucu giriş havasındaki kaçak VOC emisyonlarının oranı: %0

Hesaplama yöntemi

Kaçak emisyonları belirlemek ve sınır değere uygunluğu kontrol etmek için aşağıdaki prosedür önerilir. Yöntem, mümkün olduğunda, yalnızca kullanılan mürekkeplerin, nemlendirme katkı maddelerinin ve temizlik maddelerinin yıllık miktarları ve tedarikçilerin ürünlerinin VOC içeriği hakkında sağladığı bilgiler gibi yalnızca hazır olan veya olması gereken bilgileri kullanmak üzere tasarlanmıştır.

Yıllık girdinin belirlenmesi

Yıllık girdi, geçerli yılda kullanılan mürekkeplerin, nemlendirme katkı maddelerinin ve temizlik maddelerinin VOC içeriğinin toplamıdır.

Tüm bu ürünler için girdiye katkıları, kullanılan ürün miktarı ile tedarikçi tarafından sağlanan VOC içeriği (yüzde) çarpılarak hesaplanır. Mürekkepler için, kurutma sıcaklığındaki VOC içeriği mevcut olmayabilir. Bu durumda, mürekkeplerin %35 VOC içerdiği varsayılabilir.

Kaçak emisyonların ihtiyatlı tahmini

Kaçak emisyonlar, ihtiyatlı parametreler kullanılarak hesaplanır:

- Atıktaki VOC'lerin sıfır olduğunu varsayalım.
- Nemlendirme çözümlerinden kaynaklanan kaçak emisyonlar:
  - Nemlendirme katkılarındaki VOC miktarını %90 ile çarpın.
- Temizlik maddelerinden kaynaklanan kaçak emisyonlar:
  - Temizlik maddelerindeki VOC miktarını %85 ile çarpın.
- Kurutucu giriş havasında VOC bulunmadığını varsayın.

Hesaplanan bu emisyonların toplamı, kaçak emisyonların ihtiyatlı bir tahminidir.
Mürekkeplerdeki yağlar oda sıcaklığında VOC olmadığından kaçak emisyonlara katkıda bulunmadıklarına dikkat edilmelidir.

Tahmini kaçak emisyonların ELV'ye göre kontrol edilmesi

Kaçak emisyonlar, yıllık girdi yüzdesi olarak hesaplanır ve geçerli emisyon sınır değerine göre uyumluluk kontrol edilir. Değer uygunsa, hesaplamaları kaydetmek ve muhtemelen sonucu raporlamak dışında başka bir işleme gerek yoktur.

Uyumsuzluk ve BAT

Tahmini kaçak emisyonların BAT-AEL'den önemli ölçüde yüksek olduğu (örneğin girdinin yüzde birkaçı) durumlarda, BAT'ın tesis genelinde uygulanmaması muhtemeldir.

Kurutmalı web ofset baskıda aşırı kaçak emisyonların başlıca olası nedeni, nemlendirme solüsyonunda çok yüksek oranda izopropanol (IPA) uygulanmasıdır. Olağan IPA yüzdesinin %4 veya %5'ten (w/w) fazla olduğu durumlarda sınır değerden daha düşük kaçak emisyonların elde edilmesi olası değildir. Diğer bir olası sebep ise solvent içeriği yüksek temizlik maddelerinin kullanılmasıdır.

Böyle bir durumda SMB'nin doğruluğunu artırmak için herhangi bir çaba sarf etmeden önce tüketilen IPA miktarının azaltılması veya ikame edilmesi veya temizlik maddelerinin solvent içeriğinin azaltılması önerilir.

Uyumsuzluk ve geliştirilmiş doğruluk

Kaçak emisyonların uyumsuzluğunun olduğu ancak bu uyumsuzluğun aşırı olmadığı durumlarda, tahmin edilen emisyonların doğruluğunun iyileştirilmesi tavsiye edilir. Doğruluğun nasıl artırılacağına ilişkin öneriler aşağıda verilmiştir.

Artan doğruluk

Kaçak emisyon sınır değerine uygunluğun, kaçak emisyonların tahmini için ihtiyatlı basitleştirmede kullanılan parametrelerle gösterilemediği durumlarda, bazı emisyon parametrelerinin ölçülmesi veya tahmin edilmesi gerekli olacaktır. Bu, kaçak emisyonların daha düşük şekilde tahmin edilmesine yol açacaktır.

Artan zorluk sırasına göre, doğruluğu artırılabilecek parametreler şunlardır:

- Atıktaki VOC'ler
- Oksitleyiciye taşınan VOC'ler
- nemlendirme solüsyonundan kaçak VOC emisyonları
- temizlik maddelerinden kaçak VOC emisyonları.

Atıktaki VOC oranı

Bertaraf edilen atığın VOC içeriğinin yayıldığı kabul edilmez. Atıktaki VOC miktarının doğru bir tahmininin yapılabildiği durumlarda bu, ihtiyatlı basitleştirme ile belirlenen kaçak emisyonlardan çıkarılabilir. Kaçak emisyonların tahmininde önemli bir azalma meydana gelebilir.

Çoğu zaman en büyük atık akışlarından birinin veya ikisinin VOC içeriğinin doğrulanmış bir tahmini yapılabilir. Bunlar genellikle kauçuk blanket için kullanılan temizlik maddelerinin atıklarını içerecektir. Atıkları işleyen firmadan bilgi alınabilir. Atık akışının toplam ağırlığının doğru olarak belirlendiği durumlarda, solvent içeriğinin doğrulanmış bir tahmini kullanılabilir.

Bir veya iki büyük atık akışına odaklanmanız önerilir. Toplam miktarı ve VOC içeriğini yeterli doğrulukla belirlemek için bu akışları önemli bir süre boyunca diğer akışlardan ayrı tutmak gerekebilir.

Kullanılmış temizlik maddesinin kağıt ağ tarafından kurutucuya taşındığı durumlarda, önemli miktarda solvent içeren atık olmayabilir ve bu yöntem, kaçak emisyonların önemli ölçüde daha düşük bir tahminine yol açmayabilir.

Oksitleyiciye taşınan kaçak VOC emisyonlarının oranı

Oksitleyicilere taşınan kaçak emisyonların miktarını belirleme yöntemi Madde 11.4.3.1'de açıklanmaktadır. Kurutucuların gerçek havalandırma sistemi, baskı odası ve baskı kapsülleme hakkında kapsamlı bilgi gerektirir.

Nemlendirme solüsyonundaki kaçak VOC emisyonlarının oranı

Nemlendirme solüsyonundaki hem suyun hem de katkı maddelerinin önemli bir oranı asla kağıt ağa ulaşmaz. Mürekkebe emülsifiye edilebilecek veya doğrudan plakaya getirilebilecek daha ince bir su tabakası üretme işlemi sırasında buharlaşır.

Açıkçası, ofset işleminin çalışması için nemlendirme solüsyonunun bir kısmının plakaya ve dolayısıyla kağıt ağ-yapıya ulaşması gerekir. Bununla birlikte, nadiren hangi oranda olduğu bilinmektedir. Çok az literatür bu soruyu ele almaktadır. Bu nedenle sektördeki %90 buharlaşma oranının ihtiyatlı olduğu varsayılabilir. Bu ihtiyatlı tahminden farklı herhangi bir tahminin kanıtlanması zor olacaktır.

Bununla birlikte, baskı makinesine beslenen su miktarı ile baskı sırasında kurutucudan önceki kağıt ağ-yapının nemindeki artış arasındaki farkı belirleyerek nemlendirme solüsyonundaki suyun ne kadarının buharlaştığını tahmin etmek mümkün olabilir. Bu fark uçup gitmiş olmalıdır.

Bu miktar bilinirse, VOC içeriğinin sudan ne ölçüde daha hızlı veya daha yavaş buharlaştığı ve kağıt ağa hangi konsantrasyonda ulaştığı da belirlenebilir. Kağıt ağa ulaşan su miktarı ve o noktadaki VOC konsantrasyonu ile buharlaşmamış VOC miktarı ve kaçak emisyon olarak salınan VOC miktarı hesaplanabilir.

Sıcaklığı hesaba katmak önemli olacaktır.

Bu tahmin yönteminin pratikte denenip denenmediği bilinmemektedir.

Kaçak olarak yayılan temizlik maddelerinin oranı

Pres çalışırken kullanılan temizlik maddeleri ile pres boştayken kullanılan temizlik maddeleri arasında bir ayrım yapılmalıdır.

Pres boştayken, kağıt ağa hiçbir temizlik maddesi taşınmaz, kurutucuda buharlaştırılır ve oksitleyicide yok edilir. Bu durumda kaçak emisyonlar, kullanılan VOC miktarı ile atık olarak bertaraf edilen miktar arasındaki farka eşittir.

Pres çalışırken temizlik, kullanılan temizleme sistemine bağlı olarak, temizlik maddelerinin bir kısmının kağıt ağa ulaşmasına neden olabilir. Sistem, temizlik maddelerinin kağıt ağ tarafından boşaltılacağı şekilde olduğunda, temizleme aralıklı bir işlem olduğundan, kağıt tarafından emilen miktarı doğru bir şekilde tahmin etmek nemlendirme solüsyonu durumunda olduğundan daha zor olacaktır.

Referans literatür

- Basılı ürünün geri dönüştürülebilirliğinin değerlendirilmesi, Avrupa Geri Dönüştürülmüş Kağıt Konseyi, Sayı 2 Ocak 2017.
- Emisyon kontrolü Kurutmalı web ofset baskı makineleri, VDI 2587, Kasım 2001.
- Basılı kağıt için AB Ecolabel ödülüne yönelik ekolojik kriterleri belirleyen 16 Ağustos 2012 tarihli Komisyon Kararı.

21.5.3.2 Kurutmalı web ofset baskı sektörü (DE) için solvent kütle dengesi

[[212, TWG 2018]'de DE yorum #198,]

Temel prensip

Solvent kütle dengesinin (kg/yıl cinsinden) temel formülü, tüm girdilerin (I) tüm çıktılara (O) eşit olmasıdır:

∑Girdi = ∑Çıktı

Aşağıdaki tablo, organik solventler için farklı girdileri (I) ve çıktıları (O) göstermektedir.

Not: Oda havalandırmasından (baskı salonu) toplanan egzoz gazının tahliyesi, arıtılmadığından ve bu nedenle kapılardan, pencerelerden vb. diğer kaçak emisyonlara benzer olduğundan, bu sektör için burada kaçak emisyon olarak kabul edilir. IED Ek VII, Kısım 7, No 2 altındaki O4 tanımına bakınız.

Tablo 21.21: Solvent kütle dengesi için kütle akışları ve kurutmalı ofset baskı sektörüyle alakaları

No	Kütle akışı	Alaka	Açıklama
Solvent olarak VOC girdisi			
I1	Kütle dengesinin hesaplandığı zaman diliminde sürece girdi olarak kullanılan, satın alınan karışımlardaki organik solventlerin miktarı veya miktarları.	Evet	Baskı mürekkeplerinde, nemlendirme solüsyonunda, temizlik maddelerinde solvent olarak VOC'ler.
I2	Geri kazanılan ve sürece solvent girdisi olarak yeniden kullanılan organik solventlerin miktarı veya karışımlardaki miktarları. Geri dönüştürülen solvent, eylemi gerçekleştirmek için her kullanıldığında sayılır.	Düşük	Belirli koşullar altında, örneğin temizlik maddeleri geri kazanılabilir ve tekrar temizlik için tekrar kullanılabilir.
Havaya veya atık suya VOC çıktısı			
O1	Atık gazlardaki emisyonlar. O1.1 Kontrol altına alınmış ve işlenmiş. O1.2 Kontrol altına alınmış ve işlenmemiş.	Evet	O1.1: Harici veya entegre termal oksitleyiciden havaya emisyonlar. O1.2: İklimlendirme tesisinden egzoz havası, makinelerin kapsüllenmesinden hava tahliyesi.
O2	Atık suda solvent.	Düşük	Nemlendirme solüsyonu karıştırma aparatının ve nemlendirme solüsyonu soğutma cihazının ve ayrıca nemlendirme solüsyonu kabının boşaltılması ve temizlenmesi.
O4	Pencereler, kapılar, havalandırmalar ve benzeri açıklıklar yoluyla dış ortama salınan kaçak emisyonlar.	Düşük	Tesislerin neredeyse tamamen kapalı yapısından dolayı genellikle doğrudan ölçülemez ve genellikle çok düşük
O9	Diğer yollarla salınan organik solventler.	Düşük	ör. kazalar, dökülmeler, sızıntılar.
Yok edilen VOC'ler			
O5	Kimyasal veya fiziksel reaksiyonlar nedeniyle kaybolan organik solventler ve/veya organik bileşikler (yakma veya diğer atık gaz veya atık su arıtma işlemleriyle yok edilenler veya O6, O7 veya O8 kapsamında sayılmadıkları sürece muhafaza edilenler dahil).	Evet	Kurutucudan çıkan VOC egzoz gazlarının termal oksidasyonu.
VOC'lerin diğer çıktıları			
O3	Prosesten ürün çıkışında kontaminasyon veya kalıntı olarak kalan organik solventlerin miktarı.	Sınırlı	Mürekkeplerdeki madeni yağ hidrokarbonlarının bir kısmı kağıtta kalır. IED Ek VII, Kısım 2, No 1, dipnot 1'e göre bitmiş üründeki solvent kalıntısı, kaçak emisyonların bir parçası olarak değerlendirilmemelidir.
O6	Toplanan atıklarda bulunan VOC'ler.	Evet	Ör. mürekkep atığı, filtre malzemeleri, temizlik bezleri içindeki VOC'ler.
O7	Ticari olarak değerli bir ürün olarak satılan veya satılması amaçlanan organik soventler veya karışımlarda bulunan organik solventler.	Hayır	
O8	O7 altında sayılmadığı sürece yeniden kullanım için geri kazanılan ancak sürece girdi olarak verilmeyen karışımlarda bulunan	Düşük	Ör. ilgili zaman diliminde girilmemiş geri kazanılmış temizlik maddeleri.

	organik solventler		

Tablo 21.22: Girdi malzemelerinin yıllık solvent tüketimine ve VOC içeriğine göre girdi I1'in belirlenmesi

Madde	**Yıllık tüketim** cinsinden	ağırlıkça % olarak **VOC içeriği** (uygulama sıcaklığında)	**VOC girdisi** cinsinden
Baskı mürekkepleri	kg/yıl	Yaklaşık %30-40 mineral yağ hidrokarbonları	kg/yıl
İzopropanol	l/yıl	% 100	kg/yıl
Nemlendirme solüsyonunda diğer organik katkı maddeleri	l/yıl	ör. %30 2-bütoksietanol	kg/yıl
Ofset kauçuk blanketler için temizlik maddeleri	l/yıl	ör. %90 alifatik hidrokarbonlar	kg/yıl
Temel temizlik maddeleri, mürekkep merdaneleri için temizlik maddeleri	l/yıl	ör. %98 alifatik hidrokarbonlar	kg/yıl
Toplam I1		kg/yıl	

Kapsamlı bir solvent kütle dengesinin detaylandırılması için, listelenen girdi ve çıktılardan bazıları, girdi I1'in yıllık miktarları, işlenmiş atık gazlarda bulunan VOC'ler (O1), yok edilen VOC'ler (O5) veya toplanan atıktaki VOC'ler (O6) gibi ham verilerden belirlenmelidir.

Aşağıdaki adımlar, girdi ve çıktı miktarlarının belirlenmesinde destek sağlar.

I1 girdisinin belirlenmesi

I1'in belirlenmesi için, girdi malzemelerinin ve VOC içeriklerinin yıllık tüketim miktarları gereklidir (bk. Tablo 21.22).

Yıllık tüketim miktarları, kural olarak, finansal ve lojistik verilerin yönetimi için mevcut BT sistemlerinden alınabilir. Gerekirse, üreticilerin (baskı mürekkepleri ve/veya yardımcı maddelerin) verilerine erişilebilir.

Tablo 21.22'deki girdi malzemelerinin VOC içerikleri örnek olarak verilmiş olup üreticilerin güvenlik bilgi formlarından veya teknik belgelerinden alınabilir. İzopropanolün, diğer nemlendirme yardımcı maddelerinin ve ayrıca temizlik maddelerinin girdi miktarları tipik olarak hacim olarak verilir ve bu nedenle yoğunluk ile ağırlık (kg) olarak hesaplanmalıdır.

Bir kurutucunun teknik prosesi ve tasarım parametreleri mevcutsa, kurutucu üreticisinin verilerine göre kurutucuya izin verilen maksimum girdi miktarı kullanılabilir. Pratikte gerçekçi bir değer, %95 buharlaşma oranında m^2 başına 2,2 g baskı mürekkebidir (doublex). Bilinen parametreler, makine hızı ve nominal ağ genişliği ile zaman başına solvent girişi hesaplanabilir.

I2 girdisinin ve gerekirse O8'in belirlenmesi

Solventlerin geri kazanımı genellikle kirli temizlik maddelerinin damıtılmasıyla gerçekleşir. Geri kazanılan temizlik maddelerinin miktarı belirlenmeli ve solvent kütle dengesinin zaman çerçevesi üzerinden toplanmalıdır. I2, yalnızca solvent kütle dengesinin zaman çerçevesi boyunca yeniden kullanılan miktarlar olarak kabul edilir.

Geri dönüştürülen ancak tesiste yeniden kullanılmayan VOC'ler O8 olarak kabul edilir. Kurutmalı ofset baskıda, aşağıdaki durumlar O8 için geçerli olabilir:

- Temizlik maddelerinin dahili geri dönüşümü, örneğin damıtma yoluyla, geri kazanılan miktarı solvent kütle dengelemesinin zaman çerçevesi boyunca yeniden kullanmadan.

- Geri kazanım amacı aynı faaliyet için değil, yeniden kullanım olduğu sürece madeni yağların kurutucunun atık gazından geri kazanımı

Muhafaza altına alınan arıtılmış atık gazların belirlenmesi O1.1

O1.1, kg/yıl cinsinden muhafaza altına alınan arıtılmış atık gazlardaki emisyonlar olarak tanımlanır:

$$O1.1 = \left(\frac{Cclean}{10^6}\right) * fs * \frac{dV}{dt} * t$$

burada:

C_{clean} mg C/m3 cinsinden temiz gazda toplam karbon (C^{toplam}) için emisyon kütle konsantrasyonu (ör. yetkili bir emisyon ölçüm enstitüsü tarafından yapılan son periyodik emisyon ölçümünün ortalama değeri).

fs Toplam karbondan (C_{toplam}) VOC molekül ağırlığına dönüştürme faktörü. Basitleştirmek amacıyla termal oksitleyiciler durumunda fs = 1 varsayılabilir (konservatif varsayım).

dV/dt m^3/s cinsinden atık gaz hacmi (yetkili emisyon ölçüm enstitüsünün ölçüm raporuna göre).

t Çıkış gazı işleme ünitesinin çalışma süresi, saat/yıl.

Muhafaza altına alınmış arıtılmamış atık gazların belirlenmesi O1.2

Kaçak emisyonların solvent kütle dengesi için dolaylı yönteme göre belirlenmesi durumunda O1.2'nin belirlenmesi gerekli değildir çünkü O1.2 bu sektör için kaçak emisyon olarak kabul edilir. Özel münferit durumlarda O1.2'nin belirlenmesi gerekiyorsa, aşağıdaki doğrudan yöntem uygulanabilir:

$$O1.2 = \left(\frac{C_{exhaust}}{10^6}\right) * fs * \frac{dV}{dt} * t$$

burada:

O1.2 İşlenmemiş atık gazlardaki emisyon, kg/yıl.

C_{egzoz} mg C/m3 cinsinden işlenmemiş atık gazdaki toplam karbon (C^{toplam}) için emisyon kütle konsantrasyonu.

fs Toplam karbondan (C_{toplam}) VOC molekül ağırlığına dönüştürme faktörü. Bu faktör, egzoz gazı hacmini ölçen yetkili emisyon ölçüm enstitüsü tarafından belirlenecektir. Yaklaşık 1,5'lik bir faktör, en kötü durum varsayımı olarak kabul edilebilir.

dV/dt Kontrol altına alınmış işlenmemiş atık gazın m^3/s cinsinden egzoz gazı hacmi.

t Baskı ünitesinin saat/yıl olarak çalışma süresi.

Diğer kaçak çıkışlar O2, O4 ve O9

VOC'lerin atık suya (O2) boşaltılması ve pencereler, kapılar, havalandırmalar ve benzeri açıklıklardan yayılan VOC'lerin tümü kaçak emisyon olarak kabul edilir. Tüm bu çıktılarda ortak olan, genel olarak bunların belirlenmesi için gösterilen yüksek çaba ve büyük belirsizliktir. IED Ek VII, Kısım 7, No 3(b)(i)'nin dolaylı yöntemini kullanarak kaçak emisyonları belirlemek ısıyla sabitlenmiş web ofset baskıda iyi bir uygulamadır. Bu durumda, O2, O4 ve O9 tekli kaçak çıkışlarının doğrudan belirlenmesine gerek yoktur.

Satılacak ürünlerdeki VOC'ler

Baskı mürekkeplerindeki hidrokarbonların bir kısmı (ağırlıkça yaklaşık %5) kağıda boşaltılır ve ortam sıcaklığında çok uçucu değildir. IED Ek VII'deki diğer faaliyetlerle karşılaştırıldığında, son üründeki VOC kalıntısı ısıyla sabitlenmiş web ofset baskı için kaçak emisyonlar olarak değerlendirilmez.

Buharlaşma faktörünün FV > 1 olması durumunda, kauçuk blanket temizleme maddesinin bir kısmı O3 ürününde kalır.

Çıkış gazı işlemede yok edilen VOC'ler (O5) ve atıktaki VOC'ler (O6)

Uygulanan solventler farklı uçuculuklara sahiptir ve baskı üniteleri alanında halihazırda kısmen buharlaşmaktadır. Makinenin kapsül içine alınması ve oda havalandırma tesisi tarafından ekstraksiyonu ile egzoz gazlarının bu kısmı toplanır ancak herhangi bir temizlik yapılmadan O1.2 olarak salınır. Diğer kısım ise kurutucu tarafından toplanır, çıkış gazı işleme ünitesine boşaltılır ve imha edilir (O5). Özellikle temizlik maddelerinin diğer bir kısmı kirlenecek, toplanacak ve atık olarak bertaraf edilecektir (O6).

Ürün olarak satılan VOC'ler (O7)

Ürün olarak satılan organik solventler, kurutmalı web ofset baskı sektöründe herhangi bir rol oynamamaktadır.

Solvent kütle dengesi için hesaplanan değerler

Solvent girdisi I = I1 + I2
Solvent girdisi, kaçak emisyonlar (F) için emisyon sınır değerinin belirlenmesi ile ilgilidir. IED'ye göre (Ek VII, Kısım 2, No 1), kaçak emisyonlar için emisyon sınır değeri (ELV) solvent girdisi I'in ağırlıkça %30'udur.

Solvent tüketimi SC = I1 – O8
Bu formüle göre, yeniden kullanım için geri kazanılan veya yeniden kullanım için geri kazanılan karışımlarda bulunan organik solventler (O8), solvent tüketiminin (SC) hesaplanması için çıkarılabilmektedir. Ancak kurutmalı ofset baskı sektörü için bu genellikle geçerli değildir ve yalnızca belirli durumlar için geçerli olacaktır.

Kaçak emisyonlar F
IED Ek VII, Bölüm 7, No 3(b)(i) uyarınca, kaçak emisyonlar iki şekilde belirlenebilir: aşağıdaki formüller kullanılarak doğrudan yöntem (a) veya dolaylı yöntem (b):

a) F = O1.2 + O2 + O4 + O9
b) F = I1 – O1.1 – O3 – O5 – O6 – O7 – O8

Belirlenen kaçak emisyon (F), kaçak emisyonlar için emisyon sınır değeri ile karşılaştırılmalıdır (ELV(F) = IED Ek VII, Kısım 2, No 1'e göre solvent girdisi I'in %30'u).

Toplam emisyon E
Toplam emisyon, muhafaza altına alınmış arıtılmış atık gazlardaki (O1.1) ve kaçak emisyonlardaki (F) VOC'lerin toplamı ile hesaplanır: E = F + O1.1.

Bir kurutmalı ofset baskı tesisi için örnek solvent kütle dengesi

Tablo 21.24, ısıyla sabitlenen bir web ofset tesisi için örnek bir solvent kütle dengesini

göstermektedir. Aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

- Kurutmalı ofset kurulumu üç baskı makinesinden oluşur.
- Makinelerin en eskisi, nemlendirme maddesi olarak hala izopropanol ile çalışmaktadır. İki yeni makine, izopropanol içermeyen nemlendirme maddeleri kullanmaktadır.
- Denge için, izopropanol gibi çok uçucu organik bileşiklerin çoğunlukla buharlaştığı ve sadece küçük bir kısmının (%10) çıkış gazı arıtma sisteminde yok olduğu varsayılır.
- Kağıt ağa bulaşan düşük uçucu organik bileşikler (özellikle baskı mürekkeplerinin mineral yağları ve aynı zamanda uygulanan alev noktaları olan kauçuk blanket temizleme maddeleri)

> 60 °C) kurutucuda ağırlıklı olarak gaz fazına girer ve böylece çıkış gazı işleme sistemine boşaltılır.

- Baskı mürekkeplerindeki hidrokarbonların daha küçük bir kısmı kağıt tarafından emilir.
- Farklı temizlik ve yıkama maddeleri için her bir maddenin türüne bağlı olarak salınmalarına ilişkin varsayımlar yapılmalıdır.
- Kauçuk blanket temizliği için kurutucu tarafından daha büyük bir miktarın çıkış gazı işleme sistemine boşaltılmasıyla toplandığı varsayılabilir. Yüksek oranda uçucu temizleyiciler için bunların işlenmemiş kanallı emisyonlar (çıktı O1.2) olarak değerlendirilmesi en kötü durum varsayımıdır.
- Düşük uçuculuğa sahip temizlik maddeleri söz konusu olduğunda toplanan atık olarak ilgili bir deşarj makul görünmektedir. Kanıt olarak atık bertaraf belgeleri istenebilir.

Tablo 21.23: Solvent kütle dengesi için kılavuz değerler

Malzeme	Tesisatın VOC girdisinin bileşimi
Mineral yağ hidrokarbonların a dayalı baskı mürekkepleri (VOC 30-45 ağırlıkça %, ortalama: ağırlıkça % 35)	• Ağırlıkça %99'u kağıt ağ üzerinde kurutucuya boşaltılır, bunun ağırlıkça yaklaşık %95'i kurutucuda uçucudur ve çıkış gazı işleme ünitesinde yok edilir (kalan O1.1'in yanı sıra O5). • Kağıtta ağırlıkça yaklaşık %5 kalır ve soğuduktan sonra uçucu değildir (O3). • < ağırlıkça % 1, ör. kirli temizlik bezleri veya renk oluklarının temel temizliği sırasında çöpe boşaltılır. • < ağırlıkça % 0,1 baskı üniteleri alanında zaten buharlaşır ve işlenmemiş atık gaz olarak dışarı atılır.
İzopropanol (ağırlıkça %100 VOC)	• Baskı üniteleri alanında ağırlıkça %89 salınır ve oda havalandırma tesisinde (O1.2) egzoz gazı olarak boşaltılır. • Ağırlıkça yaklaşık %10, kurutucu tarafından çıkış gazı işleme ünitesine gider (kalan O1.1'in yanı sıra O5). • Küçük miktarlar (ağırlıkça < 1%) atıkla (O6) birlikte atılır.
Organik nemlendirme maddesi konsantreleri	Organik nemlendirme konsantreleri için aşağıdaki basitleştirilmiş varsayımlar yapılabilir: • Organik nemlendirme konsantrelerinin yaklaşık %5'i baskı üniteleri alanında yayılır ve oda havalandırma tesisinin egzoz gazı olarak kaçak emisyonlar (O1.2) olarak dışarı atılır. • Organik nemlendirme konsantrelerinin yaklaşık %10'u, kurutucu tarafından çıkış gazı işleme ünitesine gelir ve imha edilir (kalan O1.1'in yanı sıra O5).
Kauçuk blanket temizleme maddeleri (yaklaşık 150 °C'lik kurutma sıcaklığı nedeniyle ağırlıkça %100 VOC)	Kauçuk blanket temizleme ünitesinin yapısına bağlı olarak tutma için aşağıdaki farklı faktörler önemlidir: • < ağırlıkça % 1, baskı üniteleri alanında zaten salınır ve oda havalandırma tesisinden (O1.2) egzoz gazı olarak boşaltılır. • Ağırlıkça yaklaşık %35-60, kurutucu tarafından çıkış gazı işleme ünitesine gönderilir (kalan O1.1'in yanı sıra O5). • Temizlik maddesinin (O3) buharlaşma faktörüne bağlı olarak, ağırlıkça yaklaşık %5-30 kağıt ağda kalır. • Ağırlıkça yaklaşık %35-55 oranında kirlenmiş temizlik maddeleri veya temizlik bezleri bulunur ve solvent içeren atık (O6) olarak atılır. Gerekirse, inşaat ve temizlik maddesine özgü değerlerin değerlendirilmesi için temizleme sisteminin üreticisi tarafından tek oran hakkında kesin bilgiler alınabilir. Buharlaşma faktörü *F*V = 1 olması durumunda, kağıt ağ tarafından kurutucuya beslenen solventin %100'ü buharlaşır; buharlaşma faktörü *F*V = 2 olması durumunda %50 buharlaşır ve %50 kağıtta kalır (O3).
Temel temizlik, silindirlerin manuel temizliği için temizlik maddeleri	20 °C'de buhar basıncı < 0,01 kPa olan maddelerin kaçak emisyonlar için dikkate alınmasına gerek yoktur. 20 °C'de buhar basıncı > 0,01 kPa olan maddeler, bertaraf edildiklerini operatör doğrulamadığı sürece genellikle kaçak emisyonlar olarak girilir (ör. temizlik bezi başına 5 g VOC varsayımı kapsamında atık dengesi olarak atık O6'da).

Tablo 21.24: Kurutmalı bir ofset baskı tesisi için örnek solvent kütle dengesi

Malzeme girişi	**Tüketim**	**VOC içeriği** %	**Yoğunluk** kg/l	**I1** kg	**O1.1** kg	**O1.2** kg	**O3** kg	**O5** kg	**O6** kg
Baskı mürekkebi	2 000 000 kg	36,0	1,000	720 000	650	0	4 590	710 530	4 230
				% 100,0	% 0,09	% 0,0	% 0,64	% 98,68	% 0,59
İzopropanol, Üretici A	30 000 l	99,5	0,785	23 432 kg	12 kg	20 972 kg	0 kg	2 332 kg	117 kg
Geriye kalan %				% 100	% 0, 05	% 89,5	% 0,0	% 9,95	% 0,5
Nemlendirme maddesi, Üretici A	35 000 l	24,0	1,100	9 240	46	8 316 kilo	0 kg	832 kg	46 kg
Geriye kalan %				% 100,0	% 0,5	% 90,0		% 9,0	% 0,5
Nemlendirme maddesi, Üretici B	25 000 l	23,7	1,000	5 925	30	5 333	0	533	30
Geriye kalan %				% 100,0	% 0,5	% 90,0		% 9,0	% 0,5
Nemlendirme maddesi, Üretici C	15 000 l	9,0	1,050	1 418	7	1 276	0	128	7
Geriye kalan %				% 100,0	% 0,5	% 90,0		% 9,0	% 0,5
Kauçuk blanket temizleyici, Üretici A	20 000 l	85,0	0,840	14 280	29	2 850	0	4 204	7 197
Geriye kalan %				% 100	% 0,2	% 20,0		% 29,44	% 50,40
Kauçuk blanket temizleyici, Üretici B	10 000 l	0,0	0,850	0	0	0	0	0	0
Geriye kalan %				% 100	% 0,2	% 20,0		% 29,44	% 50,40
Silindirler için temizlik maddeleri, Üretici A	7 000 l	99,0	0,791	5 482	0	1 096	0	0	4 385
Geriye kalan %				% 100		% 20			% 80
Temizleyici, Üretici B	5 000 l	100,0	0,718	3 590	0	718	0	0	2 872
Geriye kalan %				% 100		% 20			% 80
Toplam				783 366	773	40 561	4 590	718 558	18 884
				I1	O1.1	O1.2	O3	O5	O6
				% 100,0	% 0,1	% 5,2	% 0,6	% 91,7	% 2,4
Kaçak emisyonlar F	**45 151 kg**			**% 5, 8**					
Kaçak emisyonlar için sınır değer F: toplam I'in %30'u	**235 010 kg**								
Toplam emisyon E	**45 924 kg**			**% 2,3**					
Not: O1.2 miktarları, kaçak emisyonlar olarak kabul edilir (hiçbir çıkış gazı işlemi yapılmaz).									

Referans literatür

Taslak Yönerge Alman Mühendisler Birliği VDI - Emisyon kontrolü – Kurutmalı web ofset baskı makineleri, VDI 2587, Eylül 2017, [DE yorum #198, [212, TWG 2018]].

21.5.4 Fleksografi ve yayın dışı rotogravür baskı için solvent kütle dengesi

[198, Almanya 2017]

Tanım

Aşağıdaki prosedür, fleksografik ve rotogravür baskı sistemleri için solvent kütle dengesinin (SMB) derlenmesi için bir kılavuzdur.

21.5.4.1 Kaçak emisyonların belirlenmesi F

Kaçak emisyonlar F aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

F = I1 – O1.1 – O5 – O6 – O7 – O8
(veya: F = I1 – (O1.1 + O5) – O6 – O7 – O8)

(O1.1 + O5), çıkış gazı işleme sisteminin ham gazdaki VOC miktarını temsil eder. Bu, ham gazdaki hacim akışının sürekli tespiti ile bağlantılı olarak toplam C kütle konsantrasyonunun sürekli tespiti için çalışan bir alev iyonizasyon dedektörü (FID) ile belirlenebilir:

$(O1.1 + O5) = cCtot * 10^{-6} * fS * V_R * t_R$ kg/yıl

cinsinden ki burada:

(O1.1 + O5) = kg/yıl cinsinden ham gazdaki VOC miktarı
cCtot = mg/Nm^3 cinsinden ham gazdaki ortalama toplam karbon konsantrasyonu
fS = cCtot'un solvente (VOC'ler) dönüşüm faktörü
V_R = Nm^3/s ve kuru olarak ham gazın normal koşullar altında ortalama atık gaz hacim akışı
t_R = çıkış gazı işleme sisteminin s/yıl cinsinden çalışma süresi.

Yıllık ortalama ham gaz konsantrasyonu cCtot, ölçülen tüm değerlerden elde edilmelidir. Toplam karbon konsantrasyonu cCtot'u izlenecek maddeye özgü solvent konsantrasyonuna (cVOC) dönüştürmek için ikincisi fS dönüştürme faktörü ile çarpılmalıdır. Bu dönüşüm faktörü fS, molar kütlenin bölümünden ve kullanılan solventin karbon fraksiyonundan kaynaklanır.

Egzoz havası hacim akışı, bir hacimsel akış ölçümü kullanılarak sürekli olarak belirlenmelidir. Ortalama egzoz gazı hacim akışı VR, ölçülen tüm değerlerden belirlenmelidir.

Gerekçelendirilmiş münferit durumlarda, alternatif olarak ham gaz miktarı, konsantrasyon ölçüm cihazlarının ölçülen alt patlama limiti (LEL) değerlerinden veya ek yerleşik IR sensörleri aracılığıyla belirlenebilir.

Konsantrasyon ölçüm cihazlarının farklı solventlere duyarlılığından kaynaklanan ölçüm hataları, ölçülen LEL değerinin yorumlandığı solvent karışımı için ortalama bir değer hesaplanarak düzeltilmelidir. Kullanılan solventler orantılı olarak ağırlıklandırılmalı ve ölçülen LEL değeri bu düzeltme faktörü ile yorumlanmalıdır.

Nm^3/s cinsinden ortalama ham gaz kütle akışı, belirlenen tüm ham gaz kütle akışlarının toplamının ve referans periyodundaki tüm incelemelerin sayısına bölümü olarak hesaplanır.

Baskı işleminde farklı solventler kullanılıyorsa ve bunlar sensörlerde farklı çapraz hassasiyete neden oluyorsa çapraz hassasiyette küçük farklılıklara sahip dedektörler kullanılmalıdır. Örneğin, bir

etil asetata kalibre edilmiş sensör, solvent olarak saf etanol kullanıldığında %50'ye kadar çok yüksek bir değer gösterebilir. Bu, normal çalışmada çok az konsantrasyona yol açar. LEL'in %30'luk gerçek bir etanol konsantrasyonunda, bu durumda LEL'in %45'i ölçülecektir ki bu da örneğin LEL'in %35'lik ayar noktasına ulaşmak için gerçekten gereksiz temiz havanın karışmasına neden olacaktır (bu bir denenmiş ve test edilmiş ayar noktası, çünkü uyarı ve kapatma noktalarına hala yeterli mesafe vardır).

21.5.4.2 Çıkış gazı işleme sisteminde (O5) yok edilen miktarın fraksiyonunun belirlenmesi

Kaçak emisyonların (F) miktarını belirlemek için, Madde 21.5.4.1'e göre değilse, O5 miktarının, yani çıkış gazı işleme sisteminde yok edilen solventlerin miktarının bilinmesi gerekir:

F = I1 – O1.1 – O5 – O6 – O7 – O8

Çıkış gazı işleme (O5) ile yok edilen solventlerin miktarı, aşağıdaki ilişki kullanılarak oksidatif çıkış gazı işlemenin azaltma verimliliği ('verimlilik', daha iyi A_R = giderme verimliliği) aracılığıyla belirlenebilir:

$$O5 = \frac{O1.1}{1 - A_R} - O1.1$$

burada:

A_R = termal oksidasyonun uzaklaştırma verimliliği
O1.1 = tutulan ve arıtılan çıkış gazlarından kaynaklanan emisyonlar.

Burada belirleyici olan, O1.1'in dirençli temsili tayini ve uzaklaştırma verimliliğidir. Bu amaçla, ham ve temiz gazın toplam C kütle konsantrasyonunun daha uzun bir süre boyunca paralel ölçümleri gerekli olabilir.

21.5.4.3 Tutulan ve arıtılan atık gazlardan kaynaklanan emisyonları belirlemek için BAT (O1.1)

Bir çıkış gazı işleme sisteminin (O1.1) temiz gazında bulunan VOC emisyonları aşağıdaki denkleme göre hesaplanır:

$O1.1 = cCtot * 10\text{-}6 * fS * V_R * t_R$ kg/yıl

cinsinden burada:

O1.1 = kg/yıl cinsinden temiz gazdaki VOC kütle akışı
cCtot = mg/Nm^3 cinsinden temiz gazdaki toplam karbon konsantrasyonu
fS = cCtot'tan VOC'lere dönüşüm faktörü
V_R = normal koşullar altında Nm^3/s ve kuru olarak ortalama atık gaz akışı
t_R = atık gaz temizleme ünitesinin çalışma süresi, saat/yıl cinsinden.

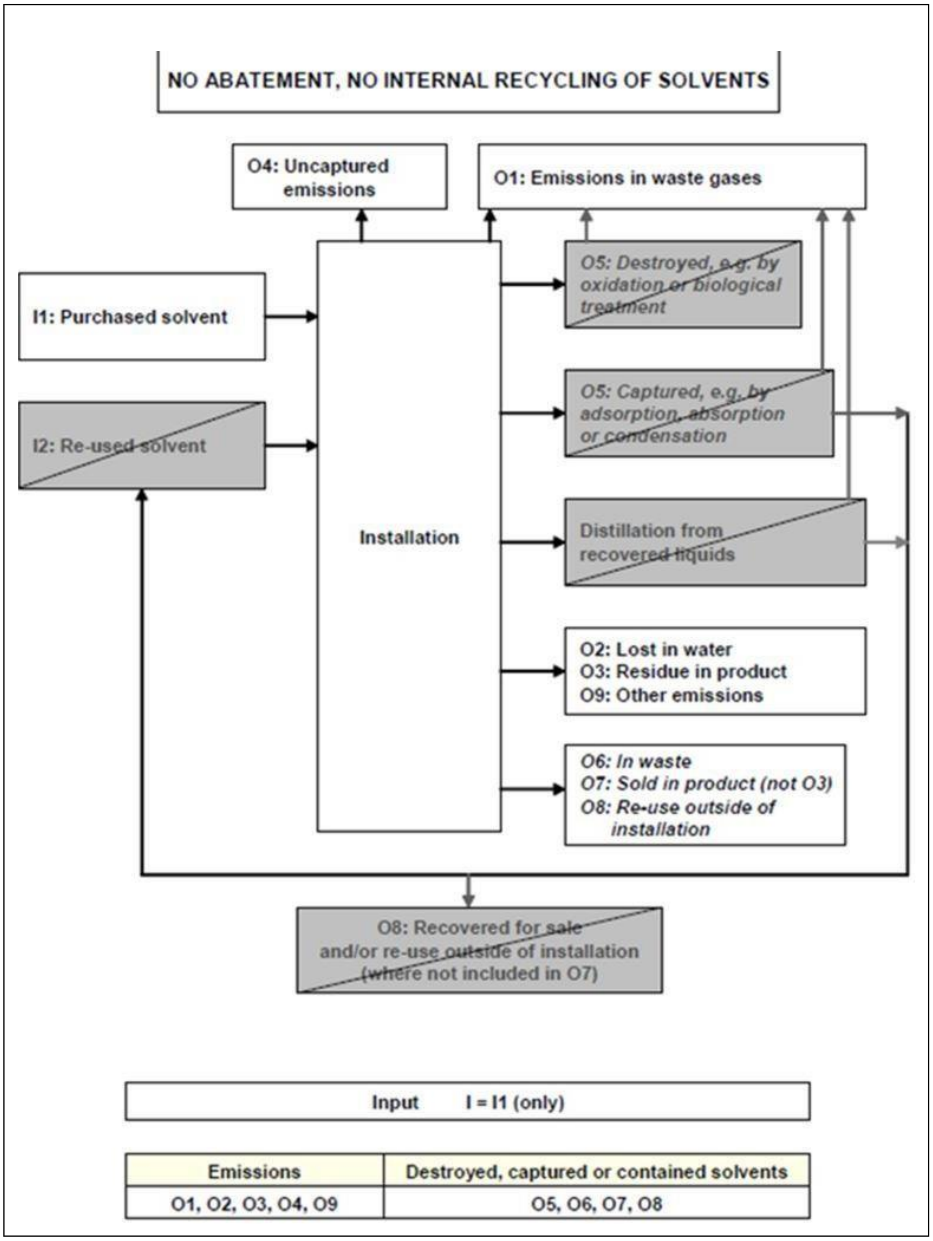
Son emisyon ölçümünün ortalama toplam karbon değeri (cCtot) kütle konsantrasyonu olarak kullanılacaktır. Atık gaz hacim akışının sürekli olarak belirlenmesi ile birlikte toplam C kütle konsantrasyonunun sürekli olarak belirlenmesi ideal olacaktır. Aksi takdirde, emisyon ölçümü sırasında temiz gazın temsili kütle konsantrasyonları belirlenecektir. Bu muhtemelen daha uzun bir süre boyunca (ör. iş günü) ölçüm gerektirebilir. Kullanılan solventlerin (solvent karışımları) kütle konsantrasyonu,

fS faktörü kullanılarak dönüştürülür. Dönüşüm faktörü fS, kullanılan solventin molar kütle ve karbon içeriği bölümünden oluşturulacaktır.
Egzoz havası hacim akışı, bir hacimsel akış ölçümü kullanılarak sürekli olarak belirlenmelidir. Ortalama atık gaz hacim akışı, ölçülen tüm değerlerden belirlenmelidir. Alternatif olarak, ham gaz fanının frekans konvertörü üzerinden debinin belirlenmesine izin verilir. Alternatif olarak, yakalanan arıtılmış atık gazdaki emisyonlar doğrudan alev iyonizasyon algılama (FID) veya alev sıcaklık analizi (FTA) cihazları kullanılarak da ölçülebilir. Bireysel kütle konsantrasyonu değerlerinden, yukarıda açıklanan yönteme göre ortalama yıllık ortalama değer belirlenir.

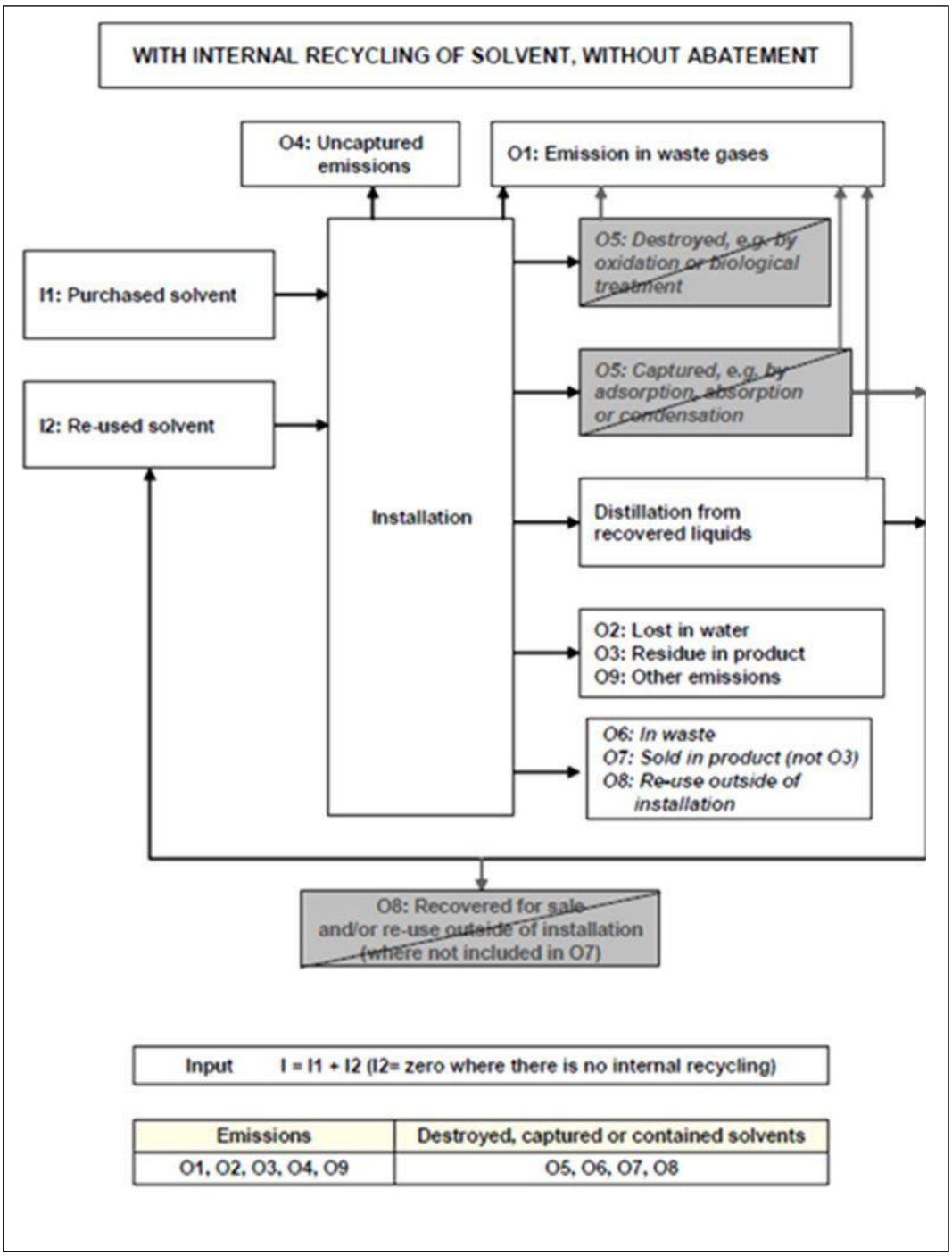
21.5.5 Kütle dengeleri için yaygın durumlar

[205, Belçika 2005]

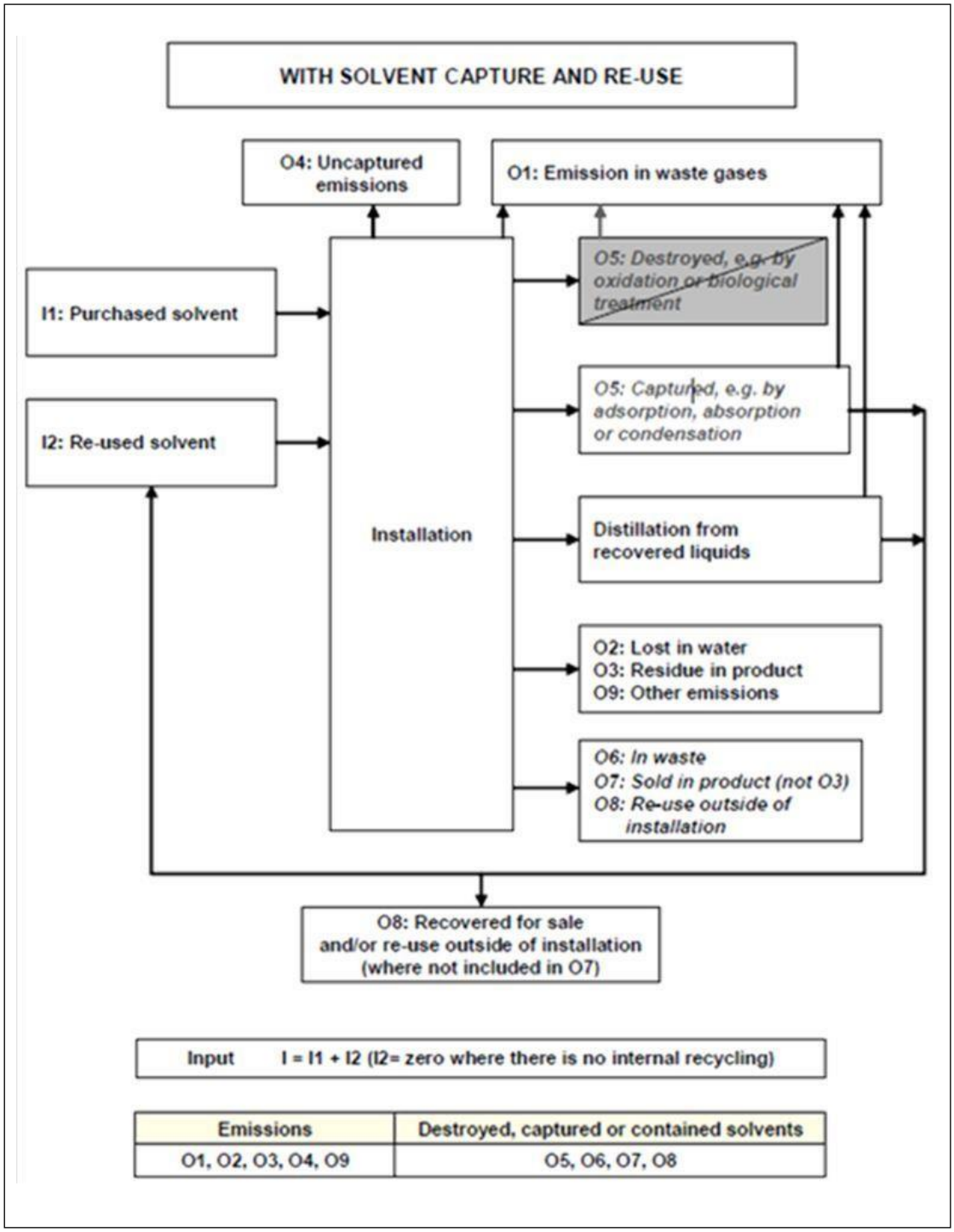
Bu bölümde, STS faaliyetleri için kütle dengeleri için en yaygın durumlardan bazıları sunulmaktadır.



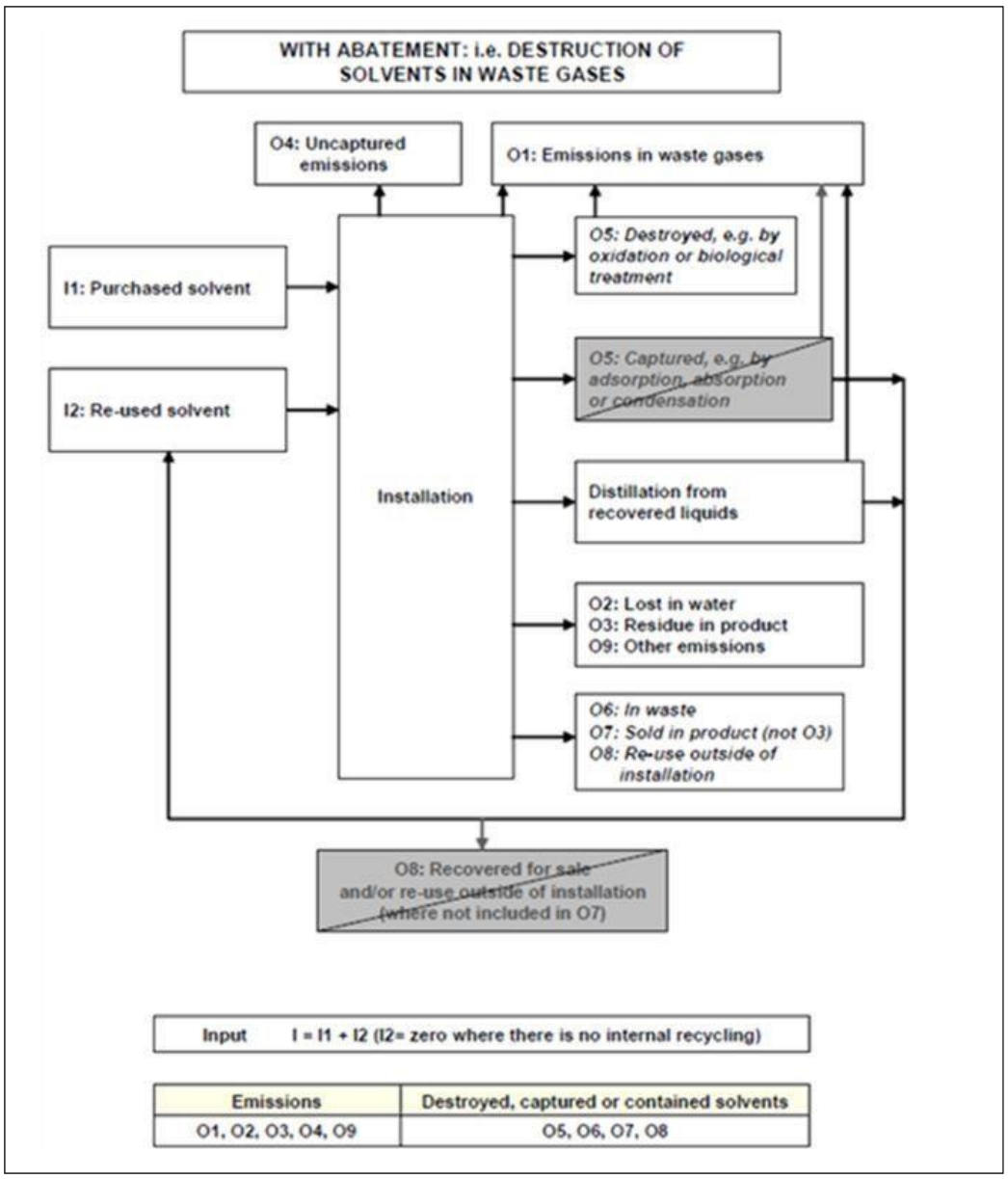
Şekil 21.10: Boru çıkışı azaltma ve dahili geri dönüşüm yok



Şekil 21.11: Boru çıkışı azaltma yok, ancak dahili solvent geri kazanımı ve yeniden kullanımı var



Şekil 21.12: Solvent yakalama ve yeniden kullanma ile (dahili ve harici)



Şekil 21.13: Yıkıcı boru çıkışı azaltma

21.6 Çıkış gazı işleme tekniklerinin azaltma verimliliği

[97, TWG 2006] [131, Verspoor ve diğ. 2006] [155, TWG 2016]

Boru çıkışı teknikleri: Uygulanabilirlik için açıklamalar ve hususlar

Aşağıdaki açıklamalar ve uygulanabilirlik hususları yalnızca genel bir bakış olarak düşünülmüştür. Ek bilgi için bu belgenin 17. Bölümündeki ilgili kısımlara bakınız. Bu ekteki bilgiler tek başına uygun bir azaltma tekniğinin seçimi için temel teşkil edemez.

Tablo 21.25: Çıkış gazı işleme teknikleri

Boru çıkışı tekniği ve açıklaması	Genel özellikleri	Kullanım hususları
Termal oksidasyon Çıkış gazları doğal gaz yakılarak ısıtılır. Enerji tüketimini azaltmak için ısı geri kazanımı girişimi yoktur.	En düşük sermaye yatırımı ile en basit oksidasyon tekniği. Yalnızca %25 LEL'in üzerindeki konsantrasyon seviyelerinde ototermik çalışma. Ana fan için en düşük elektrik enerjisi tüketimi. En yüksek gaz tüketimi. En basit teknik olarak, en düşük bakım ve en az çalışmama süresine sahiptir. Hızlı başlatma (0,5-1 saat), ancak kararlı bir çalışma sıcaklığı gerektirir. Bu teknik diğerlerine göre toza karşı daha toleranslı olmasına rağmen, organik olmayan tozun oksidasyon ünitesinden önce (toz seviyeleri < 3 mg/m^3'e kadar) uzaklaştırılması gerekir.	Aralıklı kullanım için (haftada birkaç gün; çok değişken hava akışları; tek vardiya sistemi, vb.) Çok amaçlı üniteler veya < 2 000 m3/saat hava hacimleri için sermaye maliyetlerinin işletme maliyetlerinden çok daha alakalı olduğu veya diğer azaltma teknolojileriyle birlikte olduğu durumlarda. 5 ila 16 g/m^3 arasındaki konsantrasyon aralıkları için, çıkış gazının yüksek giriş sıcaklıkları ve gaz akışının ve solvent konsantrasyonlarının nispeten sabit olduğu durumlarda. LEL'in üzerindeki konsantrasyon seviyelerinde çalıştırma da mümkündür.
Reküperatif oksidasyon Termal oksidasyona benzer, ancak gelen çıkış gazlarını egzoz gazlarının ısısıyla önceden ısıtan bir ısı eşanjörüne sahiptir. Gaz tüketimini azaltır, ancak ısı eşanjörü daha yüksek bir yatırım gerektirir.	Maksimum verimliliğe (yaklaşık %76) sahip bir ısı eşanjörüyle, 10 g/m^3'e (etil asetat veya etanol) veya daha fazlasına yaklaşan solvent konsantrasyonlarında ototermik işlemler mümkündür. Ototermik konsantrasyon solventin kalori değerine bağlıdır. Ana fan için elektrik enerjisi tüketimi, termal oksidasyon durumunda olduğundan daha yüksektir. Gaz tüketimi daha düşüktür. Basit bir oksidasyon tekniği, ancak büyük çelik içeriği nedeniyle nispeten yüksek bir yatırım gerektirmektedir. Neredeyse anında başlatma (0,5-1 saat). Kaldırma etkinliği, ısı eşanjörünün mekanik bütünlüğü tarafından belirlenen maksimum çalışma sıcaklığı ile sınırlıdır. Isı eşanjörünün sınırlı bir ömrü vardır ve korozyon ve termal stres nedeniyle önemli ölçüde bakım gerektirir. Isı eşanjörleri, borularda toz birikmesi nedeniyle kolaylıkla tıkanabilir ve	Aralıklı kullanım için (bir veya iki vardiyalı sistemler) ancak gaz tüketiminin azaltılmasının ek sermaye maliyeti ve elektrik enerjisi gerektirdiği durumlarda. Ototermik çalışmanın mümkün olduğu ancak fazla enerjinin rejeneratif oksidasyona alternatif olarak tesiste kullanılamadığı durumlarda.

	Kısmi kirlenme, artan yatırım ve işletme maliyetleri nedeniyle verimlilik düşecektir. Ancak teknik, toza karşı diğerlerine göre daha toleranslıdır ve tıkanıklıkları gidermeye yönelik teknikler (hava üfleme, zincir temizleme, top düşürme vb.) vardır.	
Katalitik oksidasyon Oksidasyon sıcaklıkları daha düşüktür, yaklaşık 280-450 °C'dir (800 °C yerine) Genellikle bir ısı eşanjörü ile donatılmıştır. Gaz tüketimini azaltır, ancak katalizörler ve ısı eşanjörleri daha yüksek bir yatırıma yol açar. Katalizörün bakıma ve ara sıra değiştirilmesine ihtiyaç duyabilir, bu da işletme maliyetine ve arıza süresine katkıda bulunur.	Verimli bir ısı eşanjörü (maksimum yaklaşık %87) ile donatıldığında, 5 g/m^3 veya üzerindeki solvent konsantrasyonlarında (solventin kalorifik değerine bağlı olarak) ototermik işlemler mümkündür. Katalizörün mümkün olan maksimum sıcaklığı, giriş konsantrasyonunu yaklaşık 8 g/m^3 ile sınırlar. Ana fan için elektrik enerjisi tüketimi, termal oksidasyon durumunda olduğundan daha yüksektir. %25 LEL'in altındaki solvent konsantrasyonları ile gaz tüketimi, reküperatif oksidasyon durumuna göre daha düşük olacaktır. Katalizör, bunu daha az basit bir oksidasyon tekniği haline getirir, ancak yine de nispeten düşük bir yatırım gerektirir. Neredeyse anında çalıştırma (katalizörü önceden ısıtmak için 1 saat), ancak çok sık kapatmak katalizör taşıyıcıya zarar verebilir. Katalizör, bakım ihtiyacını ve arıza süresini artırır. Bazı solventler veya toz partikülleri katalizörü zehirler ve pahalı katalizörün erken değiştirilmesine yol açar. Katalizör ve taşıyıcının atık gaz bileşimine, gerekli sıcaklığa ve beklenen uzaklaştırma verimliliğine göre uyarlanması gerekir. Kullanılmış bir katalizörün tehlikeli atık olarak atılması gerekebilir, ancak katalizör malzemesi genellikle geri dönüştürülebilir. Çıkış gazlarındaki toz ve damlacıkların varlığına karşı çok hassastır. Giriş konsantrasyonundaki değişikliklere duyarlıdır.	Yalnızca oksitlenecek tüm solventlerin katalizörü zehirlemediğinin bilindiği ve giriş sıcaklığının katalizör için çok yüksek olmadığı durumlarda kullanılır. Ototermik çalışmanın mümkün olduğu ancak fazla enerjinin rejeneratif oksidasyona alternatif olarak tesiste kullanılamadığı durumlarda.
Rejeneratif oksidasyon: 2 yatak Oksitleme odası iki seramik yatak arasında yer alır. Atık gaz oksitleme odasına girmeden önce bir yataktan geçer ve diğerinden çıkar. Atık gaz akışının yönü her 1 ila 5 dakikada bir değiştirilir. Bir yatak çıkış gazlarını önceden ısıtır; diğeri egzozdan gelen ısıyı biriktirir. Geçiş sırasında solvent yüklü çıkış gazları birkaç saniye süreyle yayılır. Yakıt tüketimini önemli ölçüde azaltır. Seramik yataklarda daha yüksek hava direnci nedeniyle elektrik enerjisine olan ihtiyacı arttırır.	Yüksek ısı eşanjörü verimliliğiyle (mümkün olan maksimum %96), 2 g/m^3 ve üzerindeki solvent konsantrasyonlarından (solventin kalorifik değerine bağlı olarak, örneğin etil asetat 2,2 g/m^3) ototermik işlemler mümkündür. Bununla birlikte, durma sürelerinden sonra ön ısıtma, önemli ölçüde gaz tüketimine neden olabilir. Ana fan için elektrik enerjisi tüketimi, seramik yataklardaki yüksek basınç düşüşü nedeniyle diğer oksitleyicilere göre daha yüksektir. Çıkış gazlarındaki çözücü konsantrasyonunun ototermik konsantrasyondan daha yüksek olduğu yerlerde, aşırı ısı üretilir. Bu geri kazanılabilir. Aşırı ısının kalıcı olarak geri kazanılmadığı ve konsantrasyonların değişken olduğu durumlarda, yüksek olduğunda seramik yatakların aşırı ısınmasını önlemek için ısı eşanjörünün veriminin düşürülmesi gerekebilir.	Çoğu zaman çıkış gazlarındaki solvent konsantrasyonlarının ototermik konsantrasyonun üzerinde olduğu ve solvent konsantrasyonlarının önemli ölçüde değişmediği sürekli veya sürekliye yakın operasyonlar için özellikle uygundur.

	konsantrasyonlar oluşur. Bu, daha yüksek bir ototermik konsantrasyona ve düşük solvent konsantrasyonlarının olduğu dönemlerde doğal gaz eklenmesi ihtiyacına yol açar. Hava akışının yönünü tekrar tekrar değiştirmek için gerekli olan karmaşık sensörler ve büyük valfler, karmaşık ekipman ve kalifiye personel ihtiyacı anlamına gelir. Diğer oksidasyon tekniklerine göre daha yüksek bakım maliyetleri ve daha fazla çalışmama süresi. Her 1 veya 2 yılda bir bakım için 2 ila 3 günlük bir çalışmama süresine ihtiyaç vardır. Seramik yataklar durma sırasında soğuduğundan çalıştırmadan önce ön ısıtmaya ihtiyaç duyar. (36 saat hareketsiz kaldıktan sonra ön ısıtma için 1 ila 2 saat gerekir.) Atık gaz akışının yönünün değiştirilmesi sırasındaki emisyonlar nedeniyle, giderme verimliliği 3 yataklı sisteminkinden (aşağıya bakınız) yüzde birkaç daha düşüktür. Ortalama mg C/m^3 cinsinden ifade edilen boru çıkışı emisyon limitlerinin kısa bir süre için geçerli olduğu durumlarda, atık gaz akışının yönünün değiştirilmesi sırasındaki emisyonlar, giriş konsantrasyonu yaklaşık 3 g/m^3'ten daha yüksek ise sınır değerleri aşan bir ortalama çıkış konsantrasyonuna yol açabilir. Rejeneratör toz nedeniyle hızla bloke olur. Bazı düşük toz konsantrasyonları ile çalışmak mümkündür ancak rejeneratif yatakların farklı maliyet ve verimlilik ile farklı bir yapıya (yapılandırılmış dolgu (semer yerine petek)) ihtiyacı vardır.	
Rejeneratif oksidasyon: çoklu (3 veya daha fazla) yatak Prensip olarak 2 yataklı sistemle aynıdır. Üçüncü yatak, atık gaz akışının yönünün değiştirilmesi sırasında solvent yüklü havanın emisyonunu önlemeye yarar. Valfsiz dönen hava dağıtıcılı alternatifler de kullanımdadır. Bu durumda seramik ortam, çok sayıda kamaya bölünmüş tek bir dönen kapta tutulur.	(2 yataklı sisteme göre). Yatırım yaklaşık %25 daha yüksek. Daha düşük emisyonlar. Daha yüksek ön ısıtma maliyeti. Tahliye amaçlı daha büyük fan nedeniyle yaklaşık %10 daha yüksek elektrik tüketimi. Atık gaz akışının yönünün değiştirilmesi sırasında emisyonların önlenmesi nedeniyle giderme verimliliği yüzde birkaç daha yüksektir. Yapışkan parçacıkları gidermek için çevrimiçi yanma mümkündür.	(2 yataklı sisteme göre) Özellikle üretim süresi boyunca konsantrasyonda bir değişiklik varsa, 1- 12g/m^3 konsantrasyonlar için en uygunudur. Çıkış gazlarındaki solvent konsantrasyonlarının ototermik konsantrasyonun çok üzerinde olduğu büyük sürekli operasyonlar için en uygunudur. Ortaya çıkan emisyon azaltımının ek yatırım ve işletme maliyetini garanti ettiği durumlarda.
Diğer oksidasyon teknikleri (Giderim verimi hesaplamalarına dahil değildir)		
Yakma tesisi (Proses ısıtıcısı) İşlenecek çıkış gazları, yanma havası ve tamamlayıcı yakıt olarak bir yakma tesisine (CHP dahil) gönderilir.	Uygun bir ısıtıcı mevcut olmalı ve çalışıyor olmalı ve üretildikleri zamanlarda tüm atık gazları alabilecek durumda olmalıdır.	CMR maddeleri içeren çıkış gazları için kullanılmamalıdır. Güvenlik hususları da olabilir.
Adsorpsiyon (katıya)		
Rejeneratif karbon adsorpsiyonu	Desorpsiyon oksijenin az olduğu veya hiç olmadığı bir atmosferde yapılmalıdır. Buhar, nitrojen veya	Sadece geri kazanıldığında dikkate alınacak

Düşük sıcaklıktaki çıkış gazları bir aktif karbon yatağından geçirilir. Solvent aktif karbona adsorbe olur. Karbon doyduğunda, atık gaz akışı ikinci bir karbon yatağına geçer. Doymuş yatak ısıtma yoluyla desorbe edilir. Isı, solventleri karbondan o kadar yüksek bir konsantrasyonda serbest bırakır ki, bu solventlerin yoğunlaşmasına imkan tanır.	oksijensiz sıcak hava kullanılabilir. Solventin yoğunlaştırılmasından sonra, geri kazanılan solventleri yeniden kullanıma hazır hale getirmek için karmaşık teknikler gerekebilir. Bu teknikler geri kazanılan solvente bağlıdır. Bazı örnekler: Toluen ve ksilen durumunda, desorpsiyon buharla yapılır ve basit yoğuşturma yeterli olacaktır. Etil asetat durumunda, desorpsiyon nitrojen ile yapılır. Yan ürünleri ve asetik asit, eser miktarda etanol ve düşük uçuculuktaki solventler gibi ikincil solventleri uzaklaştırmak için moleküler eleklerle susuzlaştırma ve ardından birkaç damıtma adımı gereklidir. Solventlerin adsorpsiyon özellikleri çok büyük farklılıklar gösterdiğinden, adsorbe edicilerin boyutu (ve dolayısıyla sadece yatırım değil, aynı zamanda enerji ve soy gaz tüketimi) büyük ölçüde solvent türüne göre belirlenir. (Örnekler: Toluen ve ksilen nispeten 'küçük' adsorberlere ihtiyaç duyar. Etanol, etil asetattan %25 daha büyük adsorbere ihtiyaç duyar.) Bazı solventler aktif karbon ile reaksiyona girerek yangına neden olabilir. MEK bunlardan biridir ancak bu reaksiyonları önlemek ve MEK'i güvenli bir şekilde kurtarmak için teknikler mevcuttur. Bazı düşük uçuculuğa sahip solventler, aktif karbona kalıcı olarak yapışabilir ve sonuç olarak aktif karbonun erken değiştirilmesiyle adsorpsiyon kapasitesini hızlı bir şekilde azaltabilir. Aktif karbon ayrıca suyu etkili bir şekilde adsorbe eder. Bu nedenle, yüksek nem içeriğine sahip atık gaz akışları uygun değildir. Yatırım ve işletme maliyetleri oksidasyon durumunda olduğundan çok daha yüksektir. Bu, solvent yüklerinin yılda 1 000 tonun altında olduğu yerlerde daha belirgindir. Hareketli karbon yataklı alternatifler mevcuttur ancak yaygın olarak kullanılmazlar. Ana fan için elektrik enerjisi tüketimi, aktif karbon yataklarının daha yüksek direnci nedeniyle oksitleyicilere göre daha yüksektir. Aktif karbonun dışarı üflenmesini önlemek için gerekli olan düşük hava hızlarında yüksek yer değiştirme. Karmaşık ekipman, özel olarak eğitilmiş teknik personel gerektirir. Çok güvenilir operasyonlar ve çok az çalışmama süresi standarttır. Oksidasyona kıyasla yüksek maliyeti ve geri kazanılan solventlerin düşük piyasa değeri, solvent geri kazanımını geçerli bir seçenek haline getirmek için solventlerin aynı tesiste yeniden kullanılmasını gerektirir. Oksidasyon ve geri kazanım arasındaki başabaş noktası açıkça geri kazanılan solventin fiyatına ve gerekli tekniklere bağlıdır. Toluen ve ksilen için geri kazanım, 100 t/yıl solvent tüketiminden başlayarak oksidasyondan daha ucuz olabilir. Etil asetat için MEK ve	solvent, tesiste yeniden kullanılabilir veya 'taze' solventlerin piyasa değerinden satılabilir. (genellikle geri kazanılmış solventin satışı orijinal fiyatının %50'sinden fazlasını getirmez). Tek solvent olarak birkaç yüz ton toluen veya ksilen kullanıldığında, bu teknik her zaman ciddi olarak düşünülebilir. Diğer solventlerle, bunu geçerli bir seçenek haline getirmek için daha yüksek yıllık miktarlar gereklidir. Özellikle birkaç farklı solventin karışımlarının olduğu durumlarda, bu tekniğin başarılı bir şekilde kullanılabilmesi için çok sayıda komplikasyonun çözülmesi gerekebilir. Ancak, bu pratik sorunların çoğu için teknik çözümler mevcuttur. Nihai sonuç çok karmaşık ve pahalı olabilir.

	etanol, oksidasyon ile başabaş noktasının yılda yaklaşık 500 ila 1 000 tondan başlayarak mümkün olduğu hesaplanmıştır. Yüksek inorganik toz konsantrasyonları ile çalışmaz.	
Polimer adsorpsiyonu Düşük sıcaklıktaki çıkış gazları, özel bir polimerin hareketli bir tanecik yatağından geçirilir. Solvent polimere adsorbe olur. Doymuş polimer ısıtma yoluyla desorbe edilir. Isı, solventleri polimerden o kadar yüksek bir konsantrasyonda serbest bırakır ki, bu solventlerin yoğunlaşmasına imkan tanır.	Desorpsiyon sıcak hava ile yapılır. Konsantrasyonlar, kazaları önlemek için üst patlayıcı sınırının üzerindedir. Solventin yoğunlaştırılmasından sonra, geri kazanılan solventleri yeniden kullanıma hazır hale getirmek için karmaşık teknikler gerekebilir. Bu teknikler geri kazanılan solvente bağlıdır. Solventlerin adsorpsiyon özellikleri çok büyük farklılıklar gösterdiğinden, gerekli polimer miktarı büyük ölçüde solventin türüne göre belirlenir. Polimer, ekipmanın en maliyetli parçası olduğundan (aktif karbonun maliyetinin 10 ila 20 katı), bu tekniğin yalnızca çok az solvent için uygun olduğu bilinmektedir. Polimerler suyu absorbe etmediğinden, sistem yüksek nem içeriğine sahip çıkış gazları için kullanılabilir. Ayrıca, geri kazanılan solventin dehidrasyonu gerekli değildir. Ekipman çok basittir. Polimerin dışarı üflenmesini önlemek için düşük hava hızlarına sahip yüksek deplasmanlı fanlar gereklidir. Çok güvenilir operasyonlar ve çok az kesinti mümkündür. Yüksek inorganik toz konsantrasyonları ile çalışmaz.	Bu belge kapsamındaki endüstrilerde başarılı uygulama örnekleri bilinmemektedir.
Diğer adsorpsiyon teknikleri (Giderim verimi hesaplamalarına dahil değildir)		
Yağ ovalama VOC giderme verimi genellikle nispeten düşüktür. Esas olarak inorganik veya koku emisyonlarını azaltmak için kullanılır		
Uygun bir sıvı kullanarak absorpsiyon (ıslak ovalama) Çok sayıda türü mevcuttur. Suyla ovalamada, çıkış gazları bir su perdesi veya su sisi içinden geçirilir. Özellikle damlacıkların ve tozun giderilmesi için uygundur. Atık su arıtma gereklidir.		Suda çözünür VOC'ler.
Yoğunlaşma		
Ortam sıcaklığında yoğuşma, soy gaz kurutucu yok (Giderim verimi hesaplamalarına dahil değildir) Çıkış gazları, donma noktasının üzerindeki bir sıcaklığa kadar soğutulur. Düşük uçucu solventler	Ekipman çok basittir ve ucuzdur. İşletme maliyetleri hakkında bilgi bulunmamaktadır.	Bu belge kapsamındaki endüstrilerde başarılı uygulama örnekleri bilinmemektedir.

yoğun Bununla birlikte, yüksek uçuculuğa sahip solventler etkili bir şekilde yoğunlaştırılmaz.		
Soy gaz kurutucu ile yoğuşma Bir soy gaz (çoğunlukla nitrojen) içeren kapalı bir kurutma sisteminde solvent konsantrasyonunun m^3 başına birkaç yüz grama çıkmasına izin verilir. Soy gaz, solventlerin bir kısmının yaklaşık olarak oda sıcaklığında yoğuşturulduğu bir kondansatörden geçirilir. Çözücü içeriği azaltılmış soy gaz, kurutucuya geri gönderilir. Kondenser genellikle, aynı zamanda kurutucu sistemi doldurmak için de gerekli olan sıvı nitrojen ile soğutulur.	Kurutucular açıkça geleneksel kurutuculardan daha pahalıdır. İşletme maliyetleri büyük ölçüde kullanılan nitrojen miktarına bağlıdır. Azot esas olarak, örneğin iş değişikliği durumunda, kurutucunun açılması gerektiğinde kullanılır. Solvent karışımlarının kullanıldığı durumlarda, geri kazanılan solventleri yeniden kullanıma hazır hale getirmek için karmaşık teknikler gerekebilir. Kurutucunun mümkün olduğu kadar kapalı olması gerektiğinden, teknik yalnızca giriş ve çıkışta ciddi sızıntılar olmadan kurutucudan geçirilebilen ince, düz alt tabakaları kurutmak için kullanılabilir.	Teknik, yalnızca kurutucuyu arka arkaya birkaç gün açmaya gerek olmadığı durumlarda uygulanabilir.
Soğutulmuş yoğuşma Atık gaz 0 °C'nin altındaki bir sıcaklığa soğutulur. Buzlanma oluşur ve düzenli buz çözme gereklidir. Bu amaçla, genellikle iki kondansatör vardır. Yukarı yönde 0 ºC'nin üzerindeki bir yoğuşturma adımı, atık gazın su içeriğini azaltır.	Çalıştırma maliyetleri yüksektir ve daha düşük bir yoğuşma sıcaklığı gerekliyse artar.	Çoğunlukla daha pahalı çözücülerin geri dönüşümü için. Yüksek konsantrasyonlarda düşük hava akışları.
Kriyojenik yoğuşma Genellikle sıvı nitrojen ile çok düşük sıcaklıkta yoğuşma.		Çoğunlukla daha pahalı çözücülerin geri dönüşümü için. Yüksek konsantrasyonlarda düşük hava akışları.
Biyolojik işleme		
Biyolojik işleme (Giderim verimi hesaplamalarına dahil değildir) Atık gaz, VOC'lerin bakteriler tarafından emildiği ve yok edildiği (metabolize edildiği) bir organik malzeme yatağından üflenir.	Ekipman basittir ve pahalı değildir, ancak büyük hava akışı durumunda çok fazla alana ihtiyaç duyar. Tatil sezonunda atık gazın bileşimi değiştirilerek veya yem eksikliği nedeniyle bakteriler kolayca öldürülür. Bu, filtre verimliliğini etkiler. İşletme maliyeti hakkında bilgi bulunmamaktadır.	Düşük konsantrasyonlu atık gaz akışı. Biyobozunur ve tercihen suda çözünür bileşenler. Koku sorunları.

Giderim verimlilikleri

Aşağıdaki Tablo 21.27 ve Tablo 21.28, oksidasyon tekniklerinin ve aktif karbon ile solvent geri kazanımının giderim verimliliğini vermektedir. Diğer teknikler konusunda benzer tablolar oluşturmak için yeterli veri mevcut değildi.
Giderim verimliliği şunlara bağlıdır:

- solvent molekülünün karbon içeriği
- ortalama giriş konsantrasyonu
- ortalama çıkış konsantrasyonu
- çalışma sıcaklığı.

Tablolardaki gölgeli bantlar, oksidasyon veya solvent geri kazanımından beklenebilecek ayırma verimliliği aralığını verir.

Bandın alt kısımları, alt giriş konsantrasyonlarına karşılık gelir.

Solvent geri kazanımı için çıkış gazlarında elde edilebilir solvent konsantrasyonları, oksidasyon durumunda olduğundan biraz daha yüksektir. Bu nedenle giderme verimlilikleri biraz daha düşüktür.

Oksidasyonun etkinliği

VOC'lerin oksidasyonunun etkinliği üç parametreye bağlıdır:

a) Türbülans: Brülör odasındaki çıkış gazlarının tam hareketi ve karışımı.
b) Süre: Çıkış gazların brülör odasında minimum kalma süresi (tipik olarak 1 saniye).
c) Sıcaklık: Brülör odası çalışma sıcaklığı (tipik olarak 720 °C ila 850 °C aralığında).

(a) ve (b) noktaları imalatçı tarafından belirlenen tasarım parametreleridir. Nokta (c) (brülörün sıcaklığı), operatör tarafından ayarlanabilen tek parametredir. Bununla birlikte, VOC giderim verimliliğini artırmaya çalışırken yüksek enerji taleplerinin ve artan NO_X seviyelerinin yüksek çalışma sıcaklıklarından kaynaklanacağına dikkat edilmelidir.

İnorganik toz

Teknikler inorganik toza değişen derecelerde duyarlıdır. Bazıları çok hassastır, diğerleri daha az hassastır veya uyarlanabilirler. İnorganik toz, tekniğin verimliliğini ve/veya gaz çıkışını (daha yüksek hava akımı direnci) ve gereken bakım miktarını etkileyebilir. Bu nedenle inorganik tozlar içeren çıkış gazlarına uyum sağlamanın sermaye ve işletme maliyetleri üzerinde etkisi olabilir.

Hesaplamalar

Giderim verimliliği, %100 eksi azaltma ekipmanından sonra kalan karbon yüzdesine eşittir. Kalan karbon yüzdesi, 24 saatlik ortalama çıkış konsantrasyonunun 24 saatlik ortalama giriş konsantrasyonuna bölünmesiyle hesaplanır. Bu hesaplama için, giriş konsantrasyonu solventin yüzde karbon içeriği ile çarpılan g/m^3 solvent olarak ifade edilir. Çıkış konsantrasyonu, m^3 başına mg karbon olarak ifade edilir.

24 saatlik ortalama çıkış konsantrasyonları, günümüzde boru çıkışı emisyon sınır değerlerine tabi olan boru çıkış deneyimlere dayanmaktadır. Uyumdan emin olmak için, fiili 24 saatlik ortalama çıkış konsantrasyonlarının her zaman bu boru çıkış emisyon limit değerlerinden daha düşük olduğuna dikkat edilmelidir.

Gerçek boru çıkışı konsantrasyonunun, tesisteki üretim koşullarına bağlı olarak gün içinde büyük ölçüde değişebileceği de unutulmamalıdır.

Karbon içeriği

Bir çözücünün karbon içeriği, bir kimyasal formül temelinde belirlenebilir. Basitlik amacıyla, Tablo 21.27 ve Tablo 21.28'de kullanılmak üzere Tablo 21.26'da dört kategori verilmiştir.

Tablo 21.26: Yaygın solventlerin kimyasal grupları ve karbon içerikleri

Solvent grubu	Ortalama karbon içeriği (%)	Solventlerin kimyasal grupları
Grup 1	55,0	Alkoller, glikol eterler, glikol, eter esterler
Grup 2	65,0	Esterler, eterler, ketonlar
Grup 3	85	Hidrokarbonlar
Grup 4 Diğerlerine kıyasla son derece düşük karbon içeriği kendi grubundaki kimyasallar	37,5	Metanol
	48,6	Metil asetat

Giderim verimliliği ve BAT

Tablo 21.27 ve Tablo 21.28, oksidasyon ve solvent geri kazanımı (aktif karbon adsorpsiyonu) ile ilişkili giderim verimliliklerinin aralığı hakkında bilgi sağlar. Bu tablolar, aralıklardaki her bir değere uyumun BAT olarak kabul edilebileceği anlamına gelmez.

BAT'ın uygulanmasıyla elde edilebilecek emisyon aralıkları, bu belgede Bölüm 18'in sektöre özgü kısımlarında verilmektedir. BAT ile ilişkili bu emisyon aralıkları her zaman hem boru çıkışı emisyonlarının hem de kaçak emisyonların toplamı için geçerlidir.

BAT ile ilişkili emisyon aralığının, örneğin solvent tüketiminin %10'u olduğu ve kaçak emisyonların solvent tüketiminin %5'ini oluşturduğu durumlarda, azaltma ekipmanının giderim verimliliği %95'in üzerinde olmalıdır.

Azaltma ekipmanı açıkça BAT ile ilişkili emisyon aralığına ulaşmak için emisyonları yeterince azaltacak ve yine de kaçınılmaz kaçak emisyonlara yer bırakacak şekilde seçilmelidir.

Giderim verimliliği ve boru çıkışı emisyon sınır değerleri

IED, izin hükümleri ve benzeri ulusal mevzuat, boru çıkışı emisyon sınır değerlerini belirleyebilir. Bu değerler farklı endüstriler için farklı olabilir. Tablo 21.27 ve Tablo 21.28'de verilen giderim verimliliği aralıklarının alt kısımlarının elde edilmesi, bu emisyon sınır değerlerine (ELV'ler) uyum sağlamayabilir. Aslında bazı özellikle düşük emisyon sınır değerlerine uyum, tablolarda verilen en yüksek değerden daha yüksek giderim verimlilikleri gerektirebilir. Bu, örneğin, IED'nin 58. Maddesinde belirtilen solventler (kanserojenler, mutajenler veya üreme için toksik) kullanıldığında geçerli olabilir.

Tablo 21.27: Oksidasyon tekniklerine ilişkin giderme verimliliği

Oksidasyon	Giderme verimliliği	% 75,0	% 80,0	% 85,0	% 90,0	% 92,5	% 95,0	% 97,5	% 99,0	% 99,5	% 99,9
Grup 1 solventler	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										
Grup 2 solventler	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										
Grup 3 solventler	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										
Metanol	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										
Metil asetat	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										

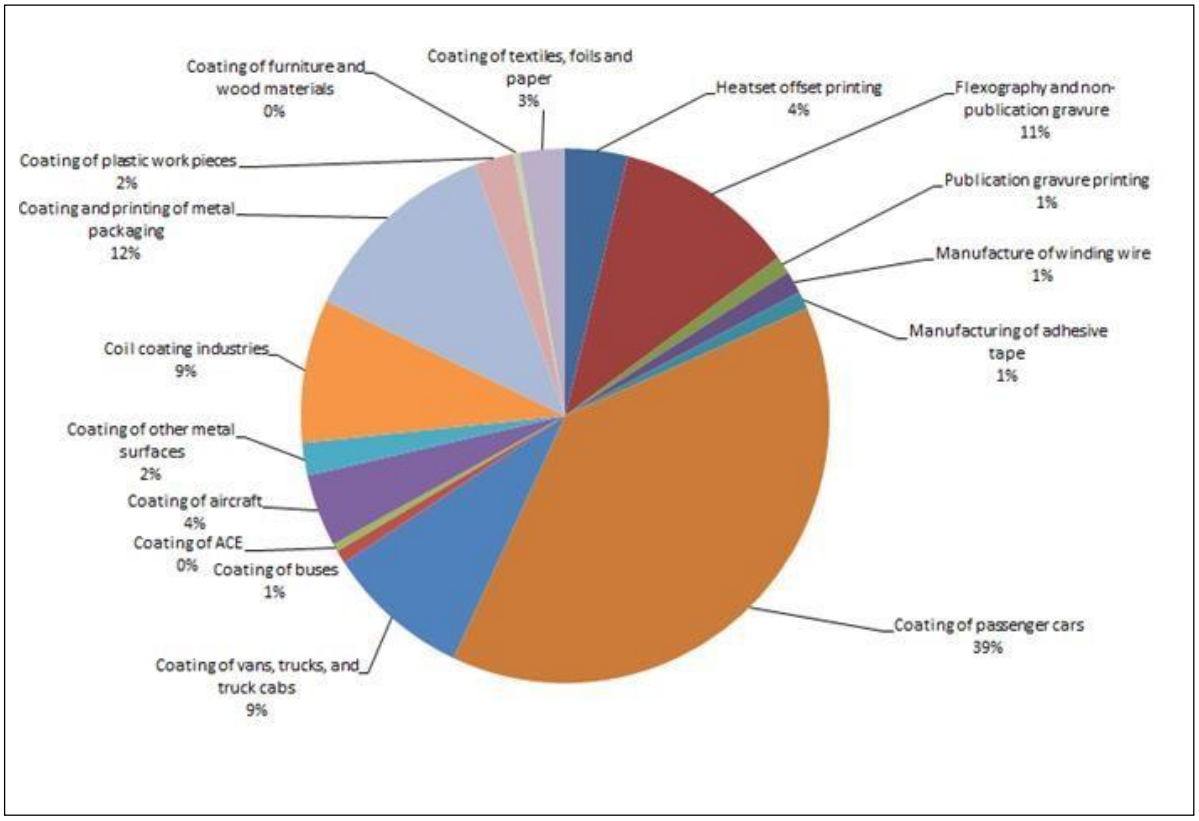
Tablo 21.28: Aktif karbon ile solvent geri kazanımına ilişkin giderme verimliliği

Aktif karbon geri kazanımı	**Giderme verimliliği**	**% 75,0**	**% 80,0**	**% 85,0**	**% 90,0**	**% 92,5**	**% 95,0**	**% 97,5**	**% 99,0**	**% 99,5**	**% 99,9**
Grup 1 solventler	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										
Aktif karbon geri kazanımı	**Giderme verimliliği**	**% 75,0**	**% 80,0**	**% 85,0**	**% 90,0**	**% 92,5**	**% 95,0**	**% 97,5**	**% 99,0**	**% 99,5**	**% 99,9**
Grup 2 solventler	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										
Aktif karbon geri kazanımı	**Giderme verimliliği**	**% 75,0**	**% 80,0**	**% 85,0**	**% 90,0**	**% 92,5**	**% 95,0**	**% 97,5**	**% 99,0**	**% 99,5**	**% 99,9**
Grup 3 solventler	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										
Aktif karbon geri kazanımı	**Giderme verimliliği**	**% 60,0**	**% 80,0**	**% 85,0**	**% 90,0**	**% 92,5**	**% 95,0**	**% 97,5**	**% 99,0**	**% 99,5**	**% 99,9**
Metanol	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										
Aktif karbon geri kazanımı	**Giderme verimliliği**	**% 60,0**	**% 80,0**	**% 85,0**	**% 90,0**	**% 92,5**	**% 95,0**	**% 97,5**	**% 99,0**	**% 99,5**	**% 99,9**
Metil asetat	0,5-1,0 gr solvent/m^3										
Girdi konsantrasyonu	1,0-2,0										
	2,0-6,0										
	6,0-12,0										

21.6.1 STS veri toplama uygulamasında (2016) bildirilen şekliyle uygulanan tekniklerin azaltma etkinliği

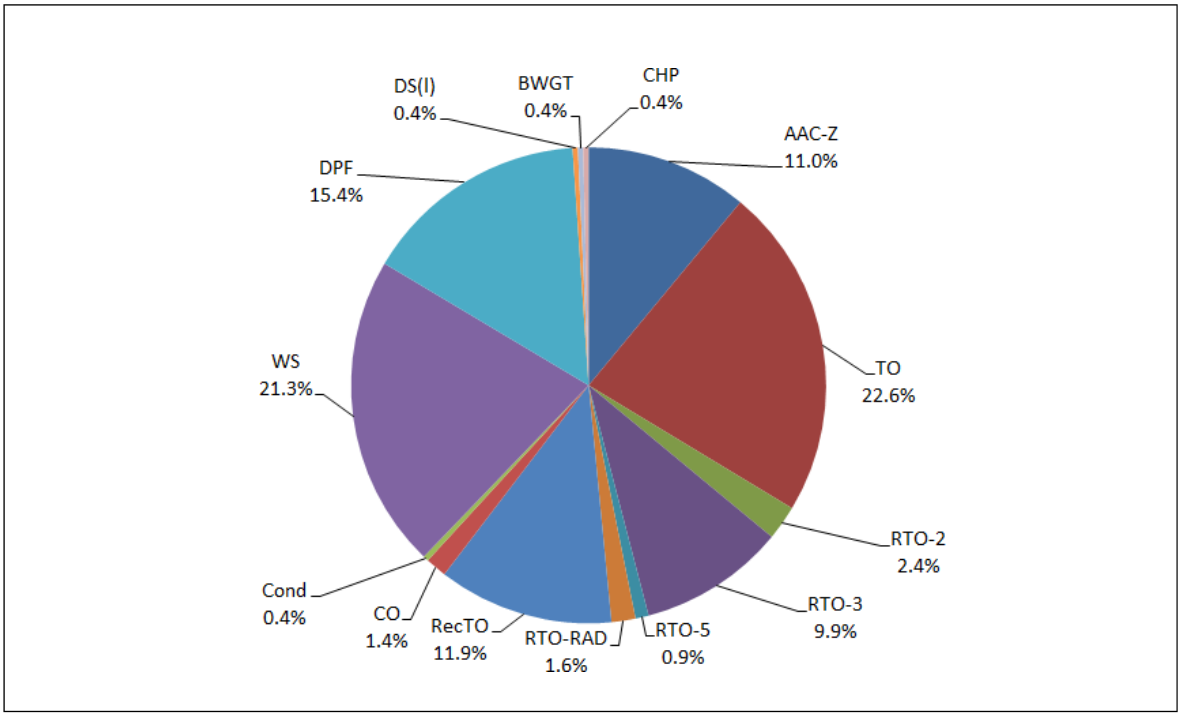
[155, TWG 2016]

Atık gazlardaki TVOC emisyonlarına ilişkin veriler, toplam 868 emisyon noktası için bildirilmiştir. Atık gazlardaki TVOC emisyonlarına ilişkin verilerin çoğu, tesis başına yüksek sayıda emisyon noktasıyla ilgili olan araç kaplama sektörü (binek otomobillerin, kamyonetlerin, kamyonların ve kamyon kabinlerinin kaplanması) için bildirilmiştir (bk. Şekil 21.14).



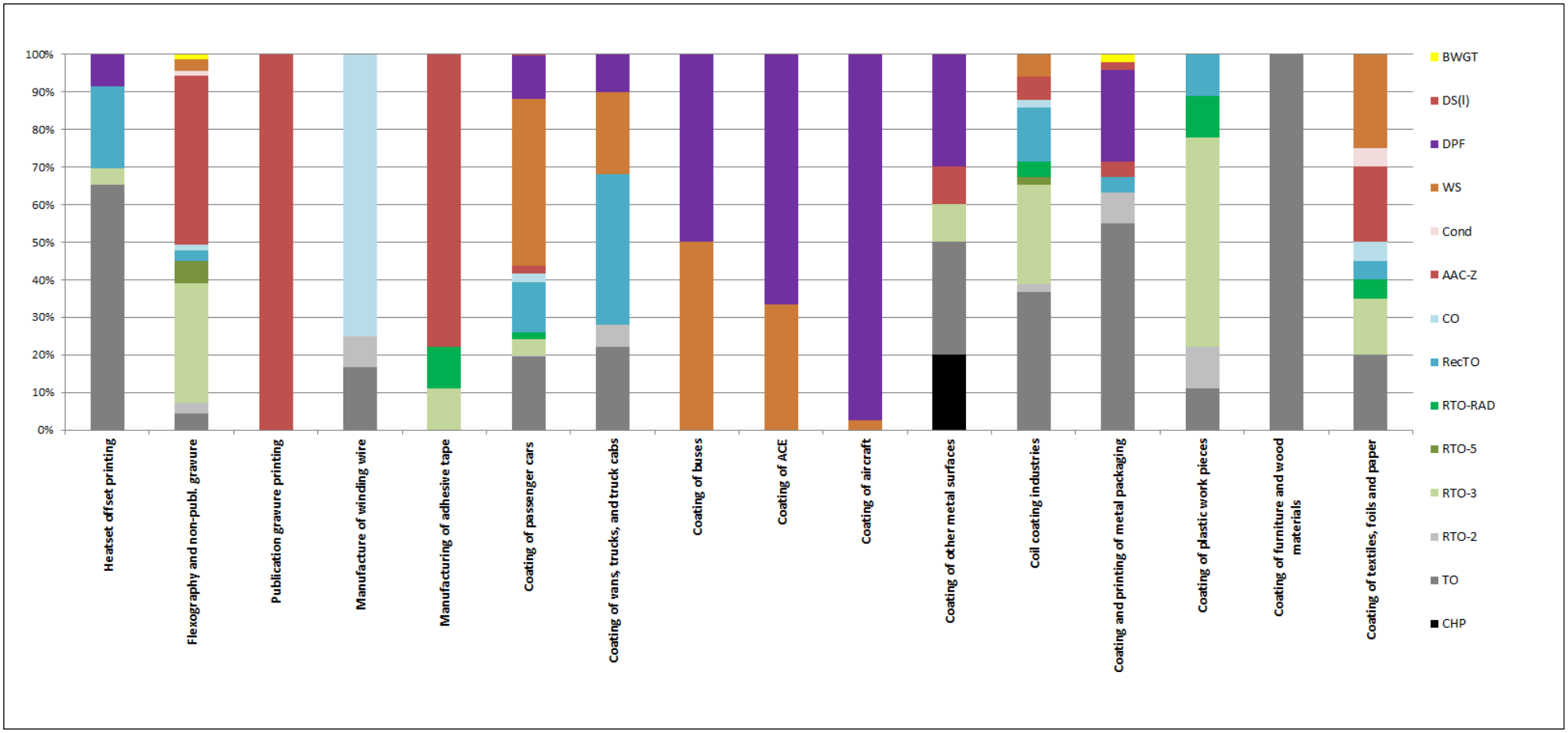
Şekil 21.14: Sektöre göre VOC azaltma tekniği uygulamasını bildiren emisyon noktalarının toplam emisyon noktaları içindeki payı

Toplam emisyon noktası sayısının %22'sinin herhangi bir azaltma tekniği uygulamadığı ve emisyon noktalarının %10,5'i için uygulanan azaltma tekniği hakkında bilgi verilmediği kaydedilmiştir. Belirli bir tekniği uygulayan emisyon noktalarının sayısı, bir azaltma tekniğinin uygulandığı toplam emisyon noktalarının sayısına bir pay olarak Şekil 21.15'te sunulmaktadır.



Şekil 21.15: Emisyon noktalarının toplam sayısının yüzdesi olarak azaltma tekniğinin uygulanması

Bazı sektörler için belirli azaltma teknikleri daha yaygın olarak uygulanmaktadır. Uygulanan azaltma tekniklerinin (sektör başına) dağılımı, bir azaltma tekniğinin uygulandığı toplam emisyon noktalarının (sektör için) yüzdesi olarak ifade edilir ve Şekil 21.16'da sunulmuştur.



Şekil 21.16: Bir azaltma tekniğinin uygulandığı (sektördeki) toplam emisyon noktası sayısının yüzdesi olarak ifade edilen STS sektörü başına uygulanan tekniklerin dağılımı

Uygulanan tekniklerin azaltma etkinliği için bildirilen değerler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 21.29: Uygulanan atık gaz işleme tekniklerinin UOB azaltma verimliliği için bildirilen değerler

Teknik	Ortalama azaltma verimliliği	Değer sayısı	Maks.-min. aralığı	75.-25. yüzdelik aralık	Azaltma verimliliğinin türetilmesi
Termal oksidasyon (TO)	96,94	50	99,99-93,93	99,94-96,98	16 R 16 S 8 D 9 C 1 NI
Rejeneratif termal oksidasyon – 2 yataklı (RTO-2)	98,36	9	99,6-94,4	99,5-98,0	6 R 2 S 1 NI
Rejeneratif termal oksidasyon – 3 veya 5 yataklı (RTO-3/RTO-5)	98,27	25	99,8-87,8	99,4-98,5	8 R 3 S 10 D 1 C 3 NI
Rejeneratif termal oksidasyon-valfsiz dönen hava dağıtıcısı (RTO-RAD)	93,34	16	99,3-90	97,25-90	3 R 4 S 9 D
Reküperatif termal oksidasyon (RecTO)	98,31	43	99,9-89,4	99,55-97,85	15 R 17 S 10 D 1 C
Katalitik oksidasyon (CO)	98,33	3	99-97	NA	2 R 1 S
Aktif karbon veya zeolitlere (AAC-Z) adsorpsiyon	96,89	35	99,9-80	98,92-98	6 R 6 S 23 D
Islak ovalama (WS)	79,2	5	96-75	NA	1 S 3 C
Biyolojik çıkış gazı işleme (BWGT)	88,65	2	94,3-83	NA	1 C 1 D
Yoğunlaşma	95	1	NA	NA	S

Not: Açıklamalar sütununda, azaltma verimliliğinin türetilmesi için bildirilen yöntem belirtilmektedir:
R: Ham ve temiz gazın son eş zamanlı ölçümleri.
S: Sistem kurulduğunda alınan ham ve temiz gazın eş zamanlı ölçümleri. D:
Tasarım değeri.
C: Diğer yöntemle hesaplanmıştır.
Kaynak: [155, TWG 2016]

21.7 Baskı hakkında ek bilgiler

[1, INTERGRAF ve EGF 1999] [78, TWG 2005] başkaca belirtilmedikçe, [INTERGRAF yorumu # 108, [212, TWG 2018]]

21.7.1 Avrupa Birliği'nde baskı endüstrisi

Baskı endüstrisi, Avrupa Birliği'nde büyük bir imalat endüstrisidir. Kamu otoriteleri, finansal hizmetler, yayıncılar, perakende sektörü ve imalat sanayileri dahil olmak üzere ekonominin tüm sektörlerine hizmet veren bir sektördür. Müşterileri büyük kurumlardan en küçük işletmelere kadar uzanmaktadır.

Eurostat verilerine göre, AB-28'deki Avrupa baskı endüstrisi (NACE 18.1), yaklaşık 630.000 kişiyi istihdam eden ve 80 milyar Avro ciro üreten yaklaşık 120.000 şirketten oluşmaktadır. Bu veriler bir yandan bu belgenin kapsamı dışında kalan birçok faaliyeti ve kurulumu içerirken diğer yandan bazı ambalaj baskı faaliyetlerini (ör. esnek ambalaj) kapsamayabilir [INTEGRAF yorumu #108 [212, TWG 2018]].

Tablo 21.30: Avrupa ülkelerinde basım sektörü cirosu, basım şirketi sayısı ve çalışan sayısı

2014	Ciro (milyon EUR)	Şirket sayısı	Çalışan Sayısı
Avusturya	1 852,5	854	10 625
Belçika	3 248,0	4 158	13 088
Bulgaristan	348,0	1 026	8 570
Hırvatistan	537,5	1 399	7 515
Kıbrıs	63,9	250	969
Çek Cumhuriyeti	1 220,6	7 546	15 145
Danimarka	1 006,5	771	6 403
Estonya	216,9	357	2 593
Finlandiya	1 206,2	887	8 487
Fransa	8 787,6	21 320	57 095
Almanya	18 260,8	11 002	138 748
Yunanistan	493,8	2 217	6 702
Macaristan	890,3	3 198	13 302
İrlanda	640,7	1 014	4 593
İtalya	9 976,9	15 206	62 519
Letonya	204,0	471	3 439
Litvanya	217,2	605	4 162
Lüksemburg	111,6	90	699
Malta	159,4	135	1260
Hollanda	3 748,4	3 656	20 744
Polonya	2 977,4	8 254	35 300
Portekiz	983,4	2 467	14 135
Romanya	737,1	1 973	15 378
Slovakya	381,7	1 410	5 797
Slovenya	415,2	1 183	3 647
İspanya	5 559,5	13 649	48 670
İsveç	2 331,9	2 896	12 933

Birleşik Krallık	13 014,9	11 608	106 324
Norveç	1 128,2	1 036	5 229
İsviçre	3 532,8	1 238	20 076
EU-28	**79 591,9**	**119 602**	**628 842**
Kaynak: [NACE 18.1, Eurostat ve Intergraf verileri 2016, INTEGRAF yorum #108 [212, TWG 2018]]			

Tablo 21.31: Baskı sektörü cirosunun gelişimi, şirket sayısı ve çalışan sayısı, 2000-2014

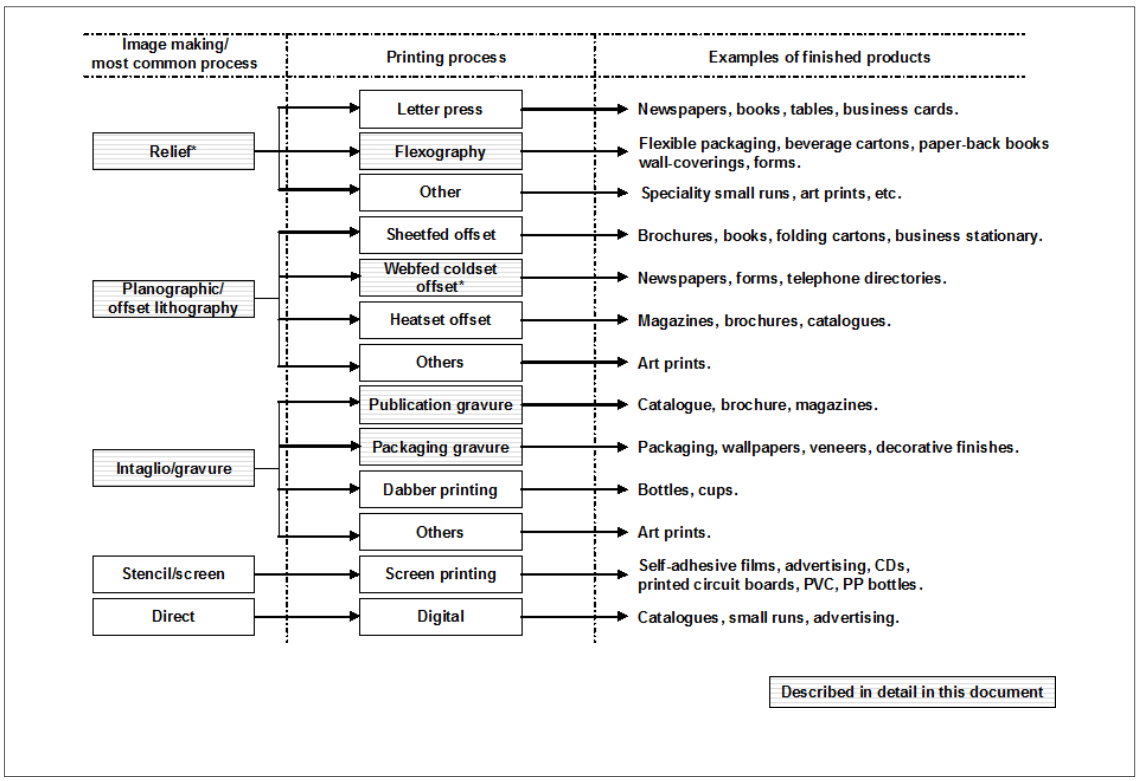
	2000	**2004**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2004/2014 arası % değişim**	**2000/2014 arası % değişim**
Ciro (milyon EUR)	103 866,5	102 123,7	88 004,6	88 076,0	84 936,1	79 439,0	79 592	%-22,1	%-23,4
Şirket sayısı	124 971	131 548	122 980	118 782	116 837	118 473	119 602	%-9,1	%-4,3
Çalışan Sayısı	958 409	885 411	713 655	684 893	652 210	630 692	627 582	%-29,1	%-34,5
Kaynak: [Eurostat ve Intergraf verileri 2016, INTERGRAF yorumu # 108, [212, TWG 2018]]									

21.7.2 Baskı işlemleri

Kağıt üzerine baskının yanı sıra, plastik, karton ve metal gibi diğer malzemeler üzerine baskı için ek pazarlar da dikkate değerdir (metal üzerine baskı için bk. Bölüm 10).

Şekil 21.17'de listelenen ürünlerin çoğu aynı tür makinelerde üretilebilse de, ekonomi nedeniyle bazılarının özel ekipman kullanılarak basılması gerekmektedir. Ana süreçlerin belirli özellikleri ve ilgili maliyetleri vardır ve gerekliliklere göre kullanılır. Bazen aynı işte birden fazla işlem kullanılabilir ve bazen belirli bir baskı birden fazla işlemi içerebilir.

Basım işlemleri orijinal metin ve resimleri bir taşıyıcı üzerinde görüntüye dönüştürür ve ana işlem türleri bu görüntünün taşınma şekline göre isimlendirilir. Taşıyıcı bir plaka, silindir veya şablon olabilir. Tüm görüntü taşıyıcılarının iki ayrı yüzeyi vardır – bir görüntü (baskı) alanı ve görüntü olmayan (baskısız) alan. Görüntü alanı mürekkebi kabul eder, ancak görüntü olmayan alan mürekkebi kabul etmez veya tutmaz.



Şekil 21.17: Ana yazdırma işlemlerine genel bakış

Rölyef baskı

Bu, rölyefli, yani baskısız yüzeyin üzerinde yükseltilmiş bir baskı yüzeyi kullanır. ***Tipo baskı*** ve ***fleksografi*** bu sürecin örnekleridir. Fleksografik baskı, IED Ek I (6.7)'deki kriterleri aşacak kadar büyük tesislerde kullanılabilir, ancak bu boyutta genellikle laminasyon ve vernikleme ile birlikte ambalaj gravürü ile kullanıldığı görülür.

Ofset baskı

Görüntü ve görüntü olmayan alanlar; metal, plastik veya kağıt olabilen bir plaka üzerinde aynı düzlemdedir (***litografi*** olarak bilinen ve genellikle '***lito***' olarak kısaltılan teknik).

Ofset plakalar, uzun baskı işlerinde baskı alt tabakasıyla temas yoluyla sürekli olarak aşınmaya dayanmadığından, görüntü, görüntüyü alt tabakaya aktaran daha yumuşak bir ara örtü üzerine konur veya buraya "aktarılır". Bu baskı türü '***ofset***' olarak bilinir ve en sık kullanılan işlemdir.

Alt tabaka, "***web beslemeli***" olarak bilinen bir rulo veya web veya kağıt (*"**kağıt beslemeli***") şeklinde beslenebilir. "***Kurutmalı***" ve "***kurutmasız***", mürekkebi kurutmak için kullanılan tekniğe atıfta bulunur. Kurutmalı web ofset, IED Ek I'deki (6.7) kriterleri aşacak kadar büyük tesislerde kullanılabilir.

Gravür

Bu, intaglio (çukur) baskı işlemlerinin en iyi bilinenidir, ancak bakır baskı ve kabartma baskı (die stamping) diğerleridir. Burada baskı alanları, baskı yapılmayan alanların altında bir silindir üzerine kazınmış küçük girintilerdir. Bu girintiler mürekkeple doldurulur, fazla mürekkep çıkarılır ve alt tabaka baskı silindirine bastırılır. Yayın gravürü ve ambalaj gravürü, IED Ek I'deki (6.7) kriterleri aşacak kadar büyük tesislerde kullanılabilir.

Şablon

Serigrafi, baskılı ve baskılı olmayan alanların bir film üzerinde taşındığı şablon baskıya bir örnektir. Baskı yapılmayan alanlar, mürekkebin bloke olmayan kısımlardan alt tabaka üzerine zorlanması suretiyle filmin bloke edilmesiyle oluşturulur.

Dijital

Burada, ara kalıcı bir görüntü oluşturmadan doğrudan bir alt tabaka üzerinde dijital bilgiden bir görüntü üretilir.

İşlemlerin işleme tarafı

Birçok işletme aynı zamanda görüntünün oluşturulmasını ve asıl baskı gerçekleşmeden önceki tüm süreçleri, ciltleme ve son işlem ile birlikte ele alırken, çok sayıda şirket yalnızca bu özel işlemleri gerçekleştirmek üzere çalışır. Aynı şekilde, bankalar gibi binlerce ticari firma da kendi matbaalarını kendi bünyesinde gerçekleştirmektedir.

Ayrıca cadde üstü matbaalar (fotokopi dükkanları) bulunmaktadır. Geleneksel olarak önceleri daha küçük 'geleneksel' yazıcılarla aynı ekipman kullanılırken, şimdi bu işler fotokopi ve mürekkep püskürtmeli ve/veya dijital baskıya dayalı hale gelmiştir.

21.7.3 Basılı ürünler

21.7.3.1 Gazeteler

Hemen hemen tüm gazeteler kurutmasız web ofset ile basılmaktadır. Tipik bir yerel gazete fabrikasında, her baskı makinesinde dört ünite bulunan bir veya iki baskı makinesi olabilir, ancak ulusal gazeteleri basan daha büyük, uzmanlaşmış matbaalarda 10 baskı makinesi olabilir. Daha dar webli kurtumasız makineler ayrıca reklam broşürleri, karton kapaklı kitaplar ve telefon rehberlerinin üretiminde de kullanılmaktadır.

Daha eski tipo baskı makineleri bazı ülkelerde hala bulunabilir, ancak kullanımları son 20 yılda hızla azalmıştır. Son zamanlarda çok az şirket fleksografi sürecine geçiş yapmıştır. Gazete matbaacılarının fleksografiye geçtiği yerlerde bu her zaman su bazlıdır.

21.7.3.2 Dergiler ve kataloglar

Tirajı 10.000'in üzerinde olan dergiler genellikle kurutmalı web ofset ile basılır, ancak daha kısa tirajlar kağıt beslemeli ofset ile yapılmaktadır. Kurutmalı web ofset aynı zamanda seyahat broşürlerini, postayla sipariş kataloglarını ve gazete ve dergilere yerleştirmek üzere reklam malzemelerini basmak için de kullanılmaktadır. Bazı renkli kitapların basımı için de kullanılır.

Çok uzun tirajlı dergiler ve benzeri yayınlar genellikle gravür ile basılmaktadır, burada ofset plaka yapımına göre bir gravür silindiri yapmanın ekstra maliyetleri karşılanmaktadır. Yüksek düzeyde yatırım ve yüksek çıktının bir sonucu olarak, bu süreçler genellikle büyük şirketlerde kullanılmaktadır.

Gravür, nispeten zayıf kağıt yüzeylerine baskı yapabilmesiyle bilinir, buna rağmen yine de iyi, zengin bir baskı elde edilir. Diğer taraftan kurutmalı web ofset, aynı kaliteyi elde etmek için iyi bir kaplanmış veya kaplanmamış kağıt gerektirir. Bazı şirketler, farklı çalışma uzunluklarında dergiler basmak için hem gravür hem de kurutmalı web ofset baskı makinelerine sahiptir.

21.7.3.3 Kitaplar

Renkli ve kısa tirajlı siyah beyaz kitapların çoğu kağıt beslemeli ofset ile basılma eğilimindeyken, karton kapaklı kitaplar gibi uzun tirajlı tek renkli kitaplar bir web üzerine, genellikle kurutmasız web ofset, bazen de tipo baskı ile basılır. Temel olarak, 8, 16 veya 32 sayfalık bölümler bir defada basılır ve ardından kitabı oluşturmak için ciltlenir.

Her ülkedeki birkaç yüz firma, şirket içi veya tesis dışı ciltleme için, kağıt beslemeli ofset yöntemiyle kısa tirajlı kitaplar basabilmektedir. Uzun vadeli işler sadece birkaç uzman tarafından yapılmaktaydı.

Kitabın tamamını birkaç ayrı bölüm yerine tek bir işlemde basan çok az sayıda özel sürekli bant baskı makinesi mevcuttur. Bunlar normalde esnek plakalar kullanılarak tipo baskı ile basılmaktadır. Kısa tirajlı kitap ve kitapçık üretimi ağırlıklı olarak yerel bir operasyondur, ancak uzun vadeli çalışmalar ulusal ve uluslararası rekabete açıktır.

21.7.3.4 Genel baskı

Genel veya ticari çalışma olarak bilinen, kağıt beslemeli ofset ile basılan reklam literatürü, şirket raporları ve hesapları, tebrik kartları, takvimler, broşürler, kitapçıklar, posterler ve benzerlerini içeren çok çeşitli baskı işleri vardır.

21.7.3.5 Güvenlik amaçlı baskılar

Güvenlik amaçlı baskıların genel kategorisi; banknotlar, pasaportlar, pullar, çekler, biletler ve kuponlardan şirket raporları ve hesapları, şehir mali belgeleri ve sınav kağıtları gibi bilgilerin güvenliğine dayanan ürünlere kadar çok sayıda ürünü içerir. Bu, bazılarının yalnızca güvenlik amaçlı baskıya özgü olduğu çok çeşitli işlemler gerektirir.

21.7.3.6 Etiketler

Temel olarak iki tip etiket vardır: ıslak etiketler ve kendinden yapışkanlı rulo etiketler. İlki genellikle geleneksel kağıt beslemeli (düz) ofset ile basılır, ardından daha sonra teneke kutuların ve şişelerin etrafına yapıştırılması ve sarılması için giyotinlenir. Kendinden yapışkanlı etiketler; destek kağıdı, yapışkan ve istenen şekilde basılan ve kesilen ön katman dahil olmak üzere birkaç katmandan oluşan bir web üzerine basılır.

Kendinden yapışkanlı rulo etiket baskısı oldukça özel bir işlemdir ve ekipman yalnızca bu amaç için kullanılır. Baskı makineleri döner tipo, flekso veya ofset (su bazlı veya susuz) olabilir ve ayrıca serigrafi ve folyo bloklama içerebilir. Belirli bir baskı makinesi birkaç işlemi içerebilir.

21.7.3.7 İş formları

Sürekli artan BT yetenekleri nedeniyle pazar hızla gerilese de, iş formlarının basılması konusunda da oldukça uzmanlaşılmıştır. İki alana ayrılabilir: sürekli formlar ve genellikle A4 boyutunda olan kesik setler. İş formu setleri sayfa biçiminde yazdırılabilir, ardından seti oluşturmak için harmanlanabilir ve daha sonra kullanıcı tarafından ayrılmak üzere birçok setten oluşan kalın bir bloğun bir kenarı yapıştırılarak tutturulabilir.

21.7.3.8 Kağıt ve karton ambalaj

Kağıt ve karton ambalajların üç ana biçimi vardır: kağıt torbalar gibi kağıt ambalajlar ve katı veya oluklu mukavvadan yapılan kartonlar. Gazeteler, kitaplar ve güvenlik amaçlı baskı pazarlarıyla hemen hemen aynı büyüklükte çok büyük bir pazardır.

Ucuz kağıt torbalar genellikle su bazlı mürekkepler kullanılarak fleksografi ile basılmaktadır.

Çok sayıda pazar vardır: yiyecek ve içecek ambalajları ve ilaçlar en büyüğüdür. Gıda ambalajlarında, tam kuruma (kürleme) ve mürekkebin gıdaya sızmaması için baskı genellikle UV mürekkepleri kullanılarak yapılır.

Sert mukavvadan yapılmış kartonlar, büyük, çok renkli makinelerde kağıt beslemeli ofset ile yüksek kalite ve doğrulukla basılır. Oluklu mukavva genellikle su bazlı kağıt beslemeli fleksografide basılır.

Daha uzun tirajlar için baskı web ofset, fleksografi veya gravür olabilir. Gravür, örneğin sigara paketleri için yüksek kalite istendiğinde kullanılır.

21.7.3.9 Kalın mürekkep filmleri gerektiren ürünler

Serigrafi, karakteristik olarak daha kalın bir film üretir ve bu nedenle aşağıdakiler gibi birçok farklı ürün için kullanılır:

- satış noktası reklamları, posterler, araba çıkartmaları gibi yüksek görsel etki için;
- PVC, polikarbonat veya PET şişeler;
- CD'ler, DVD'ler;
- ısı kullanarak tişörtlere transfer için kağıt üzerine tasarımların basılması;
- bazı uzman duvar kaplamaları;
- "kazı kazan" oyun biletleri için gereken kalın kaplamalar;
- tren biletleri ve kredi kartları üzerindeki manyetik şeritler;
- Baskılı devre kartlarının yapımında dağlama direncinin uygulanması (daha fazla bilgi STM BREF [23, COM 2006]'da mevcuttur);
- tekstil ürünleri.

Serigrafi baskıda basılan alt tabakalar, kendinden yapışkanlı filmlere yapılan baskının yaklaşık %40'ını, plastik (sert plastikler dahil) üzerine baskının %20'sini ve karton üzerine baskının %20'sini oluşturur. İşlemin çoğu, tekstil ve metaller üzerine baskıda da yapılır. Baskı uzunlukları genellikle çok küçüktür ve tüm siparişlerin üçte ikisi 1 000 kopyanın altındadır.

21.7.3.10 Mobilya ve laminasyon endüstrisi için duvar kağıdı, dekoratif kağıt ve kağıt bazlı folyolar

Gravür (ambalaj gravürüne benzer) ve fleksografinin büyük ölçüde ofsetin yerini aldığı duvar kaplamalarını basmak için çeşitli işlemler kullanılır. Birçok ürün de kabartmalıdır ve aynı duvar kaplaması makarasında kullanılan üç işlemin kombinasyonlarını görmek oldukça yaygındır.

Birçok matbaacı, hem vinil kaplı hem de düz kağıtları hem gravür hem de fleksografi ile basmak için aynı mürekkep aralığını kullanır.

21.7.3.11 Zarflar

Zarflar, iç kısım için fleksografi ile ve dış kısım için su veya solvent bazlı mürekkepler kullanılarak basılabilir. Bir makaradan aynı anda baskı, yapıştırma ve kalıp kesim yapılabilir. Alternatif olarak, zarflar ofset ile 'ön baskılı' olabilir ve basılan sayfalar veya basılan makaralar, baskıdan sonra kalıp kesime tabi tutulur. Buna ek olarak, bitmiş zarfın dışına, geleneksel veya UV kurutmalı mürekkepler kullanılarak kağıt beslemeli ofset ile basılabilir.

SÖZLÜK

Bu sözlük, bu belgede yer alan bilgilerin anlaşılmasını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Bu sözlükteki terimlerin tanımları yasal tanımlar değildir (bazıları Avrupa mevzuatında verilen tanımlarla örtüşse bile), okuyucunun, bu belgenin kapsadığı belirli sektördeki kullanımları bağlamında bazı temel terimleri anlamasına yardımcı olunması amaçlanmaktadır.

Bu sözlük aşağıdaki bölümlere ayrılmıştır:

I. ISO ülke kodları
II. Para birimleri
III. Birim önekleri, sayılar ve işaretler
IV. Birimler ve ölçüler
V. Kimyasal elementler
VI. Bu belgede sıklıkla kullanılan kimyasal formüller
VII. Kısaltmalar
VIII. Tanımlar

I. ISO ülke kodları

ISO kodu	Ülke
Üye Devletler ([1])	
AT	Avusturya
BE	Belçika
BG	Bulgaristan
CZ	Çek Cumhuriyeti
CY	Kıbrıs
DE	Almanya
DK	Danimarka
EE	Estonya
EL	Yunanistan
ES	İspanya
FI	Finlandiya
FR	Fransa
HR	Hırvatistan
HU	Macaristan
IE	İrlanda
IT	İtalya
LT	Litvanya
LU	Lüksemburg
LV	Letonya
MT	Malta
NL	Hollanda
PL	Polonya
PT	Portekiz
RO	Romanya
SE	İsveç
SI	Slovenya
SK	Slovakya
Üye olmayan ülkeler	
CH	İsviçre
NO	Norveç
UK	Birleşik Krallık

([1]) Üye Devletlerin protokol sırası, orijinal dil(ler)deki coğrafi adlarının alfabetik sırasına göredir.

II. Para birimleri

Kod([1])	Ülke/bölge	Para birimi
Üye Devlet para birimleri		
EUR	Euro bölgesi ([2])	euro
Diğer para birimleri		
USD	Amerika Birleşik Devletleri	Amerikan Doları

(1) ISO 4217 kodları.
(2) Avusturya, Belçika, Kıbrıs, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Portekiz, Slovakya, Slovenya ve İspanya'yı içerir.

III. Birim önekleri, sayı ayırıcılar ve işaretler

Bu belgedeki sayılar, ondalık ayırıcı olarak ',' karakteri ve binli basamaklar için ayırıcı olarak boşluk kullanılarak yazılmıştır.

~ (yaklaşık) sembolü, yaklaşıklığı belirtmek için kullanılan işarettir.

Aşağıdaki tabloda sık kullanılan önekler verilmiştir:

Sembol	Önek	10^n	İfade	Ondalık Sayı
G	giga	10^9	Milyar	1 000 000 000
M	mega	10^6	Milyon	1 000 000
k	kilo	10^3	Bin	1 000
-------	-------	1	Bir	1
d	desi	10^{-1}	Onda bir	0,1
c	santi	10^{-2}	Yüzde bir	0,01
m	mili	10^{-3}	Binde bir	0,001
µ	mikro	10^{-6}	Milyonda bir	0,000 001

IV. Birimler ve ölçüler

Birim sembolü	Birim adı	Ölçü adı (ölçü sembolü)	Ölçü değişimleri ve açıklamalar
A	amper	Elektrik akımı (*I*)	
kWh	kilovat-saat	Elektrik enerjisi	
atm	normal atmosphere	Basınç (P)	1 atm = 101 325 N/m^2
bar	bar	Basınç (P)	1,013 bar = 100 kPa = 1 atm
°C	derece Celsius	Sıcaklık (T) sıcaklık farkı (ΔT)	
d	gün	Zaman	
g	gram	Ağırlık	
h	saat	Zaman	
Hz	hertz	Frekans (f)	
J	joule	Enerji	
K	Kelvin	Sıcaklık (T) sıcaklık farkı (ΔT)	0 °C = 273,15K
kcal	kilokalori	Enerji	1 kcal = 4,1868 kJ
kg	kilogram	Ağırlık	
kJ	kilojoule	Enerji	
kPa	kilopaskal	Basınç	
kWh	kilovat-saat	Enerji	1 kWh = 3 600 kJ
l	litre	Hacim	
m	metre	Uzunluk	
m^2	metre kare	Alan	
m^3	metreküp	Hacim	
mg	miligram	Ağırlık	1 mg = 10^{-3} g
mm	milimetre		1 mm = 10^{-3} m
min	dakika		
MW_e	megavat elektrik (enerji)	Elektrik enerjisi	
MW_{th}	megavat termal (enerji)	Termal enerji Isı	
nm	nanometre		1 nm = 10^{-9} m
Nm^3	normal metreküp	Hacim	101,325 kPa'da, 273,15 K
Pa	paskal		1 Pa = 1 N/m^2
ppb	milyarda parça	Karışımların bileşimi	1 ppb = 10^{-9}
ppm	milyonda parça	Karışımların bileşimi	1 ppm = 10^{-6}
ppmw	ağırlıkça milyonda parça	Karışımların bileşimi	
ppmv	hacimce milyonda parça	Karışımların bileşimi	
rpm RPM	Dakikadaki devir sayısı	Dönme hızı, frekans	
s	saniye	Zaman	
t	Metrik ton	Ağırlık	1 t = 1 000 kg veya 10^6 g

t/d	günlük ton	Kütle akışı Malzeme tüketimi	
t/yıl	ton/yıl	Kütle akışı Malzeme tüketimi	
V	volt	Gerilim (V) Elektrik potansiyeli	
hacim-% % v/v	hacimce yüzde	Karışımların bileşimi	
ağırlık-% % w/w	ağırlıkça yüzde	Karışımların bileşimi	
W	watt	Güç	1 W = 1 J/s
yıl	yıl	Zaman	
µm	mikrometre	Uzunluk	1 µm = 10^{-6} m

V. Kimyasal elementler

Sembolü	Adı	Sembolü	Adı
Ac	Aktinyum	Mn	Manganez
Ag	Gümüş	Mo	Molibden
Al	Alüminyum	N	Azot
Am	Amerikyum	Na	Sodyum
Ar	Argon	Nb	Niyobyum
As	Arsenik	Nd	Neodimyum
At	Astatin	Ne	Neon
Au	Altın	Ni	Nikel
B	Bor	No	Nobelyum
Ba	Baryum	Np	Neptünyum
Be	Berilyum	O	Oksijen
Bi	Bizmut	Os	Osmiyum
Bk	Berkelyum	P	Fosfor
Br	Brom	Pa	Protaktinyum
C	Karbon	Pb	Kurşun
Ca	Kalsiyum	Pd	Paladyum
Cd	Kadmiyum	Pm	Prometyum
Ce	Seryum	Po	Polonyum
Cf	Kaliforniyum	Pr	Praseodimyum
Cl	Klor	Pt	Platin
Cm	Küryum	Pu	Plütonyum
Co	Kobalt	Ra	Radyum
Cr	Krom	Rb	Rubidyum
Cs	Sezyum	Re	Renyum
Cu	Bakır	Rf	Rutherfordyum
Dy	Disporsiyum	Rh	Rodyum
Er	Erbiyum	Rn	Radon
Es	Einsteinyum	Ru	Rutenyum
Ab	Öropyum	S	Kükürt
F	Flor	Sb	Antimon
Fe	Demir	Sc	Skandiyum
Fm	Fermiyum	Se	Selenyum
Fr	Fransiyum	Sı	Silikon
Ga	Galyum	Sm	Samaryum
Gd	Gadolinyum	Sn	Kalay
Ge	Germanyum	Sr	Stronsiyum
H	Hidrojen	Ta	Tantal
He	Helyum	Tb	Terbiyum
Hf	Hafniyum	Tc	Teknesyum
Hg	Cıva	Te	Tellür
Ho	Holmiyum	Th	Toryum
I	İyot	Ti	Titanyum
In	İndiyum	Tl	Talyum
Ir	İridyum	Tm	Tülyum
K	Potasyum	U	Uranyum
Kr	Kripton	V	Vanadyum
La	Lantan	W	Tungsten
Li	Lityum	Xe	Ksenon
Lr	Lavrensiyum	Y	İtriyum
Lu	Lutesyum	Yb	İterbiyum
Md	Mendelevyum	Zn	Çinko
Mg	Magnezyum	Zr	Zirkonyum

VI. Bu belgede sıklıkla kullanılan kimyasal formüller

Kimyasal formül	Adı (açıklama)
C_6H_6	Benzen
CO	Karbonmonoksit
CO_2	Karbon dioksit
F^-	Florür iyonu
HCl	Hidroklorik asit
HF	Hidrojen florür
NH_3	Amonyak
NO	nitrojen monoksit
NO_2	Nitrojen dioksit
NO_x	Nitrojen oksitler, nitrojen monoksit (NO) ve nitrojen dioksitin (NO_2) toplamı, NO_2 olarak ifade edilir
SO_2	Kükürt dioksit

VII. Kısaltmalar

Kısaltma	Açılımı
AAC-Z	Aktif karbon veya zeolit ile adsorpsiyon
ACEA	Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFERA	Avrupa Yapışkan Bant Derneği
AOX	Adsorbe edilebilir organik olarak bağlı halojenler
ASD	Avrupa Havacılık, Uzay, Savunma ve Güvenlik Endüstrileri
BAT	Mevcut En İyi Teknikler
BAT-AEL	Mevcut En İyi Teknikler - ilişkili emisyon seviyesi
BAT-AEPL	Mevcut En İyi Teknikler - ilişkili performans emisyon seviyesi
BOİ	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
BREF	BAT referans belgesi
BTEX	Benzen, toluen, etilbenzen, ksilen
BWGT	Biyolojik çıkış gazı işleme
CAD	Bilgisayar destekli tasarım
CBN	Kübik bor nitrür
CDC	Katodik daldırma kaplama
CEFIC	Conseil Européen de l'Industrie Chimique (Avrupa Kimya Endüstrisi Konseyi)
CEN	Comité Européen de Normalization (Avrupa Standardizasyon Komitesi)
CHP	Birleşik ısı ve güç (kojenerasyon).
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CMR	Kanserojen, mutajenik, reprotoksik
CO	Katalitik oksidasyon
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı
CEPE	Avrupa Boya, Baskı Mürekkebi ve Sanatçı Renkleri Endüstrisi Konseyi
DEFRA	Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı (Birleşik Krallık)
DEHP	Bis(2-etilheksil) ftalat
DIN	Deutsches Institut für Normung (Alman Ulusal Standardizasyon Kuruluşu)
DMF	N,N-dimetilformamid
DPF	Kuru partikül filtresi
DS(l)	Kireç ile kuru ovalama
EB	Elektron ışını
ECCA	Avrupa Bobin Kaplama Derneği
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
EEB	Avrupa Çevre Bürosu
EF	Emisyon faktörleri
EEA	Avrupa Çevre Ajansı
ELV	Emisyon sınır değeri
EMAS	Eko-Yönetim ve Denetim Programı (1221/2009 Sayılı Konsey Tüzüğü (EC))
EMS	Çevre Yönetim Sistemi.
EN	Avrupa Normu (EN standartları)
EOE	Kolay açılır uçlar
EPA	Çevre Koruma Ajansı (ABD)
EPDM	Etilen-propilen-dien monomer
EPF	Avrupa Panel Federasyonu
E-PRTR	Avrupa Kirletici Salım ve Taşıma Kaydı
EQS	Çevre kalite standardı
ERA	Avrupa Rotogravür Derneği
ESIG	Avrupa Solventleri Endüstri Grubu
ESP	Elektrostatik filtre
ESTA	Elektrostatik uygulama
ESVOCCG	Avrupa Solventleri Uçucu Organik Bileşikler Koordinasyon Grubu
AB	Avrupa Birliği
EU-15	Mayıs 2004'ten önce Avrupa Birliği Üye Devletleri
EU-25	1 Mayıs 2004'ten 31 Aralık 2006'ya kadar Avrupa Birliği Üye Devletleri
EU-27	1 Ocak 2007'den 30 Haziran 2013'e kadar Avrupa Birliği Üye Devletleri
EU-28	1 Temmuz 2013'ten 31 Ocak 2020'ye kadar Avrupa Birliği Üye Devletleri
EURATEX	Avrupa Hazır Giyim ve Tekstil Konfederasyonu
EVA	etilen vinil asetat
EWPM	Avrupa Ahşap Koruyucu Üreticileri Grubu
FID	Alev iyonizasyon dedektörü/algılaması

FM	Filtre matı
FPE	Esnek Ambalaj Avrupa
GDP	Gayri safi yurtiçi hasıla
GRT	Kayıtlı brüt tonaj
GT	Brüt ton
HBS	Yüksek kaynama noktalı solventler
HDF	Yüksek yoğunluklu lif
HF	Yüksek frekans
HP	Yüksek basınç
HVLP	Yüksek hacimli düşük basınçlı
HVAC	Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme
IBC	Dökme yük konteyneri
IED	Endüstriyel Emisyon Direktifi (2010/75/EU)
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
IMO	Uluslararası Denizcilik Örgütü
INTERGRAF	Avrupa Baskı ve Dijital İletişim Federasyonu
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
IPA	İzopropil alkol, propan-2-ol (izopropanol olarak da adlandırılır)
IPPC	Entegre kirlilik önleme ve kontrol
IR	Kızılötesi
LCP	Büyük yakma tesisi
LP	Düşük basınç
LWC	Düşük ağırlık kaplamalı
MDF	Orta yoğunlukta lif (levha)
MEK	Metil etil keton
MF	Mikrofiltrasyon
MPE	Metal Ambalaj Avrupa
MS	(Avrupa Birliği) Üye Devlet
NA	Geçerli değil VEYA mevcut değil (bağlama göre)
NACE	Nomenclature des Activités Economiques (Avrupa'daki ekonomik faaliyetlerin istatistiksel sınıflandırması)
NC	Nitroselüloz
NEOE	Kolay açılmayan uçlar
NF	Nanofiltrasyon
STK	Sivil toplum kuruluşu
Nİ	Bilgi verilmemiştir
NIR	Yakın kızılötesi
NMP	n-Metil-pirolidon
NMVOC	Metan olmayan uçucu organik bileşik (bk. VOC)
NOC	Normal Çalışma Koşulları
NP/NPE	Nonilfenol ve nonilfenol etoksilatlar
NR	Doğal kauçuk
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
OEL	Mesleki maruziyet sınırı
OEM	Orijinal Ekipman Üreticisi
OFP	Ozon oluşturma potansiyeli
ORGALIM	Avrupa'nın Teknoloji Endüstrileri
PA	Poliamid
PAH'lar	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
PBT'ler	Kalıcı, biyobirikimli ve toksik maddeler
PCP	Pentaklorofenol
PCDD/F'ler	Poliklorlu dibenzodioksinler/dibenzofuranlar
PE	Polietilen (polietilen)
PET	Polietilen tereftalat
PID	Fotoiyonizasyon detektörü
PM	Partikül madde
POP	Kalıcı organik kirletici
PP	Polipropilen
PS	Polistiren
PTFE	Politetra floro etilen
PU veya PUR	Poliüretan
PVA (veya PVAC)	Polivinil asetat
PVB	Polivinil bütirat

PVC	Polivinil klorür
PVdF (veya PVF_2)	Poliviniliden diflorür
PVF	Polivinil florür
RA	Buharlaşma hızı
RecTO	Reküperatif termal oksidasyon
RH	Bağıl nem
ROI	Yatırım getirisi
RTO	Rejeneratif termal oksitleyici (ikili, üç veya beş yataklı)
SBR	Bütadien stiren kopolimer
SBS	Stiren bütadien stiren (blok kopolimer)
SEA SMRC	Gemiler ve Denizcilik Ekipmanları Derneği
SIS	Stiren izopren stiren (blok kopolimer)
SME	Küçük ve orta ölçekli işletme(ler)
SMB	Solvent kütle dengesi
SMP	Solvent yönetim planı (IED, Ek VII, Bölüm 2)
STP	Standart sıcaklık ve basınç
TBT	Tribütiltin
TEQ	Toksisite eşdeğerleri (iTEQ: uluslararası toksisite eşdeğerleri)
TGIC	Triglisidil izosiyanürat: toz boya kaplamalarda kullanılan mutajenik bir madde.
TO	Termal oksitleyici
TOC	Toplam organik karbon
TPM	Toplam partikül malzeme
AKM	Toplam askıda katı madde
TVOC	Toplam uçucu organik karbon
TWG	Teknik Çalışma Grubu
UF	Ultrafiltrasyon
UF	Üre formaldehit
UBA	Umweltbundesamt – Federal Çevre Ajansı (Almanya veya Avusturya'da)
UP	Doymamış polyester
UV	Ultraviyole
VCA	Sebze temizleme maddesi
VHR	Buhar tehlike oranı
VOC	Uçucu organik bileşik
WEI	Avrupa Ahşap Koruma Enstitüsü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WPA	Ahşap Koruma Derneği
WS	Islak yıkayıcı
WW	Sargı teli
WWT(P)	Atık su işleme (tesisi)

VIII. Tanımlar

1K / 2K	Genellikle boyalar için kullanılan ve bir / iki bileşen içeren
Asit	Bir proton verici: Su çözeltisinde hidrojen iyonlarını serbest bırakan bir madde.
Aerobik	Oksijen varlığında meydana gelen biyolojik bir süreç.
Alkali (baz)	Bir proton alıcısı. Su çözeltisinde hidroksit iyonlarını serbest bırakan bir madde.
Anaerobik	Oksijen yokluğunda meydana gelen biyolojik bir süreç.
ATEX	Atmosferik patlayıcılar (Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin, potansiyel olarak patlayıcı ortamlarda kullanıma yönelik ekipman ve koruyucu sistemlere ilişkin Üye Devletlerin yasalarının yakınlaştırılmasına ilişkin 23 Mart 1994 tarihli ve 94/9/EC sayılı Direktifine göre).
Baz kat	Bir alt tabakaya uygulandığında rengi ve etkiyi belirleyen boya (ör. metalik, sedefli).
Toplu boşaltma	Ayrı, muhafaza edilen su hacminin boşaltılması.
Biyosidal ürün(ler)	Sadece fiziksel veya mekanik eylem dışında herhangi bir yolla herhangi bir zararlı organizmayı yok etmek, caydırmak, zararsız kılmak, hareketini engellemek veya başka bir şekilde kontrol edici bir etki uygulamak amacıyla bir veya daha fazla etken maddeden oluşan, bunları içeren veya üreten, kullanıcıya sunulduğu biçimdeki her türlü madde veya karışım (2012/528/EU sayılı Direktifin 3(1) Maddesinde tanımlanan biyosidal ürün).
Biyobozunur	Mikroorganizmalar tarafından fiziksel ve/veya kimyasal olarak parçalanabilen. Örneğin, birçok kimyasal, yemek artıkları, pamuk, yün ve kağıt biyobozunur niteliktedir.
BIW, beyaz gövde	Araç imalat endüstrisinde standart bir terimdir ve aracın yağından arındırılmadan, daldırılmadan ve boyanmadan önceki çıplak metal kabuğunu ifade eder.
Mavi leke	CEN standardı EN 1001-2'ye göre (Ağustos 2005): renk değişikliğinin soluk maviden siyaha kadar değiştiği, mantarların neden olduğu leke. Genellikle belirli türlerin diri odununu etkiler.
Kullanılan ahşapta mavi leke	CEN standardı EN 1001-2'ye göre (Ağustos 2005): ahşap hücrelerde pigmentli hifli mantarların büyümesinin bir sonucu olarak kullanılan ahşabın diri odununun lekelenmesi.
Mavi lekenin giderilmesi	Mavi lekeye karşı koruma işlemi (yukarıya bakınız).
C	Kreozot (tesis) için kullanılan kısaltma
CAFE	Avrupa İçin Temiz Hava: AB'nin hava kirliliği konusundaki tematik stratejisinin temelini oluşturan program.
CAS numarası	Chemical Abstracts Service (CAS) tarafından organik veya inorganik her kimyasal maddeye atanan benzersiz bir sayısal tanımlayıcı, ör. 872-50-4 (NMP için). Maddeleri açıkça tanımlamak üzere SDS'lerde (güvenlik veri formları) yer alır.
Vernik	Bir alt tabakaya uygulandığında koruyucu, dekoratif veya belirli teknik özelliklere sahip katı şeffaf bir film oluşturan kaplama malzemesi.
CMR (madde)	H340, H341, H350, H351, H360 veya H361 (kategori 1A, 1B veya 2) tehlike ifadelerini taşıyan kanserojen, mutajenik veya üreme açısından toksik olarak sınıflandırılan maddeler; *Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanmasına (CLP) ilişkin 1272/2008 sayılı Tüzüğe (EC) bakınız.*
CMR-VOC	Yönetmelik (EC) No 1272/2008 uyarınca, uçucu organik bileşikler içermesi nedeniyle kanserojen, mutajen veya üreme için toksik olarak sınıflandırılan, H340, H350, H350i, H360D, H360F veya halojenli VOC tehlike ifadeleri atanan veya taşıması gereken ve H341 veya H351 tehlike ifadeleri atanan veya taşıması gereken maddeler veya karışımlar *(Ayrıca bk. IED Madde 58 ve IED, Ek VII, Bölüm 4).*
Birleşik hat	Aynı işlem hattında sıcak daldırma galvanizleme ve bobin kaplamanın kombinasyonu.
Kompozit numune	İstenen bir özelliğin ortalama sonucunun elde edilebileceği bilinen uygun oranlarda karıştırılan/harmanlanan iki veya daha fazla numune veya spot numune (ayrı ayrı veya sürekli olarak).

Muhafaza, muhafaza alanı	(İkincil) muhafaza, tank konteynerinde bulunan doğal korumaya ek olarak depolama tankından salınanlara karşı ek koruma anlamına gelir. Çift tank dipleri (sadece yer üstü tanklar için), çift kabuklu ve çift cidarlı tanklar ve tankların altındaki toprak yüzeyine yerleştirilen geçirimsiz bariyerler gibi tank konstrüksiyonunun bir parçası olan, sızıntılara yönelik iki ana tip ikincil muhafaza vardır. [44, COM 2006].
Sürekli ölçüm	EN 14181'e göre emisyonların sürekli izlenmesi için sahada kalıcı olarak kurulan otomatik bir ölçüm sistemi kullanılarak ölçüm.
Çapraz ortam etkileri	Bir tekniğin uygulanmasından kaynaklanan ilgili olumsuz çevresel etkiler, bir bütün olarak çevre üzerindeki etkiyi değerlendirmek için teknikler arasında bir karşılaştırmaya olanak tanır. Ayrıca bk. 2012/119/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararı, Madde 2.3.7.2.5.
CSBR	Karboksillenmiş stiren bütadien stiren blok kopolimer
Doğrudan boşaltma	Atık suyun, daha fazla işlenmeden (aşağı yönlü) alıcı su kütlesine boşaltılması.
Damlama tepsisi	Dökülmeleri ve damlamaları toplamak için kullanılan tepsi veya tava benzeri alet.
DWI	Germe ve yüzey incelterek çekme: metal ambalaj endüstrisinde kullanılan bir kutu türüdür.
Atık	Emisyon oluşturan fiziksel sıvı (kirleticilerle birlikte hava veya su).
EGTEI	Bk. Ek 21.3.1. EGTEI ana sayfası: http://www.citepa.org/forums/egtei/egtei_index.htm
ELV	Emisyon sınır değeri: Belirli özgül parametreler, konsantrasyon ve/veya bir emisyon seviyesi cinsinden ifade edilen ve bir veya daha fazla sürede aşılmaması gereken kütle.
EMEP	Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı (https://www.emep.int /).
Emisyon	Tesisteki münferit veya dağınık kaynaklardan maddelerin, titreşimlerin, ısının veya gürültünün havaya, suya veya toprağa doğrudan veya dolaylı olarak salınması.
'Boru çıkışı' tekniği	Bazı ek işlemlerle nihai emisyonları veya tüketimi azaltan, ancak ana işlemin temel işleyişini değiştirmeyen bir teknik. Eş anlamlılar: 'ikincil teknik', 'azaltma tekniği'. Zıt anlamlı sözcükler: 'sürece entegre teknik', 'birincil teknik' (bir şekilde temel sürecin çalışma şeklini değiştirerek emisyonları veya tüketimi azaltan bir teknik).
Çevresel ayak izi	Bir ürünün, işlemin veya işletmenin çevreye yüklediği yükün veya etkinin ölçüsü. Bunlar aşağıda verilmiştir: • enerji, hammadde ve su tüketimi; • hava, su, yeraltı suyu ve toprağa emisyonlar ve atık olarak; • gürültü ve titreşimler, koku emisyonları; • maddi mülkiyete verilen hasar ve olanaklara ve çevrenin diğer meşru kullanımlarına bozulma veya müdahale.
Düz tonlama	Yarım ton veya süs uygulamalarının aksine, hepsi aynı boyutta olan yarı tonlu noktalar içeren basılı alan. Düz tonlamalara genellikle sadece 'tonlama' olarak adlandırılır.
Flokülasyon	Floklardaki küçük parçacıkların daha büyük parçacıklar halinde toplandığı, böylece ağırlıklarının işleme tankının dibine çökmelerine neden olduğu hafif karıştırmayı içeren atık su işleme uygulaması.
Kaçak emisyon	Bu belgede IED tanımı kullanılmaktadır: Ek VII, Bölüm 2'de aksi belirtilmedikçe, herhangi bir üründe bulunan solventlerin yanı sıra havaya, toprağa ve suya uçucu organik bileşiklerin atık gazlarında olmayan emisyonlar; pencereler, kapılar, havalandırmalar ve benzeri açıklıklar aracılığıyla dış ortama salınan yakalanmamış emisyonları içerir (ayrıca bk. atık gaz).
Sınıf B veya C kreozot	EN 13991'de özellikleri verilen kreozot türleri.
Altı değerlikli krom	Cr(VI) olarak ifade edilen altı değerlikli krom, kromun +6 oksidasyon durumunda (çözünmüş veya partiküllere bağlı) olduğu tüm krom bileşiklerini içerir.
HOI	Hidrokarbon yağ indeksi, bir hidrokarbon solvent ile özütlenebilen bileşiklerin toplamı (uzun zincirli veya dallı alifatik, alisiklik, aromatik veya alkil ikameli aromatik hidrokarbonlar dahil).
Dolaylı boşaltma	Doğrudan olmayan boşaltma.

Tesis	2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'inde listelenen bir veya daha fazla faaliyetin yanı sıra ve Ek I'de listelenen bir faaliyetle teknik bağlantısı olan ve emisyonlar ve kirlilik üzerinde etkisi olabilecek diğer doğrudan ilişkili faaliyetlerin yürütüldüğü sabit teknik birim
K1 **K2** **K3**	Parlama noktasına göre Hollanda ve Belçika'da kullanılan yanıcılık göstergesi: • K1: < 21 °C; • K2: 21-55 °C; • K3: > 55 °C.
LEL	Alt patlama sınırı – bir tutuşturma kaynağının mevcudiyetinde alev alabilen havadaki bir gaz veya buharın en düşük konsantrasyonu (yüzdesi). LEL'den daha düşük konsantrasyonlar, yanamayacak kadar zayıftır. Alt yanma sınırı (LFL) olarak da adlandırılır.
LoD **(tespit sınırı)**	Bir numunenin, hiçbir belirleyici içermeyen boş bir numuneden farklı olduğunun, belirtilen bir güven düzeyiyle teyit edilebildiği çıkış sinyali veya konsantrasyon değeri.
LoQ **(ölçüm sınırı)**	Kabul edilebilir bir doğruluk ve kesinlik düzeyi ile makul bir şekilde belirlenebilen bir belirleyici konsantrasyonunda tespit sınırının belirtilen bir katı. Ölçüm sınırı, uygun bir standart veya numune kullanılarak hesaplanabilir ve boş hariç, kalibrasyon eğrisindeki en düşük kalibrasyon noktasından elde edilebilir.
MKM	Bir Çevresel Maliyet Modeli (MilieuKostenModel), bk. Ek 21.3.2.
İzleme	Sistematik, periyodik veya noktasal gözetim, muayene, numune alma ve ölçüm veya diğer değerlendirme yöntem prosedürlerine (yayılan kirleticilere ilişkin yayılan miktarlar ve/veya eğilimler hakkında bilgi sağlamaya yönelik) dayalı olarak, bir emisyonun veya başka bir parametrenin gerçek değerini ve varyasyonlarını değerlendirmeyi veya belirlemeyi amaçlayan süreç.
Naftalin	C10H8 formülüne sahip organik bileşik. En basit polisiklik aromatik hidrokarbondur.
Nikel	Ni olarak ifade edilen nikel, çözünmüş veya partiküllere bağlı tüm inorganik ve organik nikel bileşiklerini içerir.
NP (1 - 6)	EN 351'de tanımlanan penetrasyon sınıfı (Koruyucu penetrasyon ve tutma sınıflandırması). EN 351, koruyucu uygulanmış ahşabın koruyucu nüfuz etme açısından sınıflandırmasını belirler ve tutma sınıflandırmasına ilişkin rehberlik sağlar. Bunlar, belirli ürünler için koruyucu işlemleri belirlemek için bir temel olarak kullanılabilir.
Dikdörtgen (oblong)	Konserve yapımına ilişkin olarak: üst ve alt uçların köşeleri yuvarlatılmış dikdörtgen şeklinde olan, genel hatlı bir konteynerin şeklini ifade eder.
ODP	Ozon inceltme potansiyeli: Bir bileşiğin ne ölçüde ozon incelmesine neden olabileceğini gösteren bağıl bir endeks.
Çıkış gazı	Bir işlemden, ekipmandan veya alandan çıkarılan ve işlenmek üzere yönlendirilen veya bir baca yoluyla doğrudan havaya boşaltılan gaz.
Operatör	Tesisi işleten veya kontrol eden veya ulusal mevzuatta öngörüldüğü takdirde, tesisin teknik işleyişi üzerinde belirleyici ekonomik gücün devredildiği herhangi bir gerçek veya tüzel kişi.
Organik solvent	2010/75/EU sayılı Direktifin 3(46) Maddesinde tanımlanan organik solvent.
Organik bileşik	2010/75/EU sayılı Direktifin 3(44) Maddesinde tanımlanan organik bileşik.
OTNOC	Normal çalışma koşulları dışında. IED'nin 14 (f) Maddesi, normal çalışma koşulları dışındaki başlatma ve kapatma işlemleri, sızıntılar, arızalar, anlık duruşlar ve faaliyetlerin kesin olarak durdurulmasını ifade eder.
Ozon tabakasının incelmesi	Ozon moleküllerini katalitik olarak parçalayan klor ve/veya brom içeren belirli bileşiklerin (ör. kloroflorokarbonlar) fotolitik parçalanmasının neden olabileceği, stratosferik ozon tabakasının tahrip edilmesi.
Tesis	2010/75/EU sayılı Direktif'teki Ek I'in 6.7 veya 6.10 maddelerinde listelenen faaliyeti ve tüketim ve/veya emisyonlar üzerinde etkisi olan diğer doğrudan ilişkili faaliyetleri gerçekleştiren bir tesisin tüm bölümleri. Tesisler yeni veya mevcut tesisler olabilir.

Kirletici	Çevreye zarar verebilecek veya çevreyi etkileyebilecek bireysel madde veya madde grubu.
Ön ürün	Nihai ürün olmayan ancak ayrı olarak işlenen ve kaplanan bir iş parçası. Bu belgede, örneğin, bir teneke kutu oluşturmak için uç parçaların şekillendirilmesinden ve eklenmesinden önce kaplanabilen ve/veya basılabilen düz levhalar.
Astar kat	Hazırlanmış bir yüzeyde katman olarak kullanılmak, iyi yapışma sağlamak, alttaki katmanları korumak ve yüzey düzensizliklerini doldurmak için formüle edilmiş boya.
Birincil önlem/teknik	Bir şekilde temel sürecin çalışma şeklini değiştiren, böylece ham emisyonları veya tüketimi azaltan bir teknik (bk. boru çıkışı tekniği).
RAINS	Avrupa için Bölgesel Hava Kirliliği Bilgileri ve Simülasyonu. Bk. Ek 21.3.2 Bu belgede RAINS'den söz edilen yerlerde, RAINS sürümü CP_CLE_Aug04(Nov04) şeklindedir. RAINS-VOC modelinde kullanılan verilere ilişkin inceleme için: http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb /
REACH	1999/45/EC sayılı Direktifi tadil eden ve 793/93 sayılı Konsey Tüzüğü (AET) ile 1488/94 sayılı Komisyon Tüzüğü'nün (EC) yanı sıra 76/769/EEC sayılı Konsey Direktifi ve 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC ve 2000/21/EC sayılı Komisyon Direktiflerini yürürlükten kaldıran, Avrupa Kimyasallar Ajansını kuran, Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması (REACH) ile ilgili 18 Aralık 2006 tarihli ve (EC) 1907/2006 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü.
Referans koşulları	Standart metinden - 18. Bölüme bakınız.
İlk seferde doğru	Ürün kalitesinin asgari sayıda tamamlanmış ürün içinde doğru olmasını sağlamak için üretim yönetimi kalite kontrol tekniği.
Bitki özü lekesi	CEN standardı EN 1001-2'ye göre (Ağustos 2005): besinlerini hücre içeriğinden alan ancak ahşabın önemli ölçüde ayrışmasına neden olmayan mikro mantarların büyümesinden kaynaklanan, ahşap renginin solması. Gelişimi esas olarak yeşil kerestenin (yeni kesilmiş kereste) diri odunuyla sınırlıdır.
Bitki özü lekesinin giderilmesi	Bitki özünü lekeleyen mantarlara karşı yeşil ahşaba uygulanan geçici nitelikte koruyucu işlem.
İkincil önlem/teknik	Boru çıkışı tekniğine bakınız.
Sektör	2010/75/EU sayılı Direktif, Ek I, Madde 6.7 veya 6.10'da listelenen faaliyetlerin bir parçası olan yüzey işleme faaliyetlerinden herhangi biri.
Hassas alıcı	Özel korumaya ihtiyaç duyan alanlar, örneğin: - yerleşim bölgeleri; - insan faaliyetlerinin yürütüldüğü alanlar (ör. işyerleri, okullar, kreşler, dinlenme yerleri, hastaneler veya bakım evleri).
Katı kütle girdisi	2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 5, 3(a)(i)'de tanımlandığı şekilde kullanılan katıların toplam kütlesi.
Solvent girdisi	2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Madde 7, 3(b)'de tanımlandığı şekilde kullanılan organik solventlerin toplam miktarı.
Solvent bazlı (SB)	Taşıyıcı olarak solvent(ler) kullanan boya, mürekkep veya diğer kaplama malzemesinin türü. Ahşap ve ahşap ürünlerin muhafazası için kullanılan işleme kimyasallarının çeşidini ifade eder.
Solvent bazlı karışım (SB karışımı)	Kaplama katmanlarından birinin su bazlı (WB) olduğu solvent bazlı kaplama.
Solvent kütle dengesi (SMB)	2010/75/EU sayılı Direktif, Ek VII, Bölüm 7'ye göre yılda en az bir kez gerçekleştirilen bir kütle dengesi çalışması.
SOMO 35	İstatistiksel terim: 35 ppb'nin üzerindeki ozon ortalama değerlerinin toplamı.
Özgül emisyon	Üretim kapasitesi veya fiili üretim (ör. ton başına veya üretilen birim başına kütle) gibi bir referans esasına ilişkin emisyon.

SVHC (çok yüksek önem arz eden maddeler)	REACH Tüzüğü kapsamında izne tabi olması (ör. Ek XIV'e dahil edilmesi) önerilen maddeler. Madde 57'ye göre, bunlar şu maddeler olabilir: CMR (kategori 1A veya 1B), PBT (kalıcı, biyobirikimli ve toksik), vPvB (çok kalıcı ve çok biyobirikimli) veya eşdeğer düzeyde önem taşıyan ELoC (endokrin bozucu). *(1907/2006 sayılı Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanmasına (REACH) ilişkin Tüzüğe (EC) bakınız).*
Yüzeyde akan su	Asfaltlanmış sokaklar ve depolama alanları, çatılar vb. gibi toprak veya geçirimsiz yüzeyler üzerinde akan ve zemine nüfuz etmeyen yağıştan kaynaklanan su.
İşleme kimyasalları	Biyositler, su geçirmezlik için kullanılan kimyasallar (ör. yağlar, emülsiyonlar) ve alev geciktiriciler gibi ahşap ve ahşap ürünlerinin korunmasında kullanılan kimyasallar; bu aynı zamanda aktif maddelerin (ör. su, solvent) taşıyıcısını da içerir.
Toplam emisyonlar	2010/75/EU sayılı Direktifin 57(4) Maddesinde tanımlandığı şekilde kaçak emisyonların ve atık gazlardaki emisyonların toplamı.
İşleme alanı	Ahşabın ve ahşap ürünün kimyasallarla korunması için, işleme alanı; işleme tankları, çalışma tankları, ilgili boru tesisatı, tam ray hattından (ve/veya araçlar için erişim yolları, kamış yükleme/taşıma alanı) oluşan işleme tankı yükleme alanı ve işleme sonrası kurutma alanından oluşur.
İşleme tankı	Koruyucu işleme için kullanılan bir daldırma tankı, bir akıtma tankı veya bir otoklav.
TWG	BREF belgelerini hazırlamaktan veya incelemekten sorumlu, Üye Devletleri, endüstrileri, sivil toplum kuruluşlarını (STK'lar) ve Komisyonu temsil eden teknik uzmanlardan oluşan teknik çalışma grubu.
UC (1 - 5)	Sınıf EN 335'te tanımlandığı şekilde kullanılır. EN 335'te, ahşap ve ahşap bazlı ürünlerin maruz kalabileceği farklı kullanım durumlarını temsil eden beş kullanım sınıfı tanımlanmıştır.
Vernik	Vernikler, bir yağda veya solventte veya başka bir uçucu sıvıda çözülmüş reçineli maddeden oluşan müstahzarlardır. Ahşap, metal vb. yüzeylere uygulandığında kurur ve sert, az çok parlak, genellikle şeffaf bir kaplama bırakır.
Su bazlı (WB)	Solvent içeriğinin tamamının veya bir kısmının yerini suyun aldığı boya, mürekkep veya diğer kaplama malzemesi türü. Ahşap ve ahşap ürünlerin korunmasına ilişkin olarak işleme kimyasallarının türünü ifade eder.
Atık gaz	Bu belgede IED tanımı kullanılmaktadır: uçucu organik bileşikler veya diğer kirleticileri içeren bir bacadan veya azaltma ekipmanından havaya nihai gaz boşaltımı.
WFD	Su Çerçeve Direktifi: 2000/60/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi, su politikası alanında Topluluk faaliyetine yönelik bir çerçeve oluşturur.
Beyaz ispirto	CAS No: 8052-41-3. Mineral ispirtolar, yüksek yanmalı nafta, petrol damıtma fraksiyonları, Stoddard solvent, petrol damıtma ürünleri olarak da bilinir. Boya inceltici, yağ giderici ve temizlik maddesi olarak kullanılır. 15-20 (ağırlıkça) aromatik C7-C12 hidrokarbon içeriği ve 130-230 °C kaynama aralığı ile doymuş alifatik ve alisiklik C7-C12 hidrokarbonların bir karışımıdır. C9-C11 hidrokarbonları (alifatikler, alisiklikler ve aromatikler), toplamın > %80'ini (ağırlıkça) oluşturarak en bol miktarda bulunur. Sınıfa göre yanma noktası (fp) ve kaynama noktası (başlangıç, bp): • düşük yanma derecesi: fp 21-30 °C, bp 130-144 °C; • düzenli yanma derecesi: fp 31-54 °C, bp 145-174 °C; • yüksek yanma derecesi: fp => 55 °C, bp 175-200 °C. [136, WHO_IPCS 1996]
Çalışma tankı	Basınç işlemlerinde koruyucu solüsyon için ara depolama tankı. Koruyucu madde, dökme tanktan veya konteynerlerden çalışma tankına ve oradan da işleme tankına beslenir.
Çinko	Zn olarak ifade edilen çinko, çözünmüş veya partiküllere bağlı tüm inorganik ve organik çinko bileşiklerini içerir.

KAYNAKLAR

[1] INTERGRAF ve EGF, *Baskı ve Çevre, Baskı Endüstrilerinde BAT Kılavuzu*, 1999.

[2] IFARE ve diğ., *Taşıtlarda (kamyon, kamyon kabini, otobüs) boya uygulaması ve ahşap kaplama*, 2002.

[3] IMPEL, *İyi uygulama bilgi formu - BASKI MAKİNELERİ, Avrupa Birliği Çevre Yasasının Uygulanması ve Yürütülmesi Ağı, Antal Sidor 42*, 2000.

[4] Almanya, *Belirli Endüstriyel Faaliyetlerde Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü; Giydirme, Emprenye, Baskı, Kaplama için organik solventler kullanan Yüzey İşleme Tesisleri. Bölüm I: Giydirme, Emprenye, Kaplama, Federal Çevre Ajansı, Berlin, finansman no. 200 94 324*, 2002.

[5] DFIU ve diğ., *Almanya'da Boya ve Yapışkan Uygulamaya İlişkin Mevcut En İyi Teknikler (BAT). Cilt I: Boya Uygulaması", Deutsch-Franzosisches Institut f Umweltforschung/Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement, Cilt I.*, 2002.

[6] DFİU ve diğ., *Almanya'da Boya ve Yapıştırıcı Uygulamasına İlişkin Mevcut En İyi Teknikler (BAT). Cilt II: Yapıştırıcı Uygulaması", Deutsch-Franzosisches Institut für mweltforschung/Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement.*, 2002.

[7] Almanya, *Belirli Endüstriyel Faaliyetlerde Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü; Giydirme, Emprenye, Baskı, Kaplama için organik solventler kullanan Yüzey İşleme Tesisleri. Bölüm II: Baskı. Federal Çevre Ajansı, Berlin, 200 94 324.,* 2003.

[8] İskandinav Bakanlar Konseyi, *Baskı endüstrisinde mevcut en iyi teknikler (BAT), İskandinav Bakanlar Konseyi, TemaNord 1998:593,* 1998.

[9] VITO, *Beste Beschikbare Technieken voor de Grafische Sector, BBTkenniscentrum Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek,* 1998.

[11] InfoMil, *T10 Ortam bilgileri Scheepsbouw ve onarım, Versie 2,* 2003.

[12] Hollanda, *Milieuhandboek Grafische Industry*, 1996.

[13] Aminal ve diğ., *Evaluatie emissiereductiepotentieel voor VOS-emissies van de grafische sector, deel 1, Aminal. Afdeling Algemeen Milieubeleid, 00.1688*, 2002.

[14] Aminal ve diğ., *Evaluatie van het reductiepotentieel voor VOS emissies naar het compartiment lucht en de problematiek van de implementatie van de Europese richtlijn 99/13/EG in de grafische sector in Vlaanderen; deel 3", Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid*, 2002.

[15] CITEPA, *Sektörle ilgili Taslak Arka Plan Belgesi: Yayın gravürü,* 2003.

[16] Aminal ve diğ., *Esnek ambalajda kaçak solvent emisyonları için ölçüm yöntemi*, 2002.

[18] ABD EPA ve diğ., Baskı endüstrisinde kirliliğin önlenmesi - kirliliğin önlenmesi teknik yardım sağlayıcıları için kılavuz (http://www.p2p bir ys.org/ref/03/02453 /), 2003.

[19] Austria, *Stand der Technik bei ausgewählten Anlagen zur Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*, 2003.

[22] ECCA, *Bobin kaplama endüstrisi bir metal yüzey işlemi (organik kaplama), IPPC Mart 2004, sayı 4,* 2004.

[23] COM, *Metallerin ve Plastiklerin Yüzey İşlemesi için Mevcut en iyi Teknikler (BAT) Referans Belgesi (STM BREF)*, 2006.

[24] ESIG, *VOC emisyon yönetimi kılavuzu*, 2000.

[25] GEPVP ve diğ., *Ayna imalatı*, 2004.

[26] CITEPA, *Sektörle ilgili Son Arka Plan Belgesi: EGTEI çerçevesinde Araç Kaplama*, 2003.

[28] EWWG, *Sargı Teli Endüstrisinde BAT olarak dikkate alınması gereken Teknikler, Europacable'ın Sargı Teli iş Grubu*, 2004.

[29] UKDEFRA, *Sektör Kılavuzu IPPC SG6; Organik Solvent Sektörü Kullanılarak A2 Yüzey İşlemeye İlişkin Dışişleri Bakanı Kılavuzu, Çevre Gıda ve Köyişleri Bakanlığı, Ekim 2003*, 2003.

[31] COM, Kimya Sektöründe Yaygın Atık Su ve Atık Gaz İşleme/Yönetim Sistemlerine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler (BAT) Referans Belgesi (CWW BREF), Avrupa Komisyonu, JRC IPTS EIPPCB, 2016.

[32] ACEA Katkısı STS BREF, Mayıs, 2004

[34] Almanya, 'Görev raporu: Rexam, Berlin', Kişisel İletişim, 2003.

[37] Jansen, VOC azaltma Çalıştayı, Sevilla, 15/11/2004, 2005.

[38] TWG, TWG'nin STS taslağı 1 hakkındaki derlenmiş yorumları, Ekim 2004, 2004.

[39] SEFEL, VOC azaltma Çalıştayı, Sevilla, 15/11/04 - Taslak Sonuçlar Üzerine Yorumlar, 2004.

[40] EWWG, *Bölüm 3 Sargı Tellerine STS BREF güncellemesi*, 2004.

[41] ISACOAT, *ISACOAT Workpackage 3.5, DFIU / IFARE, Karlsruhe Üniversitesi*, 2004.

[42] Envirowise, uygun temizlik ile solvent kullanımının azaltılması, GG413 (solventler için uygun temizlik önlemlerini günceller ve değiştirir, GG28), 2003.

[43] Envirowise, *solventlerin izlenerek maliyetlerin düşürülmesi*, 1998.

[46] Fransa, *Yüzey İşleme - Atık Su İşleme, Agence de l'Eau Rhone-Mediterranée-Corse, 2-9506252-3-1 (EN), 2-9506252-2-3 (FR)*, 2002.

[47] AB, 'Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanmasına (REACH) ilişkin 18 Aralık 2006 tarih ve 1907/2006 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü', *Avrupa Birliği Resmi Gazetesi*, Cilt. L 396, 30.12.2006, 2006, s. 1-849.

[48] VİTO, *STS BREF için Flaman BAT azaltma önlemleri*, 2005.

[50] COM, *Ekonomi ve Ortam Medya Etkileri Referans Belgesi (ECM REF)*, Avrupa Komisyonu, JRC IPTS EIPPCB, 2006.

[52] COM, Ömrünü tamamlamış araçlara ilişkin 18 Eylül 2000 tarihli ve 2000/53/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi, OJ L 269, 2000.

[53] COM, Elektrikli ve elektronik ekipmanlarda belirli tehlikeli maddelerin kullanımının kısıtlanmasına ilişkin 27 Ocak 2003 tarihli ve 2002/95/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi, OJ L 37, 2003.

[56] ACEA, Tampon kaplaması için BAT önerisi, Versiyon 2, 12.04.05, 2005.

[57] VDI, *Ahşap sorunları - rapor 3462*, 2005.

[62] Verspoor ve diğ., 'Yakma maliyetleri', Kişisel İletişim, 2005.

[66] AEA ve diğ., *İklim değişikliğinin etkileri ve maliyetleri*, 2005.

[69] RIZA, *Planlanmamış boşaltma risklerini önlemek için en iyi güvenlik uygulaması*, 1999.

[70] INRS, *Ateliers de traitement de surface: Prévention des risques chimiques, ED 827*, 1998.

[73] COM, 96/82/EC, OJ L 197 sayılı Konsey Direktifini tadil eden ve ardından yürürlükten kaldıran, tehlikeli maddeler içeren büyük kaza tehlikelerinin kontrolüne ilişkin 4 Temmuz 2012 tarihli ve 2012/18/EU sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi (Seveso III Direktifi)', *Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi*, Cilt. L 010, 14.01.1997, 2012, s. 13-33.

[77] VROM, Diffuse Oplosmiddelesissies in Verpakkingdiepdruk en Flexo: Deel 2, Meten en Verminderen, 2004.

[78] TWG, TWG'nin STS Taslağı 2 hakkındaki derlenmiş yorumları, Eylül 2005, 2005.

[82] EGTEI, *Sargı telleri kaplama: Özet belge*, 2005.

[83] EGTEI, *Yapıştırıcıların endüstriyel uygulamaları: Özet belge*, 2005.

[84] EGTEI, *Araba kaplaması: Özet belge*, 2005.

[89] EGTEI, *Ahşap kaplama: Özet belgesi ve arka plan belgesi.*, 2005.

[90] EWWG, 'Sargı telleri ve NOx emisyonları, I. Jansen, H.Myland', Kişisel İletişim, 2006.

[91] EGTEI, *Ahşabın korunması: Özet belge*, 2005.

[92] EGTEI, *Boyaların endüstriyel uygulaması: Özet belge*, 2005.

[93] COM, Gıda yasasının genel ilkelerini ve gerekliliklerini ortaya koyan, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesini kuran ve gıda güvenliği konularında prosedürleri belirleyen 28 Ocak 2002 tarihli ve (EC) 178/2002 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü, Resmi Gazete L 31, 2002.

[94] VITO, *Manuel hava temizleme teknikleri kılavuzu*, 2004.

[95] CEI-BOIS, 'BAT- Solvent kullanan yüzey işlemlerine ilişkin yorumlar', Kişisel İletişim, 2006.

[96] Presti, *Ahşap ve mobilya son işlemlerinde emisyonların azaltılması: olasılıklar ve zorluklar,* 2005.

[97] TWG, STS TWG son toplantısı, 2006.

[99] UKHSE, *biyositler için 'Mavi kitap'*, 2006.

[100] AÇA, *Pestisitler için ahşap koruma*, 1999.

[105] CEPE, 'Boya maliyetleri', Kişisel İletişim, 2006.

[108] ESVOCCG, STS BREF endüstrilerinde temizlik, STS TWG final toplantısı, 2006.

[109] COM, *Enerji Verimliliği için mevcut en iyi Teknikler (BAT) Referans Belgesi (ENE BREF)*, Avrupa Komisyonu, JRC IPTS EIPPCB, 2009.

[110] Eurocar, 'V Congreso Eurocar', 2005.

[111] EWWG, 'Sargı teli kaplamasından kaynaklanan NOx emisyonları hakkında ek veriler', Kişisel İletişim, 2005.

[113] ECN, *CO2 fiyat dinamikleri*, 2005.

[114] AEA ve diğ., *Her EU25 Üye Devletinin (Kıbrıs hariç) ve çevresindeki denizlerden ton başına PM2.5, NH3, SO2, NOx ve VOC hasarları*, 2005.

[115] Verspoor ve diğ., *Fleksografide solvent bazlı veya su bazlı mürekkepler: Maliyet karşılaştırması*, 2005.

[116] ESIG, 'Bilgi alışverişi için ek veriler', Kişisel İletişim, 2005.

[119] May ve diğ., 'Plastiklerin kaplanması: TWG BAT kararını destekleyecek veriler', Kişisel İletişim, 2006.

[121] Portekiz, 'Rıhtım disiplini: Rıhtımlarda ve kızaklarda gerçekleştirilen faaliyetler için temel kurallar', Kişisel İletişim, 2006.

[123] Kiil ve diğ., *'Deniz biyoyakıt koruması: kontrollü salımlı zehirli boyaların tasarımı. In: Ka M.N., Gani, R. ve Dam-Johansen, K. Kimyasal Ürün Tasarımı: Vaka çalışmaları yoluyla bir perspektife doğru'*, 2006.

[127] TWG, STM BREF, 2003 için E-kaplama işlem verileri.

[128] Çek Cumhuriyeti, e-kaplama işleminin tanımı, 2006.

[129] ACEA, STM BREF için E-kaplama verileri, 2003.

[130] ADEME, VOC emisyon hesaplamaları, 2006.

[131] Verspoor ve diğ., Atık gaz işleme seçenekleri ve verimlilikleri, 2006.

[132] AFERA, Yapışkan bantların imalatına ilişkin 5. bölüm için yeni metin, 2005.

[136] WHO_IPCS, *WHO_IPCS*, 1996.

[137] CEI-BOIS, 'BAT 'Solvent Kullanarak Yüzey İşleme' için referans verileri', Kişisel İletişim, 2006.

[142] ACEA, *ACEA Boyahane Çalışması*, 2016.

[143] ACEA, *solvent kütle dengeleri üzerine ACEA kılavuzu*, 2017.

[144] ACEA, *Atıktaki solventler: "Anketlerde 20170714_STS-BREF_Study_Waste verileri"*, 2017.

[145] ACEA, Otomobil Endüstrisi Hakkında Bilgiler (ttps://www.acea.be/automobile- industry/facts-about-the-industry), 2019.

[146] ACEA, *ACEA Cep Rehberi, 2018-2019*, 2018.

[147] TFTEI, *CLRTAP / TFTEI (Tekno-Ekonomik Konularda Görev Gücü): Binek otomobillerin kaplamasında VOC Azaltımı*, 2016.

[148] COM, *VOC Solvent Emisyon Direktifi (Direktif 1999/13 / EC) Kapsamındaki Faaliyetler için VOC İkamesi ve Azaltımı Kılavuzu*, 2009.

[149] ERA, Gravür: Çevre dostu baskı süreci, Gravür Haberleri 166/07, Josef Paul Bernard, Avrupa Rotogravür Derneği, 2016.

[150] FEPA / VDS, *FEPA / VDS kaplamalı aşındırıcıların imalatına ilişkin güncelleme Bölümüne katkı Ekim*, 2016.

[151] CESA, *Avrupa Tersanelerinde Zehirli Emisyon Senaryolarının Karakterizasyonu, Avrupa Tersane Dernekleri Topluluğu*, 2011.

[153] Bert de Vries VNSI, *Model Düzenleme Rıhtım / Kızak Disiplini*, 2011.

[154] İskandinav Bakanlar Konseyi, *İskandinav Tersaneleri, Mevcut en iyi teknikler (BAT)*, 2016.

[155] TWG, *STS veri toplamadan emisyon ve tüketim verileri,* 2016.

[159] MPE, metal ambalaj sektörüne yönelik 1. ve 2. bölümler için revize edilmiş belge, 2017.

[160] USEPA, *Çeşitli Metal ve Plastik Parça Kaplamalarına İlişkin Kontrol Teknikleri Kılavuzu*, 2008.

[161] TWG, *STS BREF incelemesi için başlangıç pozisyonları ile birlikte sunulan ek bilgiler (BATIS'ta mevcuttur)*, 2015.

[162] COM, *AB mobilya pazarı durumu ve olası bir mobilya ürünleri girişimi, Nihai Rapor*, 2014.

[163] Kovaceviç ve diğ., *Kaplamalı Tekstil Malzemeleri (https://www.intechopen.com/books/woven-f abric-engineering/coated-textile-materials)*, 2010.

[164] Singha, 'Tekstil Ürünlerinde Kaplama ve Laminasyon Üzerine Bir İnceleme: Süreçler ve Uygulamalar', 2012.

[165] EURATEX, Hakkımında, Avrupa Hazır Giyim ve Tekstil Konfederasyonu (http://euratex.eu/about-euratex/who-w e-are/), 2018.

[166] FEDUSTRIA, KISA TEKNİK AÇIKLAMA "Organik solvent DMF kullanılarak yüksek performanslı poliüretanın transfer kaplaması", 2016.

[167] FEDUSTRIA, KISA TEKNİK AÇIKLAMA "Organik solvent DMF kullanılarak yüksek performanslı poliüretanın doğrudan kaplanması", 2016.

[168] Birleşik Krallık, Kısa Teknik Açıklama, Genellikle uçucu organik bileşiklerde (VOC'ler) çözünmüş poliüretan polimer çözeltileri uygulanarak tekstil kumaşlarının sürekli makaralarına doğrudan kaplama, 2016.

[169] VDI, *VDI 3455: 2013 Emisyon kontrolü - Yüksek hacimli araba gövde boyama tesisleri*, 2013.

[170] OICA, Uluslararası Motorlu Taşıt Üreticileri Örgütü (OICA), Dünya Motorlu Taşıt Üretimi (http://www.oica.net/category/production-statistics /), 2017.

[171] ACEA, İnteraktif Harita: Avrupa'daki Otomobil Montaj ve Motor Üretim Tesisleri (http:// www.acea.be/statistics/tag/category/european-production-plants-map), 2016.

[172] MPE, Metal ambalaj endüstrisinde Spesifik Emisyonlar, Metal Ambalaj Avrupa, e-posta iletişimi (10/08/2017), 2017.

[173] EWWG, Revize edilmiş bölümler X.1 ve X.2 ve sargı telleri üretimi için BAT adayları, 2017.

[174] Finlandiya, bobin kaplama endüstrisinde uygulanan işlmelere ve tekniklere FI katkısı, 2017.

[175] ECCA, *Bobin kaplama endüstrisinde uygulamalı süreçler ve teknikler bölümünün güncellenmiş versiyonu*, 2016.

[176] ASD, *Uçak kaplama sektörü için genel bilgiler, uygulamalı süreçler ve BAT adayları*, 2017.

[177] ECCA, Bobin Kaplama tesislerinde I1'in türetilmesindeki belirsizliğin hesaplanmasına ilişkin çalışma belgesi, 2017.

[178] COM, Sioen, Ardooie, BE. Saha ziyareti raporu Mayıs 2017.

[179] COM, Seyntex, Tielt, BE. Saha ziyareti raporu, Mayıs 2017.

[180] COM, Amcor, BE. Saha ziyareti raporu Mayıs 2017.

[181] COM, Renault, Douai, FR. Saha ziyareti raporu, 2017.

[182] COM, Tata Steel, Maubeuge, FR. Saha ziyareti raporu Mayıs 2017.

[183] ACEA, *Araç kaplama sektörü için BAT adaylarına ilişkin öneri ve güncellemeler*, 2017.

[184] AGC GLASS EUROPE, *Ayna üretimi Bölümünde önerilen değişiklikler*, 2017.

[185] ECCA, *Bobin kaplama sektörü için BAT adaylarına ilişkin öneri ve güncellemeler*, 2017.

[186] INTEGRAF, Kurutmalı Ofset baskı sektörü için önerilen ve güncellenen BAT adayları, 2017.

[189] MPE, Önerilen ve güncellenen BAT adayları, 2017.

[190] ESVOC, Önerilen ve güncellenen genel BAT adayları, 2017.

[191] Nitrosistem, Nitrosistem kaplama sistemleri (http://www.nitro-system.com), 2017.

[192] INTEGRAF, Kurutmalı web ofset baskı sektörü için solvent kütle dengesi tekniği için taslak teklif, 2017.

[194] Technavio, Avrupa'da Esnek Ambalaj Pazarı 2016-2020 (www.technavio.com/report/europe-packaging-flexible-packaging-market), 2017.

[196] ERA, Avrupa Rotogravür Derneği'nin Açıklaması James Siever ve Josef Bernard, Münih, 7 Ekim 2015, 2015.

[197] FPE, orijinal STS BREF (2007), 2017 hakkında FPE yorumları.

[200] ACEA, Otomobil endüstrisi hakkında genel bilgiler, 2016.

[201] ACEA, Motorlu taşıtların kaplanması için kullanılan İşlemler ve Teknikler, 2016.

[202] SEA SMRC, BREF bölüm 11 (gemilerin ve yatların kaplanması) karma yorumlar, Sander den Heijer, 2017.

[203] Gabe ve diğ., Çelik üzerindeki endüstriyel kaplamaların, İndüksiyon etkili çıkarılması, 2016.

[204] UNECE, *Uçucu organik bileşiklerin emisyonlarının tahmini ve ölçümü için taslak kılavuzlar, Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu, Stratejiler ve İnceleme çalışma grubu, CLRTAP Yürütme Organı, 4 Ekim 2016*, 2016.

[205] Belçika, *Solvent kütle dengesi ve VOC emisyonları kılavuzuna ilişkin arka plan bilgilerinin sunulması, (EN çeviri 2017'de sunulmuştur)*, 2005.

[207] AÇA, 2016 yılı E-PRTR verileri (Avrupa Kirletici Salım ve Taşıma Kaydı) (prtr.eea.europa.eu), 2019.

[208] TCI ve diğ., Silindir ile kaplama uygulama teknikleri, Technical Coating International, Inc. (http://www.tciinc.com/capabilities/) and FlexoGlobal Blog (www.flexoglobal.com/blog/tag/doctor-blade/), 2017.

[209] ACEA, motorlu araç boya atölyelerinin solvent kütle dengeleri için BAT, 2017.

[210] TFTEI, Büyük solvent kullanıcıları için azaltma tekniklerinin maliyetleri - ERICA VOC modeli (http://tftei.citepa.org/en/work-in-progress/costs-of-reduction-techniques-for-large-users- of-solvents), 2017.

[211] Almanya, *Organik Solvent Kullanılarak Yüzey İşleme için Avrupa'da Mevcut en iyi Tekniklerin (BAT) Tanımı, Ökopol GmbH, Nihai rapor, 2016*.

[212] TWG, Revize edilmiş STS BREF, 2018'in D1'inde alınan derlenmiş yorumlar.

[213] Almanya, *24 Temmuz 2002 tarihli Federal Emisyon Kontrol Yasası (Hava Kalitesi Kontrolüne İlişkin Teknik Talimatlar - TA Luft 2002) ile İlgili İlk Genel İdari Düzenleme*, 2002.

[214] COM, *Büyük Hacimli Organik Kimyasalların Üretimi için Mevcut en iyi Teknikler (BAT) Referans Belgesi (LVOC BREF)*, Avrupa Komisyonu, JRC Seville EIPPCB, 2017.

[216] Kopeliovich D., Radyasyonla kürlenebilir kaplamalar (http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=radiation_curable_coatings), 2018.

[217] AUDI, Aşırı Püskürtmesiz Boyama (https://www.audi-mediacenter.com/en/press-releases/contrasting-paintwork-in-just-one-spray-process-audi-tests-overspray-free-painting-10396), 2018.

[218] Durr, Ters kurutma işlemi, 2018.

[219] ACEA, *STS veri çalıştayı sonrası ACEA katkısı*, 2018.

[220] Belçika, *STS veri çalıştayı sonrası BE katkısı*, 2018.

[221] Almanya, *STS veri çalıştayı sonrası DE katkısı*, 2018.

[223] İspanya, *STS veri çalıştayı sonrası ES katkısı*, 2018.

[224] INTERGRAF, *STS veri çalıştayı sonrası INTERGRAF katkısı*, 2018.

[225] EWWG, *STS veri çalıştayı sonrası EWWG katkısı*, 2018.

[226] MPE, *STS veri çalıştayı sonrası MPE katkısı*, 2018.

[227] TFTEI, *Ambalaj Baskı Endüstrisinde VOC Azaltma*, 2017.

[228] IEEP ve diğ., *IPPC Direktifinin olası bir teknik incelemesi için veri toplama ve etki değerlendirmesi – Bölüm 2, Bilgi formu B5: Ahşabın korunması*, 2007.

[229] WEI, Ahşap koruma endüstrisi (http://www.wei-ieo.org/woodpreservation.html), 2017.

[230] VDI, *VDI 3462 Bölüm 1: 2014 Emisyon Kontrolü - Ağaç işleme, Ham ağaç işleme*, 2014.

[231] Almanya, *Çapraz ortam çevresel etkileri dikkate alınarak Almanya'da ahşap ve ahşap ürünlerinin korunmasına ilişkin Mevcut En İyi Tekniklerin Belirlenmesi, BiPRO GmbH, Nihai rapor Şubat,* 2013.

[232] WPA, *Kılavuz: Endüstriyel Ahşap Koruma - Özellik ve Uygulama, 2. Baskı, Nisan* 2012.

[234] Austrian Umweltbundesamt, *Konservierung von Holz und Holzerzeugnissen - Stand der Technik der Konservierung von Holz und Holzerzeugnissen Sowie Situation in Osterreich,* 2015.

[235] UK DEFRA, *Sektör Bilgi Notu SG11 (taslak) - Kimyasallarla Ahşap Ürünlerinin Korunmasına İlişkin Dışişleri Bakanlığı Kılavuzu, Eylül* 2013.

[236] TWG, *WPC veri toplamadan emisyon ve tüketim verileri,* 2017.

[237] ECHA, BPR Kavramı (https://echa.europa.eu/regulations/biocidal-products-regulation/understanding-bpr), 2018.

[238] WPA, *İşlenmiş Odunla İlgili Atık Akışlarının Ele Alınması - Mevzuat ve Seçenekler Hakkında Bilgi Notu, 3. Baskı, Ekim* 2009.

[239] Superwood, Teknik veriler (http://www.superwood.eu/fordele-fakta/fakta/tekniske-data), 2017.

[240] Danimarka, *'Süperkritik işlem görmüş ahşap' konusunda önerilen BAT adayı, Haziran* 2017.

[241] EIPPM / WEI, *EIPPCB Bilgi talebine (RFI) EWPM / WEI yanıtı – WPC tesis terminolojisi, Ocak*, 2016.

[242] EWPM / WEI, *EWPM / WEI BAT Adayları listesi YORUMLARI, Nisan*, 2016.

[243] EOS, *EOS BAT adayları hakkında yorumlar, Mart*, 2016.

[244] Norden, *Kimyasallarla ahşabın korunması, Mevcut en iyi teknikler (BAT)*, 2014.

[245] ThermoWood, ThermoWood - Çevresel yönler (https://www.thermowood.fi / ymparisto), 2018.

[246] CEN, *CEN/TS 15679:2007 Isıl Modifiye Kereste - Tanımlar ve özellikler*, 2007.

[247] Belçika, *Belçika tarafından WPC BREF incelemesi için başlangıç pozisyonları ile birlikte sunulan ek bilgiler*, 2014.

[248] Avusturya, *Avusturya tarafından WPC BREF incelemesi için başlangıç pozisyonları ile birlikte sunulan ek bilgiler*, 2014.

[249] IHD, TMT bilgi formu serisi (http s://www.ih d-dr esden.com/en/knowledge-portal/leaflets /), 2018.

[250] IAF, Uluslararası Akreditasyon Forumu web sitesi, 2010.

[251] AB, 761/2001 (EC) sayılı Tüzük ile 2001/681/EC ve 2006/193/EC Komisyon Kararları'nı yürürlükten kaldıran, 'Kuruluşların Topluluk eko-yönetim ve denetim planına (EMAS) gönüllü katılımına ilişkin 25 Kasım 2009 tarihli ve (EC) 1221/2009 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü, *Avrupa Birliği Resmi Gazetesi* Cilt. L 342, 22.12.2009, 2009, s. 1-45.

[252] COM, DG Environment: Emas Nedir?, 2010.

[253] COM, EMAS raporları ve istatistikleri (http://ec.europa.eu/environment/emas /register/reports/reports.do), 2015.

[254] CEN, *EN ISO 14001: 2015 Çevre yönetim sistemleri – Kullanım kılavuzu ve gereklilikler*, 2015.

[255] Fransa, *STS veri çalıştayı sonrası FR katkısı (Haziran)*, 2018.

[256] COM, Nissan Motor Manufacturing, Sunderland, BK. Saha ziyareti raporu Ağustos 2018.

[257] ECCA, ECCA Akademisi (http://www.prepaintedmetalacademy.eu), 2019.

[258] ASD, ASD Rakamlarla Veriler -(https://www.asd-europe.org/news-publications/facts- figures), 2019.

[259] COM, *Site ziyareti raporları: 1. Anton Debatin GmbH, DE, Aralık ve 2. Eibach Oberflächentechnik GmbH (EOT), Aralık*, 2017.

[260] VDI, *VDI 2442: 2014 Atık gaz temizleme - Termal atık gaz temizleme yöntemleri*, 2014.

[261] TWG, *2016-2018 döneminde sunulan birden fazla STS sektörü için geçerli teknikler hakkında bilgi (BATIS'te mevcuttur)*, 2016.

[262] ESVOC ve diğ., *STS sektörü başına kullanılan teknikler tablosu (ESVOC tarafından önerilen) ve diğer TWG üyelerinden (ES, DE) girdi ve STS veri toplama*, 2019'daki mevcut bilgilere göre değiştirilmiştir.

[263] ESIG, Avrupa Solvent Endüstrisi, https://www.esig.org/, verileri 2019.

[264] TWG, *STS TWG son toplantısı sonrası TWG katkıları*, 2019.

[265] TWG, *TWG, STS nihai öncesi taslak hakkında yorumlar,* 2019.

[266] IED Tesislerinden Havaya ve Suya Emisyonların İzlenmesine İlişkin JRC Referans Raporu (ROM REF), Avrupa Komisyonu, Ortak Araştırma Merkezi, Seville, EUR 29261 EN, doi: 10.2760/344197, 2018.

AB İLE İRTİBATA GEÇİN

Şahsen

Avrupa Birliği'nin her yerinde yüzlerce Europe Direct bilgi merkezi vardır. Size en yakın merkezin adresini şu adreste bulabilirsiniz: http://europea.eu/contact

Telefon veya e-posta ile

Europe Direct, Avrupa Birliği ile ilgili sorularınızı yanıtlayan bir hizmettir. Bu servisle iletişime geçebilirsiniz:

- ücretsiz telefon: 00 800 6 7 8 9 10 11 (bazı operatörler bu aramalar için ücret talep edebilir),
- aşağıdaki standart numaradan: +32 22999696 veya
- elektronik posta yoluyla: http://europa.eu/contact

AB HAKKINDA BİLGİ ALIN

Çevrimiçi

AB'nin tüm resmi dillerinde Avrupa Birliği ile ilgili bilgiler Europa web sitesinde şu adresten edinilebilir: http://europa.eu

KJ-NA-30475-E-N-N

Avrupa Komisyonu bilim ve bilgi servisi

Ortak Araştırma Merkezi

JRC Misyonu

Avrupa Komisyonu'nun bilim ve bilgi servisi olarak Ortak Araştırma Merkezi'nin misyonu, tüm politika döngüsü boyunca AB politikalarını bağımsız kanıtlarla desteklemektir.



EU Science Hub
ec.europa.eu/jrc



EU Science Hub - Joint Research Centre



EU Science, Research and Innovation



EU Science Hub

