

İDARİ ÖZET

Büyük Hacimli Organik Kimyasal Maddeler (LVOC) BREF'i (Kullanılabilecek En İyi Teknikler Referans Belgesi) 96/61/EC sayılı Konsey Yönergesinin 16(2) sayılı maddesi uyarınca gerçekleştirilen bir bilgi alışverişi niteliğindedir. Amaçlar, kullanım ve yasal terimler ile ilgili olarak BREF önsözünde yer alan açıklamalar ile birlikte değerlendirilmesi gereken bu İdari Özet bölümünde temel bulgular, BAT ile ilgili ana yorumlar ve ilgili salım düzeyleri açıklanmaktadır. Bağımsız bir belge olarak da değerlendirilmesi mümkün olan bu bölüm aslında bir özet olduğundan komple BREF metninde yer alan tüm ayrıntıları içermemektedir. Bu nedenle BAT karar verme mekanizmasında komple BREF metnini ikame edecek bir araç olarak değerlendirilmemelidir.

Belgenin kapsamı ve organizasyon: Organik kimya sanayii BAT bilgi alışverişi için “Büyük Hacimli Organik Kimyasal Maddeler”, “Polimerler” ve “Saf Organik Maddeler” olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. IPPC yönergesinde “Büyük Hacimli Organik Kimyasal Maddeler” ifadesi kullanılmamakta ve bu ifadenin tanımı ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Ancak TWG bu ifadenin Yönergenin Ek I'inin 4.1(a) ile 4.1(g) arasındaki maddelerinde belirtilen ve yılda 100 kt'den daha fazla miktarlarda üretim yapılan faaliyetleri kapsadığını kabul etmektedir. Avrupa'da 90 civarında organik kimyasal madde bu kısıtlara uymaktadır. LVOC ifadesinin kapsamı çok geniş olduğu için tüm LVOC işlemleri ile ilgili ayrıntılı bir bilgi alışverişi gerçekleştirmek mümkün olmamıştır. Bu nedenle BREF LVOC işlemleri ile ilgili genel ve ayrıntılı bilgilerin karışımından oluşmaktadır:

- **Genel bilgiler:** LVOC işlemleri, yaygın olarak kullanılan ünite süreçleri, ünite işlemleri ve alt yapı (Bölüm 2) açısından açıklanmakta ve ana LVOC işlemlerinin açıklamalarına da yer verilmektedir (Bölüm 3). 4. Bölüm'de LVOC salımlarının genel kaynakları ve olası bileşimleri, 5. Bölüm'de ise salımların önlenmesi ve kontrol altına alınması amacı ile uygulanan teknikler yer almaktadır. 6. Bölüm'de LVOC sanayiinde genel BAT olarak tanımlanan teknikler yer almaktadır.
- **Ayrıntılı bilgiler:** LVOC sanayii (kimyasal fonksiyonlarına bağlı olarak) sekiz alt iş koluna ayrılmış ve bu iş kolları arasından BAT'ların ne şekilde uygulandığını göstermek amacı ile “örnek işlemler” seçilmiştir. Avrupa'da çeşitli tesislerde uygulanan ve sanayi açısından büyük önem taşıyan bu yedi örnek işlem çevre üzerinde çeşitli etkilere sahiptir. Kükürt, fosfor ve organik metal bileşikler ile ilgili LVOC alt iş kolları dışındaki iş kollarına ait örnek işlemler aşağıdaki tabloda yer almaktadır:

Alt iş kolu	Örnek işlem
Düşük olefinler	Düşük olefinler (ayırma işlemi ile elde edilen) – Bölüm 7
Aromatik maddeler	Benzen / toluen / ksilen (BTX) aromatik maddeler – Bölüm 8
Oksijenlendirilmiş bileşikler	Etilen oksitleri & etilen glikolleri – Bölüm 9 Formaldehit – Bölüm 10
Nitrojenli bileşikler	Akrilonitril – Bölüm 11 Toluen diizosiyanat – Bölüm 13
Halojenli bileşikler	Etilen diklorid (EDC) & Vinil Klorür Monomeri (VCM) – Bölüm 12

Diğer BREF'lerde de LVOC işlemleri ile ilgili faydalı bilgiler yer almaktadır. Söz konusu işlemlerle ilgili “yatay BREF'ler” (özellikle kimya sanayiinde kullanılan müşterek atık su ve atık gaz arıtma/yönetim sistemleri, depolama ve endüstriyel soğutma sistemleri) ve dikey BREF'ler (özellikle Büyük Yakma Tesisleri) büyük önem taşımaktadır.

Arka plan verileri (Bölüm 1)

LVOC ifadesi bir çok kimyasal maddeyi ve işlemi içermektedir. Basit olarak rafineri ürünlerinin genellikle sürekli olarak çalışan tesislerde karmaşık fiziki ve kimyasal işlemlerden geçirilerek çeşitli “ticari” veya “dökme” kimyasal maddelere dönüştürülmesi şeklinde tanımlanması mümkündür. LVOC ürünleri genellikle markadan ziyade kimyasal özelliklerine göre satılmakta ve nihai tüketicilere hitap etmemektedir. LVOC ürünleri yüksek değere sahip kimyasal maddelerin (örneğin çözücü, plastik, ilaç) sentezinde ham madde olarak kullanılmaktadır.

LVOC işlemleri genellikle işlem esnekliği, enerji optimizasyonu, ürünün geri kullanımı ve ölçek ekonomisi gibi avantajlara sahip büyük ve entegre tesislerde uygulanmaktadır. Avrupa’da elde edilen üretim rakamları büyük şirketler tarafından üretilen az sayıda kimyasal ürün tarafından gerçekleştirilmektedir. Avrupa’nın en büyük üreticisi Almanya’dır ancak Hollanda’da, Fransa’da, İngiltere’de, İtalya’da, İspanya’da ve Belçika’da da güçlü LVOC sanayiileri faaliyet göstermektedir.

LVOC üretimi Avrupa’da ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. 1995 yılında Avrupa Birliği ABD’ye ve Avrupa serbest ticaret birliği ülkelerine (EFTA-ASTB) temel kimyasal madde ihraç etmekteydi. Maliyetlerin büyük bir rol oynadığı dökme kimyasal madde pazarı çok rekabetçi bir piyasadır ve pazar payları genellikle küresel anlamda ifade edilmektedir. Avrupa LVOC sanayiinin karlılığı geleneksel olarak konjonktürel bir yapıya sahiptir. Bu durum yüksek sermaye yatırımı maliyetlerinden ve yeni teknolojilerin uzun bir hazırlık süresine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle üretim maliyetleri sürekli olarak düşmekte ve sanayide bir çok eski tesis faaliyet göstermektedir. Enerji yoğun bir iş kolu olan LVOC sanayiinde karlılık büyük ölçüde petrol fiyatlarına bağlıdır.

1990’larda büyük bir talep patlaması yaşanan sanayide büyük kimya şirketleri stratejik ortaklıklar ve ortak girişimler kurmuşlardır. Bu durum araştırma çalışmalarının ve üretimin rasyonelleşmesini sağlamış, yeni pazarlara erişilmesini kolaylaştırmış ve karlılığı artırmıştır. Kimya sanayiinde 1985 ila 1995 yılları arasındaki on yıllık dönemde % 23 oranında düşen istihdam miktarı azalmaya devam etmektedir. 1998 yılı itibariyle AB kimya sanayiinde toplam 1.6 milyon kişi çalışmaktadır.

Genel LVOC üretim işlemleri (Bölüm 2)

LVOC üretiminde çok çeşitli ve karmaşık işlemler uygulanmaktadır ancak bu işlemler genellikle benzer bilimsel prensiplere ve mühendislik prensiplerine dayanan basit faaliyetlerden ve donanımdan oluşmaktadır. 2. Bölüm’de ünite süreçlerinin, ünite işlemlerinin, tesis alt yapısının, enerji denetim ve yönetim sistemlerinin istenilen ürünün elde edilmesi için ne şekilde birleştirip tadil edildiği açıklanmaktadır. LVOC işlemleri genellikle beş ayrı aşamada gerçekleştirilmektedir: ham madde tedariki / işleme, sentez, ürün ayırma / arıtma, ürün taşıma / depolama ve salımların azaltılması

Uygulanan genel işlemler ve teknikler (Bölüm 3)

LVOC üretim işlemlerinin çoğu ile ilgili ayrıntılı bir bilgi alışverişinde bulunulmadığından 3. Bölüm’de 65 önemli LVOC işleminin çok kısa (“özet”) açıklamalarına yer verilmiştir. Bu açıklamalar işlemin genel bir özetinden, önemli salımlardan ve kirliliğin önlenmesi / denetimi amacı ile kullanılan özel tekniklerden ibarettir. Bu açıklamalar işlemler hakkında genel bir bilgi vermeyi amaçladığından tüm üretim işlemleri açıklanmamaktadır ve BAT ile ilgili bir karar verebilmek için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulabilmektedir.

LVOC işlemlerinden kaynaklanan genel salımlar (Bölüm 4)

Tüketim ve salım seviyeleri büyük ölçüde işlemlerin özelliğine bağlı olduğundan tanımlanmaları ve miktarlarının belirlenmesi için ayrıntılı bir çalışma yapılması gerekmektedir. Örnek işlemler için bu tür çalışmalar yapılmıştır ancak diğer LVOC işlemleri için 4. Bölüm’de sadece olası kirlenici maddeler ve bunların kaynakları genel olarak açıklanmaktadır. İşlemlerden kaynaklanan salımların en önemli nedenleri aşağıda yer almaktadır [InfoMil, 2000 #83]:

- Ham maddelerde bulunan kirlenici maddeler işlemde değişmeden geçerek atık şeklinde çıkmaktadır
- İşlemlerde oksitleyici madde olarak kullanılan havanın ürettiği atık gazların havalandırılarak arıtılması gerekmektedir
- İşlemlerde gerçekleştirilen tepkimeler üründen ayrılması gereken su / diğer yan ürünler gibi maddelerin oluşmasına neden olabilmektedir
- İşlemlerde kullanılan yardımcı maddelerin tamamen geri kazanılması mümkün olmayabilmektedir

- Ekonomik olarak geri kazanılması veya yeniden kullanılması mümkün olmayan tepkimeye girmemiş ham maddeler bulunabilmektedir

Salımların özelliği ve miktarı çeşitli etkenlere bağlıdır: tesisin yaşı; ham madde tüketimi; ürün yelpazesi; kullanılan ara maddeler; yardımcı madde kullanımı; işlem koşulları; işlem sırasında uygulanan salım önleme yöntemleri; boru ucu arıtma teknikleri ve işletme senaryosu (örneğin rutin, rutin dışı, acil durum). Aşağıda belirtilen çeşitli etkenlerin çevre üzerindeki fiili etkilerinin tespit edilmesi de büyük önem taşımaktadır: tesis sınırlarının tanımı; işlem entegrasyonu derecesi; salım kaynaklarının tanımı; ölçüm teknikleri; atıkların tanımı ve tesisin yeri.

BAT'ların belirlenmesinde göz önünde bulundurulacak genel teknikler (Bölüm 5)

5. Bölüm'de LVOC işlemlerinden kaynaklanan salımların önlenmesi ve kontrol altına alınması amacı ile kullanılan genel teknikler özetlenmektedir. Bu tekniklerin çoğu ilgili yatay BREF'lerde de açıklanmaktadır. LVOC işlemlerinde çevrenin korunması amacı ile genellikle işlem geliştirme, işlem tasarımı, tesis tasarımı, işleme entegre teknikler ve boru ucu teknikleri kullanılmaktadır. 5. Bölüm'de bu teknikler yönetim sistemleri, kirliliğin önlenmesi ve kontrol altına alınması (hava, su ve atıklar ile ilgili olarak) açıklanmaktadır.

Yönetim sistemleri. Yönetim sistemleri LVOC işlemlerinin çevre üzerindeki etkilerini azaltmak yönünde önemli bir rol oynamaktadır. Azami çevre performansı elde etmek için en iyi teknolojinin uygulanması ve bu teknolojinin en etkili ve randımanlı bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Kesin bir Çevre Yönetimi Sistemi (EMS) mevcut değildir, bu sistemlerin faydalı olabilmesi için LVOC işleminin yönetimine ve işletmesine entegre olmaları gerekmektedir. EMS genel olarak çevre politikasının geliştirilmesi, uygulanması, istenilen hedeflere ulaşılması, gözden geçirilmesi ve izlenmesi için gereken organizasyon yapısını, sorumlulukları, uygulamaları, prosedürleri, işlemleri ve kaynakları kapsamaktadır. [InfoMil, 2000 #83]:

Kirliliğin önlenmesi. IPPC boru ucu tekniklerinden önce önleyici tekniklerin kullanılmasını öngörmektedir. Kirlilik önleyici tekniklerin bir çoğunun LVOC işlemlerine uygulanması mümkündür, 5.2 sayılı bölümde bu teknikler kaynaktan azaltma (ürünlerde, ham maddelerde, donanımda ve prosedürlerde gerekli tadilatlar yapılarak atık oluşumunun önlenmesi), geri dönüşüm ve atıkların azaltılması gibi konular açısından incelenmektedir.

Havayı kirlüten maddelerin kontrol altına alınması. LVOC işlemleri ile ilgili olarak havayı kirlüten en önemli maddeler Uçucu Organik Bileşiklerdir (VOC) ancak yanma işlemi sırasında ortaya çıkan gazlar, asit gazları ve parçacıklar da önemli bir rol oynamaktadır. Atık gaz arıtma üniteleri belirli atık gaz bileşimlerine göre özel olarak geliştirildiklerinden tüm kirlütücü maddelerin arıtılmasında faydalı olmayabilmektedir. Toksik / tehlikeli madde salımlarına özel itina gösterilmelidir. 5.3 sayılı bölümde havayı kirlütücü madde gruplarının kontrol altına alınması ile ilgili teknikler açıklanmaktadır.

Uçucu Organik Bileşikler (VOC'ler). VOC'ler genellikle işlem havalandırma menfezlerinden, sıvıların ve gazların depolama / nakliye işlemlerinden, kaçak kaynaklarından ve aralıklı havalandırma işlemlerinden kaynaklanmaktadır. VOC'lerin önlenmesi ve kontrol altına alınması ile ilgili yöntemlerin verimliliği ve maliyetleri VOC türüne, derişim oranına, akış hızına, kaynağa ve hedef alınan salım düzeyine bağlıdır. Kaynaklar genel olarak yüksek akış hızına ve yüksek derişim oranına sahip işlem havalandırma menfezlerine yönlendirilmektedir ancak nokta kaynakların kontrol altına alınmasıyla ortaya çıkan düşük derişim oranına sahip dağınık salımların kümülatif etkisi de göz ardı edilmemelidir.

İşlem havalandırma menfezlerinden kaynaklanan VOC'ler mümkün olduğu takdirde işlemlerde yeniden kullanılmaktadır ancak bu durum VOC'nin terkibi, yeniden kullanım ile ilgili kısıtlamalar ve VOC değeri gibi etkenlere bağlıdır. Bir diğer alternatif de VOC'lerin içerisinde bulunan ısı üreten maddelerin yakıt olarak kullanılmasıdır, bunun mümkün olmaması halinde azaltma işlemleri uygulanması gerekebilecektir. Bu amaçla çeşitli tekniklerin bir arada kullanılması gerekebilir, örneğin: ön arıtma işlemi (nemin ve parçacıkların giderilmesi amacı ile); hafifletilmiş gaz akıntısı derişimi; yüksek derişim oranının azaltılması amacı ile ana

giderme işlemlerinin uygulanması ve arzu edilen salım seviyelerine ulaşılabilmesi için uygulanan nihai arıtma işlemleri. VOC'lerin hapsedilip geri kazanılması amacı ile genel anlamda yoğunlaştırma, soğurma ve yüzerme teknikleri uygulanabilmekte, oksitleme teknikleri ise VOC'lerin imha edilmesini sağlamaktadır.

Kaçak salımlarından kaynaklanan VOC'lere, gerekli sızdırmazlığın zaman içerisinde azalması nedeniyle donanımdan sızan buhar kaçıkları yol açmaktadır. Bu salımlar genel olarak vanaların salmastralarından / kumanda vanalarından, flanşlardan / bağlantılardan, açık uçlardan, emniyet valflerinden, pompa / kompresör keçelerinden, donanım kontrol deliklerinden ve örnekleme noktalarından kaynaklanabilmektedir. Donanımlardan kaynaklanan kaçak kayıplarının miktarı genellikle düşüktür ancak tipik bir LVOC tesisinde bir çok donanım kullanıldığından toplam VOC kaybı önemli rakamlara ulaşabilmektedir. Çoğu durumda daha yüksek kaliteye sahip donanım kullanılması kaçak salımlarının önemli ölçüde azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Yüksek kaliteye sahip donanım kullanılması genellikle yeni tesislerin yatırım maliyetlerini önemli ölçüde artırmamakta ancak mevcut tesislerde büyük miktarda yatırım yapılmasına neden olmaktadır, bu nedenle bu tür tesislerde salımların kontrol altına alınabilmesi amacı ile yoğun olarak Kaçak Tespit ve Onarım (LDAR) programları kullanılmaktadır. Her türlü donanım için geçerli olan genel etkenler aşağıda açıklanmaktadır:

- Vana, kumanda vanası ve flanş sayısının, tesisin çalışma güvenliğini ve bakım gereksinimlerini etkilemeyecek şekilde asgari düzeyde tutulması.
- Sızıntı yapan parçalara kolay erişim sağlanarak bakım işlemlerinin etkili bir şekilde yapılması.
- Kaçaklardan kaynaklanan kayıpların kolaylıkla tespit edilmesi mümkün değildir, bu nedenle salımlarının ve nedenlerinin tespit edilmesi için iyi bir başlangıç noktası olarak izleme programlarının kullanılması önerilmektedir. Bu izleme programları eylem planlarına dayanak teşkil edeceklerdir.
- Kaçaklardan kaynaklanan kayıpların başarılı bir şekilde azaltılması büyük ölçüde teknik iyileştirmelere ve önemli bir etken olan personel motivasyonunun sağlanması açısından yönetimin becerisine bağlıdır.
- Azaltma programları azaltılamayan kayıpların % 80-95 oranında azalmasını sağlamaktadır (ABD-EPA ortalama salım faktörleri yardımıyla hesaplanmıştır).
- Uzun vadede başarılı sonuçlar elde edilmesi konusuna özel olarak önem verilmelidir.
- Raporlarda yer alan kaçak salımları izlenerek değil hesaplama yöntemiyle belirlenmektedir ve tüm hesap formatlarının birbirleriyle kıyaslanması mümkün olmamaktadır. Ortalama salım faktörleri genellikle ölçülen değerlerden daha yüksektir.

Yakma üniteleri. (İşlem fırınları, buhar kazanları ve gaz türbinleri) karbon dioksit, nitrojen oksitleri, kükürt dioksit ve parçacık salımlarına neden olmaktadır. Nitrojen oksit salımları genellikle yanma işleminde ısıyı düşürerek termal NOx bileşiklerinin oluşmasını azaltan tadilatların yapılması ile azaltılmaktadır. Bu amaçla düşük NOx fırınları, baca gazının çevrimi ve ön ısının düşürülmesi gibi yöntemler kullanılmaktadır. Nitrojen oksitleri ayrıca nitrojenin Katalitik Oolmayan Seçici İndirgeme (SNCR) veya Seçici Katalitik İndirgeme (SCR) yöntemleri ile indirgenmesi suretiyle de giderilebilmektedir.

Su kirletici maddelerin kontrol altına alınması. LVOC işlemlerinden kaynaklanan su kirletici maddeler arasında yağ karışımları / organik maddeler, biyolojik olarak çözünebilir organik maddeler, işlenmesi mümkün olmayan organik maddeler, uçucu organik maddeler, ağır metaller, asit / alkali atıkları, asılı katı maddeler ve ısı bulunmaktadır. Mevcut tesislerde su kirletici maddelerin kontrol altına alınması amacı ile uygulanabilecek teknikler işleme entegre kontrol yöntemleri (tesis içerisinde), ayrılan münferit akıntıların tesis içerisinde arıtılması ve boru ucu arıtma yöntemleri ile sınırlıdır. Ancak yeni tesislerde atık suların oluşmasını önleyen alternatif teknolojiler yardımıyla daha iyi bir çevre performansı sağlanabilmektedir.

LVOC işlemlerinden kaynaklanan atık su bileşenlerinin çoğu biyolojik olarak çözünebilmekte ve genellikle merkezi atık su arıtma tesislerinde biyolojik arıtma işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlemin uygulanabilmesi için ağır metalleri veya toksik ya da biyolojik olarak çözünemeyen

organik maddeleri içeren atık su akıntılarının ilk olarak (kimyasal) oksitleme, yüzerme, süzme, özütme, (buharlı) sıyırma, hidroliz (biyolojik çözünmeyi artırmak amacı ile) veya oksijensiz arıtma işlemi yardımıyla arıtılması veya geri kazanılması gerekmektedir.

Atıkların kontrol altına alınması. Atıklar büyük ölçüde işleme bağlıdır ancak bazı hususlar hakkında bilgi sahibi olduğu takdirde ana kirletici maddelerin belirlenmesi mümkün olmaktadır: işlem, inşaat malzemeleri, korozyon / erozyon mekanizmaları ve bakım malzemeleri. Atıkların kaynağı, bileşimi, miktarı ve türü hakkında bilgi toplamak amacı ile atık denetimleri gerçekleştirilmektedir. Atıklar genellikle atık oluşmasını asgari düzeyde tutmak ve oluşan atıkları geri dönüştürmek suretiyle kaynağında önlenmektedir. Uygulanacak arıtma türü büyük ölçüde uygulanan işleme ve atık türüne bağlıdır ve genellikle bu konuda uzmanlaşmış şirketlere yaptırılmaktadır. Kullanılan tezgahlar pahalı maddelerden üretilmekte ve yenilenebilmektedir. Bu metaller hizmet ömürlerinin sonunda geri kazanılmakta ve hareketsiz destek toprak dolgulara gömülmektedir. Arıtma işleminde kullanılan maddeler (örneğin aktif karbon, molekül eleği, süzme maddeleri, kurutucu maddeler ve iyon değiştirme reçineleri) mümkün olduğu takdirde yenilenmektedir ancak toprak dolgu ve yakma (uygun koşullar altında) yöntemleri de kullanılabilir. Damıtma kulelerinden ve tanklardaki tortulardan kaynaklanan ağır organik kalıntılar diğer işlemlerde ham madde veya yakıt (ısı değerinin kullanılması amacı ile) olarak kullanılmakta veya yakılmaktadır (uygun koşullar altında). Geri kazanılması veya yakıt olarak kullanılması mümkün olmayan tükenmiş ayraçlar genellikle yakılmaktadır (uygun koşullar altında).

Isı salımları. “Mekanik” teknikler (örneğin ısı ve enerji, işlem uyarlamaları, ısı değişimi, termal izolasyon) yardımıyla azaltılabilmektedir. Mekanik tekniklerin en faydalı olacağı alanların belirlenmesi amacı ile yönetim sistemleri kullanılmaktadır (örneğin, enerji maliyetlerinin işlem ünitelerine dağıtılması, enerji kullanımının/verimliliğinin dahili olarak raporlanması, harici kıstas belirleme, enerji denetimleri). Titreşimleri azaltmak amacı ile kullanılan yöntemler şunlardır: düşük titreşimle çalışan donanımın tercih edilmesi, titreşim önleyici bağlantılar, titreşim kaynakları ile bağlantının kesilmesi ve tasarım aşamasında potansiyel reseptörlere yakınlığın dikkate alınması.

Sesler. Kompresör, pompa, alev üretici ve buhar menfesleri gibi donanımdan kaynaklanabilmektedir. Sesleri azaltmak amacı ile kullanılan teknikler şunlardır: seslerin önlenmesini sağlayacak bir yapı kullanılması, ses kontrol kabini/ses kaynaklarının etrafının kapatılması, binaların seslerin azaltılmasını sağlayacak şekilde yerleştirilmesi ve tasarım aşamasında potansiyel reseptörlere yakınlığın dikkate alınması.

LVOC işlemleri ile ilgili olarak salımların önlenmesi ve kontrol altına alınması amacı ile kullanılacak en uygun tekniklerin belirlenmesine yardımcı olmak üzere çeşitli değerlendirme araçları kullanılabilir. Bu değerlendirme araçlarına örnek olarak risk analizi ve dağılım modelleri, zincirleme analiz yöntemleri, planlama araçları, ekonomik analiz yöntemleri ve çevresel tartı yöntemleri gösterilebilir.

Genel BAT (Bölüm 6)

Genel BAT'ı oluşturan bileşenler yönetim sistemleri, kirliliğin önlenmesi / asgari düzeye indirilmesi, havayı kirleten maddelerin kontrol altına alınması ve atıkların / kalıntıların kontrol altına alınması konularına bağlı olarak açıklanmaktadır. Genel BAT uygulanan işlemlerden veya elde edilen ürünlerden bağımsız olarak LVOC sanayiinin tümü için geçerlidir. Ancak belirli bir işlem için geçerli olan BAT'ın belirlenmesi için üç BAT seviyesinin aşağıda belirtilen öncelik sırasına göre değerlendirilmesi gerekmektedir:

1. Örnek işlemlerle ilgili BAT (varsa)
2. LVOC ile ilgili Genel BAT; ve son olarak
3. İlgili yatay BAT'lar (özellikle atık suların / atık gazların yönetimi ve arıtılması, depolanması ve taşınması, endüstriyel soğutma ve izleme ile ilgili BREF'lerden).

Yönetim sistemleri: Yüksek bir çevre performansı elde edilebilmesi için etkili ve verimli yönetim sistemlerinin kullanılması zorunludur. Çevre yönetimi sistemleri ile ilgili BAT aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- bir çevre stratejisinin mevcut olması ve bu stratejinin uygulanması
- karar verme mekanizmasına çevre ile ilgili konuların dahil edilmesini sağlayan organizasyon yapısı
- tesis tasarımı, işletmesi, bakımı, kurulması ve faaliyetine son verilmesi gibi çevre açısından önem taşıyan konularla ilgili yazılı prosedürlerin ve uygulamaların mevcut olması
- çevre politikalarının uygulanmasını ve prosedürlere, standartlara ve yasal yönetmeliklere uygunluğunu kontrol eden iç denetim sistemleri
- ham maddelerin ve atıkların tam maliyetlerini içeren muhasebe uygulamaları
- çevre ile ilgili yatırımların uzun vadeli mali ve teknik planlaması
- her türlü çalışma koşulunda istikrar, yüksek randıman ve iyi bir çevre performansı elde edilebilmesi için ana işlemler ve kirlilik denetim ekipmanları için denetim sistemleri (donanım/yazılım) kullanılması
- operatörün çevre bilincine sahip olmasını ve eğitilmesini sağlayacak sistemler
- işlem performansının optimize edilmesini sağlayan denetim ve bakım stratejileri
- beklenmedik olaylar karşısında uygulanacak eylem prosedürlerinin tanımlanması
- atıkların asgari düzeyde tutulması amacı ile düzenli tatbikatlar yapılması.

Kirliliğin önlenmesi ve asgari düzeyde tutulması: LVOC işlemlerinde tüm ortamlar için BAT seçiminde aşağıda belirtilen teknikler hiyerarşiye uygun şekilde değerlendirilmelidir:

- a) tüm atık akıntılarının (gaz, sıvı ve katı) oluşmasının özellikle yüksek seçiciliğe sahip tepki safhası ve uygun bir tezgen yardımıyla işlem geliştirme ve tasarım yoluyla giderilmesi
- b) atık akıntılarının ham maddelerde, donanımda ve işletme prosedürlerinde işleme entegre değişiklikler yapılması suretiyle kaynağında azaltılması
- c) atık akıntılarının doğrudan yeniden kullanım veya ıslah / yeniden kullanım yöntemleri ile geri dönüştürülmesi
- d) atık akıntılarında bulunan kaynak değerlerinin geri kazanımı
- e) atık akıntılarının boru ucu teknikleri yardımıyla arıtılması ve imha edilmesi.

Yeni LVOC işlemlerinin tasarımı ve mevcut işlemlerde yapılacak büyük çaptaki tadilatlar için BAT aşağıda belirtilen tekniklerin kombinasyonlarından oluşmaktadır:

- kimyasal tepkimelerin ve ayırma işlemlerinin kapalı donanım içerisinde sürekli olarak uygulanması
- işlem tanklarından tahliye edilen akıntıların öncelik sırası izlenerek aşağıdaki işlemlere tabi tutulması: yeniden kullanım, geri kazanım, hava kirliliğinin kontrol altına alınması amacı ile kullanılan donanımda yakma ve özel olarak tahsis edilmemiş donanımda yakma
- enerji kullanımının asgari, enerji geri kazanımının azami düzeyde tutulması
- düşük buhar basıncına sahip bileşikler kullanılması
- “Yeşil Kimya” prensiplerine uygun davranılması.

Kaçaklardan kaynaklanan salımların önlenmesi ve kontrol altına alınması ile ilgili BAT aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- Boruların ve donanımın kaçak noktalarına odaklanan ve birim yatırım başına salımlarda azami miktarda azalma sağlayan resmi Kaçak Tespit ve Onarım (LDAR) programının uygulanması
- Boruların ve donanımın kademeli olarak onarılması, asgari eşik değerinin üzerinde kaçak miktarına sahip noktalarda gereken küçük onarımların en kısa süre içerisinde yapılması (olanaksız olmadığı takdirde), azami eşik değerinin üzerinde kaçak miktarına sahip

noktaların gereksinim duyduğu uzun süreli büyük onarımların gerçekleştirilmesi. Onarım gerektiren eşik değerleri tesisin durumuna ve gereken onarımın türüne bağlı olarak belirlenmelidir.

- Başka şekilde kontrol altına alınması mümkün olmayan büyük kaçakla ilgili olarak mevcut donanımın daha yüksek performansa sahip donanımla değiştirilmesi
- Kaçaklardan kaynaklanan salımlara uygun sızdırmazlık özelliklerine sahip yeni donanım kullanılması
- Aşağıda belirtilen özelliklere veya eşdeğer randımana sahip yüksek performanslı donanım kullanılması:
 - **vanalar**: düşük sızdırma özelliğine sahip çift salmastralı vanalar kullanılması. Yüksek risklerin mevcut olduğu durumlarda körüklü keçeler kullanılması.
 - **pompalar**: sıvı veya gaz bariyerine sahip çift keçe veya keçesiz pompa kullanılması
 - **kompresörler ve vakum pompaları**: sıvı veya gaz bariyerine sahip çift keçe veya keçesiz pompa ya da eşdeğer salım seviyelerine sahip tek keçeli teknoloji kullanılması
 - **flanşlar**: flanş sayısının asgari düzeyde tutulması, etkili contalar kullanılması
 - **açık uçlar**: sık kullanılmayan uçlara kör flanş, kapak ya da tapa takılması; sıvı örnekleme noktalarında kapalı döngü boşaltma sistemi kullanılması; ve örnekleme / analiz sistemlerinde örnekleme hacminin/sıklığının asgari düzeyde tutulması, örnekleme hattı boylarının kısaltılması ya da kapak takılması
 - **emniyet valfleri**: işlem başlangıcı kopma diski takılması (güvenlik sınırları dahilinde).

Depolama, taşıma ve aktarma işlemleri için BAT, Depolama BREF’inde belirtilen tekniklere ek olarak aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- yardımcı keçelere sahip harici hareketli tavan (tehlike derecesi yüksek maddeler için uygun değildir), dahili hareketli kapaklara ve çemberli keçelere sahip sabit tavanlı tanklar (uçuculuğu yüksek sıvılar için), asal gaz örtüsüne sahip sabit tavanlı tanklar, basınç altında depolama (tehlike derecesi yüksek veya kokulu maddeler için)
- bağlantılı depolama tankları ve denge hattına sahip hareketli kaplar
- depolama sıcaklığının asgari düzeyde tutulması
- tankların aşırı şekilde doldurulmasını önleyecek göstergeler ve prosedürler
- kapasitesi en büyük tankın kapasitesinin % 110’una eşit olan geçirimsiz yardımcı depo
- menfezlerden kaynaklanan VOC’lerin geri dönüştürülmeden veya enerji üretme ünitesi, fırın ya da alev üreticinde yakılarak imha edilmeden önce geri kazanımı (yoğuşurma, soğurma veya yüzerme yöntemleri ile)
- sıvı seviyesinin ve sıvı seviyesindeki değişikliklerin sürekli olarak izlenmesi
- sıvı yüzeyinin altına inen tank doldurma boruları kullanılması
- sıvıların sıçramasını önlemek amacı ile alttan doldurma yönteminin kullanılması
- yükleme kollarına aşırı hareketleri tespit etmek amacı ile algılama cihazları yerleştirilmesi
- kendinden sızdırmaz hortum bağlantıları / kuru bağlantılı kaplin
- araçların aniden hareket etmelerini önleyecek bariyerler ve iç kilit sistemleri kullanılması.

Suyu kirletici madde salımlarının önlenmesi ve asgari düzeyde tutulması için BAT aşağıda belirtilen tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- A. tüm atık su kaynaklarının tespit edilmesi, nicelik, nitelik ve türlerinin belirlenmesi
- B. işleme su girişinin asgari düzeyde tutulması
- C. işletme suyunun ham maddeler, ürünler veya atıklar tarafından asgari düzeyde kirletilmesinin sağlanması
- D. atık suların geri kullanımının azami düzeyde tutulması
- E. ana şerbetlerde bulunan ve yeniden kullanıma uygun olmayan maddelerin geri kazanımının azami düzeyde tutulması.

Enerji verimliliği için BAT aşağıda belirtilen tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır: enerji tasarrufunun optimize edilmesi; muhasebe sistemlerinin uygulanması; enerji konusunun sık sık ve düzenli olarak gözden geçirilmesi; ısı

entegrasyonunun optimize edilmesi; soğutma sistemi gereksiniminin asgari düzeye indirilmesi; ve ekonomik ve teknik olarak mümkün olduğu takdirde Birleşik Isı ve Enerji Sistemlerinin kullanılması.

Ses ve titreşimlerin önlenmesi ve asgari düzeye indirilmesi için BAT aşağıda belirtilen tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- ses / titreşim kaynaklarının reseptörlerle olan bağlantısını kesecek tasarımların kullanılması
- düşük ses / titreşim seviyelerine sahip donanım kullanılması; titreşim önleyici bağlantılar; ses soğurucular veya kapatma sistemleri kullanılması
- düzenli olarak ses ve titreşim kontrolleri yapılması.

Havayı kirleten maddelerin kontrol altına alınması: BAT seçiminde aşağıda belirtilen parametrelere dikkat edilmesi gerekmektedir: kirletici madde türü ve giriş derişim oranları; gaz akış hızı; yabancı maddelerin mevcudiyeti; izin verilen egzoz gazı derişim; güvenlik; yatırım & işletme maliyeti; tesis yerleşim düzeni; ve hizmet tesislerinin mevcudiyeti. Yüksek derişim oranına sahip girişler için veya düşük verimli teknikler uygulandığı takdirde çeşitli tekniklerin birlikte kullanılmasına gereksinim duyulabilmektedir. Havayı kirleten maddeler ile ilgili BAT, A (VOC'ler için) ve B (işlemlerle ilgili olarak havayı kirleten diğer maddeler için) Tablolarında belirtilen tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

Teknik	BAT ile ilgili değerler ⁽¹⁾	Notlar
Seçici Membranlı Ayrırma	% 90 - >99.9 geri kazanım VOC < 20 mg/m ³	Referans uygulama aralığı 1 - >10g VOC/m ³ Korozyona neden olan ürünler, tozlu gazlar veya yoğunlaşma noktasına yakın gazlar randımanı olumsuz yönde etkileyebilmektedir.
Yoğuşurma	Yoğuşurma: % 50 - 98 geri kazanım + ilave azaltma yöntemleri. Kriyo-yoğuşurma: ⁽²⁾ % 95 - 99.95 geri kazanım	Referans uygulama aralığı: akış 100 - >100000 m ³ /s, 50 - >100g VOC/m ³ . Kriyo yoğuşurma için: akış 10 - 1000 m ³ /s, 200 - 1000 g VOC/m ³ , 20 mbar-6 bar
Yüzerme ⁽²⁾	% 95 - 99.99 geri kazanım	Yenileyici yüzerme için referans uygulama aralığı: akış 100 - >100000 m ³ /s, 0.01 - 10g VOC/m ³ , 1 - 20 atm. Yenileyici olmayan yüzerme: akış 10 - >1000 m ³ /s, 0.01 - 1.2g VOC/m ³
Ayrırma ⁽²⁾	% 95 - 99.9 azaltma	Referans uygulama aralığı: akış 10 - 50000 m ³ /s, 0.3 - >5g VOC/m ³
Termal yakma	% 95 - 99.9 azaltma VOC ⁽²⁾ < 1 - 20 mg/m ³	Referans uygulama aralığı: akış 1000 - 100000 m ³ /s, 0.2 - >10g VOC/m ³ . 1 - 20 mg/m ³ aralığı salım sınırlarına & ölçülen değerlere bağlı olarak belirlenmiştir. Yenileyici veya geri kazandırıcı termal fırınların azaltma randımanı % 95-99 seviyesinden daha düşük olabilmektedir ancak < 20 mg/Nm ³ salım değeri elde edilebilmektedir.
Katalitik oksitleme	% 95 - 99 azaltma VOC < 1 - 20 mg/m ³	Referans uygulama aralığı: akış 10 - 100000 m ³ /s, 0.05 - 3 g VOC/m ³
Parlatma	Yüksek alevler > % 99 Kısa alevler > % 99.5	
1. Aksi belirtilmediği takdirde, derişimler referans koşulları olan 0 °C'de, 101.3 kPa'da ve hacim olarak % 3 oksijen içeren kuru egzoz gazı için yarım saatlik / günlük ortalamalar şeklinde verilmiştir. (katalitik / termal oksitleme için hacim olarak % 11 oksijen içermektedir).		
2. Bu teknik ortamlar arası etkileşime neden olmaktadır, bu durumun dikkate alınması gerekmektedir.		

Tablo A: VOC'lerin geri kazanımı/azaltılması ile ilgili BAT değerleri

Kirletici madde	Teknik	BAT ile ilgili değerler ⁽¹⁾	Notlar
Parçacıklar	Siklon	Azami % 95 azaltma	Büyük ölçüde parçacık boyuna bağlıdır. Normalde ancak başka bir teknikle birlikte kullanıldığında (örneğin elektrostatik çökteltici, kumaş filtre) BAT olarak kabul edilmektedir.
	Elektrostatik çökteltici	5 - 15 mg/Nm ³ % 99 - 99.9 azaltma	Tekniğin farklı sanayii kollarında (LVOC dışı) kullanımına bağlıdır. Elde edilen performans büyük ölçüde parçacıkların özelliklerine bağlıdır.
	Kumaş filtre	< 5 mg/Nm ³	

Kirletici madde	Teknik	BAT ile ilgili değerler ⁽¹⁾	Notlar
	İki kademeli toz filtresi	~ 1 mg/Nm ³	
	Seramik filtre	< 1 mg/Nm ³	
	Mutlak filtre	< 0.1 mg/Nm ³	
	HEAF Filtresi	Damlalarda ve aerosollerde azami % 99 azaltma	
	Duman filtresi	Toz ve aerosollerde azami % 99 azaltma	
	Koku	Yüzerme Biyofiltre	Kokularda ve bazı VOC'lerde % 95 - % 99 azaltma
Kükürt dioksit & asit gazları	Islak kireç taşı ile ayırma	% 90 – % 97 azaltma SO ₂ < 50 mg/Nm ³	SO ₂ için referans uygulama aralığı, ham gazda < 1000 mg/m ³ .
	Ayırıcılar	HCl ⁽²⁾ < 10 mg/Nm ³ HBr ⁽²⁾ < 5 mg/Nm ³	Değişim değerleri Avusturya'da izin verilen sınırlar bazında verilmiştir.
	Yarı kuru emici madde püskürtme	SO ₂ < 100 mg/Nm ³ HCl < 10 - 20 mg/Nm ³ HF < 1 - 5 mg/Nm ³	SO ₂ için referans uygulama aralığı, ham gazda < 1000 mg/m ³ .
Nitrojen oksitleri	SNCR	NO _x 'de % 50 – 80 azaltma	
	SCR	% 85 ila % 95 azaltma NO _x <50 mg/m ³ . Amonyak <5 mg/m ³	Atık gazlarda yüksek oranda hidrojen derişimi bulunduğu takdirde daha yüksek çıkabilir.
Dioksinler	Ana önlemler + yüzerme 3-tabanlı tezgen	< 0.1 ng TEQ/Nm ³	İşlemede dioksin oluşumu mümkün olduğu ölçüde önlenmelidir
Cıva	Yüzerme	0.05 mg/Nm ³	0.01 mg/Nm ³ değeri Avusturya'da aktif karbon filtresi ile donatılmış atık yakma tesisinde ölçülmüştür.
Amonyak & aminler	Ayırıcı	<1 – 10 mgNm ³	Asitli ayırıcı
Hidrojen sülfid	Soğurma (alkalik ayırıcı)	1 - 5 mg/Nm ³	H ₂ S soğurma oranı % 99 +. Alternatif olarak etanolaminli ayırıcıda soğurduktan sonra kükürt geri kazanımı işlemi uygulanabilmektedir.
1. Aksi belirtilmediği takdirde, derişimler referans koşulları olan 0 °C'de, 101.3 kPa'da ve hacim olarak % 3 oksijen içeren kuru egzoz gazı için yarım saatlik / günlük ortalamalar şeklinde verilmiştir.			
2. Standart koşullarda günlük ortalama değer. Yarım saatlik değerler HCl <30 mg/m ³ ve HBr <10 mg/m ³ 'dir.			

Tablo B: LVOC işlemlerinden kaynaklanan diğer hava kirletici maddeler ile ilgili BAT

LVOC işlemlerinden kaynaklanan hava kirletici maddeler çok farklı özelliklere (toksikite, küresel ısınma, fotokimyasal ozon oluşumu, stratosferde ozon tükenimi vb.) sahiptir ve bir çok farklı sistem kullanılarak sınıflandırılmaktadır. Tüm Avrupa'da geçerli olabilecek bir sınıflandırma sistemi mevcut olmadığından C Tablosunda BAT ile ilgili seviyeler Hollanda NeR sistemine bağlı olarak verilmiştir. Yüksek seviyede çevre koruması sağlayan NeR sistemi iyi uygulama örneklerinden sadece birini teşkil etmektedir. BAT ile ilgili salım seviyelerinin belirlenmesinde kullanılacak eşdeğer bir çok sınıflandırma sistemi mevcuttur ve bunlardan bazıları BREF'in Ek VIII'inde özetlenmektedir.

Sınıflar **	Olası BAT çözümleri (ayrıntılı bir liste değildir)	BAT ile ilgili salım seviyeleri (mg/Nm ³) ***	Eşik değeri (kg/h)
Çok tehlikeli maddeler			
Dioksinler & furanlar	İşleme entegre: iyi çalışma koşulları ve ham maddelerde/yakıtta düşük klor oranı.	0.1 (ng I-TEQ/Nm ³)	Eşik değeri yoktur
PCB'ler	Boru ucu tekniği: Aktif karbon, katalitik kumaş filtre, fırında yakma.	0.1**** (ng PCB -TEQ/Nm ³)	Eşik değeri yoktur
Parçacıklar			
Parçacıklar	Süzülmesi mümkün değilse 25'e kadar çıkabilir Süzülmesi mümkün değilse 50'ye kadar çıkabilir	10 – 25 10 - 50	≥ 0.5 < 0.5
Kanser yapıcı maddeler *			
∑ C1		0.1	0.0005
∑ C1 + C2	Fırın, ayırıcı mutlak filtre, aktif karbon.	1.0	0.005

$\Sigma C1 + C2 + C3$		5.0	0.025
Organik maddeler (gaz/buhar)*			
$\Sigma gO1$	Fırın, (yenileyici) aktif karbon, buhar geri kazanım ünitesi.	20	0.1
$\Sigma gO1 + gO2$		100	2.0
$\Sigma gO1+ gO2 + gO3$		100 - 150	3.0
Organik maddeler (katı) *			
$\Sigma sO1$	Süzülmesi mümkün değilse 25'e kadar çıkabilir	10 – 25	≥ 0.1
	Süzülmesi mümkün değilse 50'ye kadar çıkabilir	10 - 50	< 0.1
$\Sigma sO1 + sO2$	Süzülmesi mümkün değilse 25'e kadar çıkabilir	10 – 25	≥ 0.5
	Süzülmesi mümkün değilse 50'ye kadar çıkabilir	10 - 50	< 0.5
$\Sigma sO1 + sO2 + sO3$	Süzülmesi mümkün değilse 25'e kadar çıkabilir	10 – 25	≥ 0.5
	Süzülmesi mümkün değilse 50'ye kadar çıkabilir	10 - 50	< 0.5
İnorganik maddeler (gaz/buhar)			
gI1	Çeşitli çözümler uygulanmaktadır (örneğin kimyasal ayırıcı, alkalik ayırıcı, aktif karbon)	1.0	0.01
gI2		5.0	0.05
gI3		30	0.3
gI4	Asitli/alkalik ayırıcı, S(N)CR, kireç püskürtme.	200	5
İnorganik maddeler (katı) *			
$\Sigma sI1$	Kumaş filtre, ayırıcı, elektrostatik çöktürücü	0.2	0.001
$\Sigma sI1 + sI2$		1.0	0.005
$\Sigma sI1 + sI2 + sI3$		5.0	0.025
* Toplam kuralı geçerlidir (verilen salım seviyesi ilgili sınıftaki maddeler ile alt sınıftaki maddelerin toplamına eşittir).			
** Maddelerin ayrıntılı sınıflandırması Ek VIII'de yer almaktadır: Üye Ülkelerin hava kirletici madde sınıflandırma sistemleri.			
*** Salım seviyesi sadece toplu eşik (arıtılmamış salımların) değerleri aşıldığında geçerlidir. Salım seviyeleri normal koşullar altında yarım saatlik ortalamaları göstermektedir (kuru egzoz gazı, 0 °C ve 101.3 kPa). NeR'de oksijen derişimi tanımlanmamıştır ancak genellikle fiili oksijen derişimi belirtilmektedir (fırınlar için hacim olarak % 11 oksijen muhteviyatı kabul edilebilir bir değerdir).			
**** PCB seviyeleri TEQ cinsinden belirtilmiştir, bu seviyelerin hesaplanmasında kullanılan faktörler için "Van den Berg et al. tarafından yayınlanan Çevre Sağlığı Perspektifleri dergisinin 12 Aralık 1998 tarihli 106. Cildinde" yer alan "İnsanlarda ve Yabani Hayvanlarda PCB, PCDD, PCDF için Toksik Eşitleme Faktörleri (TEF)" başlıklı makaleye başvurunuz			

Tablo C: LVOÇ sanayiinde işlem havalandırma menfezlerinden havaya yapılan salımlar ile ilgili BAT seviyeleri

Parlatma işlemi için BAT aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır: tesis tasarımı / parlatma sistemine hidrokarbon tahliyesi ihtiyacının asgari düzeyde tutulması. Kısa alevler ile yüksek alevler arasında yapılacak tercih güvenlik değerlendirmelerine bağlıdır. Yüksek alevler kullanıldığında sabit pilot alevi / pilot alevi tespiti, verimli karışım ve Kapalı Devre Televizyon sistemi yardımıyla izleme BAT olarak değerlendirilmektedir. VOC'ler için BAT azaltma değerleri yüksek alevler için $> \% 99$, kısa alevler için de $> \% 99.5$ 'tur.

İşlem fırınları için BAT yeni ve mevcut tesislerde BAT 50 - 100 mg NO_x /Nm³ (saatlik ortalama) salım seviyesinin elde edilmesi amacı ile gazla ateşleme ve düşük NO_x brülörü sistemlerinin birlikte kullanılması olarak değerlendirilmektedir. **Diğer yakma üniteleri** (örneğin buharlı kazanlar, gaz türbinleri) için BAT'lar Büyük Yakma Tesisleri BREF'inde açıklanmaktadır.

Karbon dioksit salımları için BAT enerji randımanının artırılmasıdır ancak az miktarda karbon içeren (hidrojen açısından zengin) yakıtların ve fosillerden elde edilmeyen sürekli yakıtların kullanılması da BAT olarak kabul edilebilmektedir.

Su kirletici maddelerin kontrol altına alınması: Su kirletici maddeler için BAT aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- Ağır metaller, toksik veya biyolojik olarak çözünemeyen organik bileşikler içeren atık su akıntılarının (kimyasal) oksitleme, yüzerme, süzme, özütleme, (buharlı) sıyırma, hidroliz veya oksijensiz ön arıtma ve bunların ardından biyolojik arıtma işlemleri uygulanarak ayrı

bir şekilde arıtılması ve geri kazanımı. Münferit olarak arıtılan atık su akıntıları için BAT salım seviyeleri (günlük ortalama) aşağıda açıklanmaktadır: Hg 0.05 mg/l; Cd 0.2 mg/l; Cu / Cr / Ni / Pb 0.5 mg/l; ve Zn / Sn 2 mg/l.

- Ağır metaller, toksik veya biyolojik olarak çözünemeyen organik bileşikler içermeyen organik atık su akıntıları düşük yük seviyesine sahip bir tesiste birleşik biyolojik arıtma işlemine tabi tutulmaya uygundur (biyolojik çözünürlüğün değerlendirilmesi, kısıtlayıcı etkiler, tortuların bozulmasına neden olan etkiler, uçuculuk ve kirletici artık seviyeleri). Atık sularda bulunan BAT ile ilgili BOD seviyesi 20 mg/l'den düşüktür (günlük ortalama).

LVOC işlemlerinden kaynaklanan atık sular diğer etkenlerin yanı sıra uygulanan işlemlerden, işlemlerin çeşitliliğinden, su tüketiminden, kaynakların kontrol altına alınması amacı ile uygulanan önlemlerden ve ön arıtma işlemi seviyesinden büyük ölçüde etkilenmektedir. TWG uzmanları tarafından yapılan değerlendirmeye göre BAT ile ilgili salım seviyeleri aşağıda açıklandığı şekilde belirlenmiştir (günlük ortalama): COD 30 – 125 mg/l; AOX < 1 mg/l; ve toplam nitrojen 10 - 25 mg/l.

Suların ve artıkların kontrol altına alınması: Sular ve artıklarla ilgili BAT aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- Tezgenler – yenileme / yeniden kullanım ve tükendiğinde içerdiği değerli metallerin geri kazanımı
- Tükenmiş arıtma maddeleri – mümkün olduğu takdirde yenilenmeleri aksi takdirde toprak dolgulara gömülmesi veya yakılması
- Organik işlem artıkları – azami ölçüde ham madde veya yakıt olarak kullanılmaları, aksi takdirde yakılması
- Tükenmiş ayıraçlar – azami ölçüde geri kazanılması veya yakıt olarak kullanılması, aksi takdirde yakılması.

Örnek işlemler: Düşük olefinler (Bölüm 7)

Genel bilgiler: Düşük olefinler LVOC sanayiinde en büyük ticari kimyasal madde grubunu oluşturmakta ve çok çeşitli türevler halinde kullanılmaktadır. 1998 yılında Avrupa'da etilen üretimi 20.3 milyon ton, propilen üretimi ise 13.6 ton seviyesindeydi. Etilenin % 98'i, propilenin ise % 75'i buharlı ayrıştırma yöntemi ile üretilmektedir. Avrupa'da halen 50 civarında buharlı ayrıştırma tesisi faaliyetini sürdürmektedir. Avrupa'da faaliyet gösteren ortalama tesis hacmi 400 kt/yıl civarındadır, büyük tesislerde ise yılda bir milyon tona yakın üretim yapılabilmektedir. Olefin üretimi için ham madde olarak hafif gazlardan (etan ve LPG) rafinerilerde üretilen sıvılara kadar (nafta ve gaz yağı) çeşitli ürünler kullanılmaktadır. Genellikle daha fazla yan ürün elde edilen (propilen, butadiyen, benzen) ağır ham maddelerin işlenebilmesi için büyük ve kompleks tesislere gereksinim duyulmaktadır. Tüm düşük olefinler performanstan ziyade ürün özelliklerine göre satılmakta ve belirleyici faktörün ürünün fiyatı olduğu uluslararası piyasalarda rağbet görmektedir. Buharlı ayrıştırma tesislerinde genellikle küçük mühendislik firmalarından alınan patentli teknolojiler kullanılmaktadır. Kullanılan tasarımlar genel anlamda birbirlerine benzemekle birlikte özellikle fırınlarla ilgili çeşitli ayrıntılar büyük ölçüde ham madde seçimine / özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. Küresel rekabet, kullanılan çeşitli teknolojilerin performans açısından birbirlerine üstünlük sağlamalarını önlemekte ve teknoloji seçimi genellikle geçmiş deneyimlere, yerel koşullara ve toplam yatırım maliyetine bağlı olarak yapılmaktadır.

Uygulanan işlemler: Yüksek ısı alma özelliğine sahip (bir ton etilen için 15 ila 50 GJ) buharlı ayrıştırma işlemi "ayrıştırma" tepkimeleri 800°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çalışan piroliz fırınlarında gerçekleşmektedir. Ancak olefin ürünlerinin geri kazanımı ve arıtılması için 35 bar basınç altında ve -150°C sıcaklıkta gerçekleşen kriyojenik ayırma işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Tesisler enerjinin geri kazanımı amacı ile büyük ölçüde entegre bir tasarıma sahiptir. Ham maddelerin / ürünlerin uçuşu ve parlayıcı yapısı yüksek standartlı komple entegre bir tesis gerektirmektedir, kapalı salım sistemlerinin kullanımı da dahil olmak üzere randımanlı

çalışan tesislerde ayrıştırma ünitesinden kaynaklanan toplam hidrokarbon kayıpları bir ton etilen başına 5 ila 15 ton gibi düşük bir değerde kalmaktadır.

Tüketim/salımlar: Buharlı ayrıştırma işlemlerinin büyük ölçekli işlemler olması nedeniyle salım potansiyeli çok yüksektir.

Hava. Piroлиз fırınlarında düşük miktarda kükürt içeren gazlar (genellikle hidrojen içeren gazlar) yakılmakta ve havaya yapılan salımlar genellikle yakma işleminden kaynaklanmaktadır (CO₂, CO, NO_x). Daha az değerli olan ayrıştırma ürünlerinin yakıt olarak kullanılması (örneğin yardımcı fırınlarda veya diğer ısıtıcılarda) ve fırın bobinlerinde biriken kokların yakılması nedeniyle kükürt dioksit ve parçacık salımları oluşmaktadır. Yakma işleminden, kaçak kayıplarından ve atmosferik havalandırma menfezlerinden kaynaklanan kayıplardan VOC salımları oluşabilmektedir.

Su. Genel atık sulara (örneğin fırın besleme suyu) ilaveten üç farklı atık su akıntısı oluşmaktadır; işletme suyu (eritme buharı), tükenmiş kostik ve koktan arındırma merdanesinden püskürtülen sular. Hidrokarbonlu sıvılara temas eden akıntılarda aşağıda belirtilen kirletici maddelerin bulunması mümkündür: hidrokarbonlar; çözülmüş inorganik katı maddeler ve parçacıklar; kimyasal veya biyolojik olarak oksijene gereksinim duyan maddeler ve metal katyon kırıntıları.

Katı atıklar. Ham madde olarak gaz veya nafta kullanıldığında buharlı ayrıştırma işleminde az miktarda katı atık üretilmektedir ancak gazyağı kullanıldığı takdirde yağlı tortular oluşmaktadır. Buharlı ayrıştırma işleminde çoğunlukla organik tortular ve kok oluşmaktadır ancak tükenmiş tezgenlerin, yüzerme maddelerinin ve bazı çözücülerin periyodik olarak imha edilmesine gereksinim duyulabilmektedir.

Kullanılabilecek en iyi teknikler:

İşlem seçimi: Tüm düşük olefinlerin üretiminde kullanılabilecek büyük ölçekli tek yöntem olan buharlı ayrıştırma işlemi genellikle BAT olarak değerlendirilmektedir. Ham madde olarak gaz kullanan tesislerden yapılan salımlar ham madde olarak nafta veya gaz yağı kullanan tesislerden yapılan salımlardan daha düşüktür ancak BAT olarak belirlenmiş bir ham madde mevcut değildir.

Havaya yapılan salımlar. Atmosfere yapılan salımların asgari düzeyde tutulmasına yönelik olarak en önemli BAT randımanlı piroliz fırınlarının seçimi, bakımı ve kullanılmasıdır. Doğal gaz veya artık gaz (metan ve hidrojen karışımı) kullanan modern fırınların ısı verimliliği % 92 - 95 arasındadır. Bu fırınlarda etkili bir yakma yönetimi sağlamak amacı ile gelişmiş kontrol sistemleri ve çok düşük NO_x brülörleri (BAT ile ilgili salım seviyesi 75 - 100 mg NO_x/Nm³ - saatlik ortalama) veya Seçici Katalitik DeNO_x üniteleri (BAT ile ilgili salım seviyesi 60 - 80 mg NO_x/Nm³ - saatlik ortalama) kullanılmaktadır. Modern SCR ünitelerinin yüksek NO_x indirgeme hızında BAT ile ilgili amonyak salım değerleri <5 mg/m³ (saatlik ortalama) seviyesindedir ancak tezgen eskidikçe salım seviyeleri yükselebilmektedir.

Ayrıştırma fırınlarında hava/buhar karışımı yardımıyla düzenli olarak kok giderme işlemi uygulanması gerekmektedir. Kok giderme işleminden kaynaklanan gazlar fırın ocağına ya da su püskürtme veya siklonlu geri kazanım sistemleri yardımıyla parçacık salımlarının 50 mg/Nm³ (saatlik ortalama) değerinden daha düşük tutulabildiği ayrı bir kok giderme merdanesine yönlendirilmektedir.

Ortaya çıkabilecek büyük bir arıza halinde hidrokarbonların güvenli bir şekilde imha edilmesine olanak sağlayan yüksek kapasiteye sahip uzun alevler etilen tesislerinin en önemli özelliklerinden biridir. Alevle parlatma çevre üzerinde önemli etkilere sahip olmasının yanı sıra (görüntü, ses) operatör açısından büyük kayıplara da neden olmaktadır. Bu nedenle güvenilir tesisler ve donanım kullanmak suretiyle parlatma işlemini asgari düzeyde tutmak, parlatma işlemine gönderilen maddeler için geri dönüşüm tesisleri kurmak ve alternatif imha yolları

oluşturmak (teknik özellikleri uygun olmayan maddelerin işlem akıntısının diğer bölümlerine gönderilmesi) BAT olarak değerlendirilmektedir. Tesislerin işletmesi ve bakımı ile ilgili olarak iyi yönetim uygulamalarının geliştirilmesi performansın artırılmasında ve buna bağlı olarak salımların azaltılmasında büyük bir rol oynamaktadır. Alev parlamalarının süresini kısaltmak ve büyümesini önlemek amacı ile kapalı devre televizyon sistemi yardımıyla sürekli olarak izleme, akış oranı ile kumanda edilen otomatik buhar püskürtme sistemi ve pilot alev tespiti BAT olarak değerlendirilmektedir. Optimum koşullar altında alevlerin yanma verimliliği % 99 seviyesindedir.

Karbon dioksit ve kükürt oksit gibi asit gazları sodyum hidroksitle tepkimeye girerek ayrıştırılmış gazdan ayrılmaktadır (bazı durumlarda ilk olarak yenilenebilir aminlerle ayırma yöntemi kullanılarak asit gazı yükü azaltılmaktadır). Tesiste tükenmiş kostik buharının geri kazanımının mümkün olmadığı ya da buharın atık sulara tahliye edilmeden önce ıslak hava ile oksitleme teknikleri yardımıyla arıtıldığı durumlarda asitli gaz salımları oluşabilmektedir. Tükenmiş kostiğin asitleştirme yöntemiyle arıtıldığı durumlarda oluşan hidrojen kükürt gazı uygun bir fırında yakılmakta (yakılarak kükürt dioksit dönüşmektedir) ya da nadiren kükürtün geri kazanımı amacı ile yakındaki bir Claus ünitesine gönderilmektedir.

Uçucu hidrokarbonların depolanması ve taşınması sırasında atmosferik havalandırma menfezleri kullanılmasından kaçınılması BAT olarak değerlendirilmektedir. Kaçak salımlarının azaltılması için BAT, kaynaklı borular, pompalarda / kompresörlerde yüksek sızdırmazlığa sahip keçeler, uygun tecrit / kumanda vanası salmastraları kullanılması ve salımların etkili yönetim sistemleri yardımıyla izlenmesi ve planlı bakım yardımıyla azaltılmasıdır.

Suya yapılan salımlar. Atık sular için BAT, işleme entegre tekniklerin kullanılması ve geri dönüşüm / nihai arıtma işlemi öncesinde geri kazanımı azami düzeye çıkarmak amacı ile işlemidir.

- Su akıntılarının yıkanması suretiyle ağır hidrokarbonların giderilmesi, sıyırılması ve yeniden buharlaştırılarak fırınlara gönderilmesi işlemlerinin gerçekleştirildiği eritme buharı üretme tesisi işlemlerden kaynaklanan atık su akıntıları için BAT (ayırıştırma fırınlarında kullanılan eritme buharının yoğunlaşmasından kaynaklanan atık sular) olarak değerlendirilmektedir.
- Tükenmiş kostik için geri kazanım, ıslak hava ile oksitleme, asitleştirme (ardından kükürtün geri kazanımı veya yakma) veya asitli gazların parlatılması BAT olarak değerlendirilmektedir.
- Atık suların nihai arıtma işlemi için fiziki ayırma (örneğin API ayırıcısı, oluklu levhalı ayırıcı) ve parlatma (örneğin hidrojen peroksit yardımıyla oksitleme veya biyolojik arıtma işlemi) BAT olarak değerlendirilmektedir. Nihai su salımları için BAT seviyeleri (günlük ortalama) şöyledir: COD 30 – 45 mg/l ve TOC 10 - 15 mg/l (bir ton etilen için 2 - 10 g).

Yan ürünler / atıkları. Aşağıda belirtilen işlemler BAT olarak değerlendirilmektedir: tortular gibi organik atıkların düzenli olarak API ayırıcılarından temizlenerek uzman müteahhitler yardımıyla yakılması; tükenmiş tezgenlerin ve kurutucu maddelerin değerli metallere geri kazanılmasının ardından toprak dolgulara gömülmesi; kokların hareketsiz hale getirilerek toprak dolgulara gömülmesi ve/veya yakılması

Örnek işlemler: Aromatik maddeler (Bölüm 8)

Genel bilgiler: Aromatik maddeler ifadesi benzen, toluen, karışık ksilenler, orto-ksilen, para-ksilen, meta-ksilen (BTX olarak da bilinmektedir) gibi maddeler için kullanılmaktadır. Benzen stiren, kümen ve sikloheksan üretiminde kullanılmaktadır. Toluene ise çoğunlukla benzen, fenol ve toluen diizosiyanat üretiminde kullanılmaktadır. Para-ksilen polietilen tereftalata (PET) dönüştürülmektedir, karışık ksilenler genellikle çözücü olarak kullanılmakta, orto-ksilen ise fitalik anhidrit yapımında kullanılmaktadır.

1998 yılında Batı Avrupa aromatik madde sanayii toplam değeri 2.3 milyar \$ tutarında 10 milyon tonu aşkın üretim yapmıştır. Farklı işlemlerden ve ham maddelerden üretilen altı ana ürüne sahip olan aromatik madde pazarı karmaşık ve istikrarsız bir piyasadır. Aromatik maddelerin piyasa fiyatları birbirlerine çok yakından bağlıdır ve ham petrol maliyetlerinden, nafta fiyatlarından ve döviz kurlarından büyük ölçüde etkilenmektedir. Bununla birlikte Avrupa Birliği'nin Otomotiv Yağı Yönergesi uyarınca benzin içerisinde bulunan benzen oranı 01/01/2000 tarihi itibarıyla < % 1 olarak sınırlandırılmış ve böylece benzinin işlem başlangıcında ham maddelerden geri kazanılması gereksinimi ortaya çıkarak AB benzen üretiminin artmasına neden olmuştur.

Uygulanan işlemler: BTX aromatik maddeleri üç ana ham maddeden üretilmektedir: rafinerilerde ıslah edilen hidrokarbonlar, buharlı ayırıştırma piroliz fırınında üretilen benzin (pirogaz), ve kömür katranının işlenmesinden elde edilen benzol. Kullanılan ham maddeler aromatik maddelerin karışmasından oluşmakta ve ayrılıp arındırılarak kimyasal madde piyasasına sürülmektedir.

- *Benzen:* Avrupa'da benzenin % 55'i piyazdan, % 20'si ıslah edilen hidrokarbonlardan ve küçük bir kısmı da kömür katranından ve diğer aromatik maddelerin kimyasal işleme tabi tutulması sırasında oluşan artıklardan üretilmektedir. Avrupa'da faaliyet gösteren 57 üretim ünitesinin yıllık toplam kapasitesi 8100 bin tondur.
- *Toluen:* Avrupa'da toluen üretiminin yarısı piyazdan yarısı da ıslah edilen hidrokarbonlardan elde edilmektedir. 28 üretim ünitesinin yıllık toplam kapasitesi 2760 bin tondur.
- *Ksilen:* Ksilenlerin ana kaynağı ıslah edilen hidrokarbonlardır. Ksilen üretimi genelde para-ksilen üzerinde yoğunlaşmaktadır ancak bir çok üretici orto-ksilen ve meta ksilen de üretmektedir. Avrupa'da faaliyet gösteren 11 üretim ünitesinin yıllık kapasitesi 1850 bin tondur.

Üretim işlemi seçimi ham madde temin olanaklarına, maliyetlerine ve aromatik maddelere olan talebe bağlı stratejik bir karardır. Kullanılan ham maddelerin ve talep edilen ürünlerin çeşitliliği nedeniyle hemen hemen tüm aromatik madde üretim tesisleri kendine özgü bir konfigürasyona sahiptir. Ancak petro kimyasal ham maddelerden aromatik madde üretimi sırasında aşağıdaki işlemlerin gerçekleşmesine olanak sağlayan birbirine bağlı ve entegre bir takım ünite işlemleri uygulanmaktadır:

- Aromatik maddelerin aromatik olmayan maddelerden ayrılması ve saf ürünlerin gelişmiş fiziki ayırma işlemleri (örneğin eşkaynarlı damıtma, özütleyici damıtma, sıvı-sıvı ayırması, dondurarak kristalleştirme, yüzerme, BF₃/HF ile kompleks oluşturma) yardımıyla tecrit edilmesi. En yaygın olarak kullanılan yöntemler çözücü arıtması ve damıtmadır.
- Aşağıda yer alan teknikler yardımıyla kimyasal yollardan daha faydalı ürünlere dönüştürme:
 - hidrojenle alkilden arındırma yöntemiyle toluenin benzene dönüştürülmesi (THD veya HDA)
 - Toulene orantısını bozma yöntemiyle toluenin benzene ve ksilene dönüştürülmesi (TDP)
 - Ksilenin ve/veya m-ksilenin izomerleştirme yöntemiyle p-ksilene dönüştürülmesi.

Aromatik madde üretim üniteleri rafinerilerde veya petro kimya komplekslerinde bulunmakta ve işlem entegrasyonu sayesinde tüm kaynaklardan, yan ürünlerden ve parlatma sistemleri ve atık su arıtma sistemleri gibi tesislerden yararlanmaktadır. Aromatik madde üretim işlemlerinin çoğu uluslararası teknoloji sağlayıcıları tarafından geliştirilip üretilmektedir. Tümü yerel koşullara uygun farklı ham madde ve işlem özelliğine sahip 70'den fazla ürün lisansı ve 20'den fazla lisansör mevcuttur.

Tüketim/satımlar: Enerji tüketimi ham maddenin içerdiği aromatik madde miktarına, ısı entegrasyonu seviyesine ve kullanılan teknolojiye bağlıdır. Aromatik maddeler ısısalan (örneğin hidro arıtma) veya enerji yoğun (örneğin damıtma) işlemler yardımıyla üretilmektedir ve ısının geri kazanımı ve kullanımı için çeşitli fırsatlar mevcuttur.

Aromatik madde üretim tesislerinden yapılan salımlar çoğunlukla ayırma işlemi için gereken ısı, enerji, buhar, soğutma suyu gibi kaynakların kullanılmasına bağlı olarak oluşmaktadır. İşlem tasarımları normalde atmosfere salım yapılmasına olanak vermemektedir ve ana işlemlerden kaynaklanan az miktardaki salımlar yabancı maddelerin giderilmesi işlemlerinden, işlemler sırasında oluşan atık akıntılardan ve donanımdan yapılan salımlardan kaynaklanmaktadır.

Kullanılabilecek en iyi teknikler: İşlem seçimi büyük ölçüde kullanılan ham maddelere ve talep edilen ürünlere bağlı olduğundan herhangi bir işlemin BAT olarak belirlenmesi mümkün değildir.

Havaya yapılan salımlar: BAT aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- Aromatik madde üretim tesisinde ve etrafındaki ünitelerde enerji entegrasyonunun optimize edilmesi
- Yeni fırınlara Ultra Düşük NO_x brülörleri (ULNB) takılması, büyük fırınlarda ise katalitik De-NO_x (SCR) kullanılması. Bu sistemlerin mevcut fırınlara takılması tesis tasarımına, boyuna ve yerleşim düzenine bağlıdır.
- Rutin işlem gazlarının ve emniyet vanalarından yapılan tahliyelerin gaz geri kazanım sistemlerine ya da parlatma işlemine yönlendirilmesi
- Operatörün müdahalesini asgari düzeye indirecek kapalı döngü örnekleme sistemleri kullanılması ve örnek almadan önce yapılan boşaltma işlemi sırasında ortaya çıkan salımların azaltılması
- Tesislerin arızalanması durumunda salımların asgari düzeyde tutulabilmesi için ısı girişini ve tesislerin çalışmasını hızlı ve güvenli bir şekilde durdurmak amacı ile “ısıyı durduran” kumanda sistemleri kullanılması
- Hidrokarbon, özellikle >1 wt % benzen veya >25 wt % aromatik madde içeren donanımın bakım öncesi tahliye edilmesi ve havalandırılması amacı ile kapalı boru sistemleri kullanılması
- İşlemlerden kaynaklanan buharın >1 wt % benzen veya >25 wt % toplam aromatik madde içermesi halinde kutu içi pompa, gaz boşaltmalı tek keçe, çift mekanik keçe veya manyetik olarak tahrik edilen pompa kullanılması
- Açılır gövdeli manuel vanalara veya kumanda vanalarına körük ve salmastra kutusu takılması ya da personelin kaçak salımlara maruz kalması olasılığı mevcutsa yüksek sızdırmazlığa sahip salmastralar (örneğin karbon fiber) kullanılması
- Çift mekanik keçeye sahip kompresörler, işleme uygun sıvı conta veya gaz keçesi ya da keçesiz modeller kullanılması
- Hidrojenleme sırasında ortaya çıkan gazların ısının geri kazanımına uygun donanıma sahip bir fırında yakılması
- Dökme aromatik maddelerin [EC DGXI, 1990 #16] çift keçeli, hareketli tavana sahip tanklarda (benzen gibi tehlikeli aromatik maddeler için uygun değildir), yüksek sızdırmazlık sağlayan keçelere ve hareketli tavana sahip sabit tavanlı tanklarda veya birbirine bağlantılı buhar boşluklarına sahip, buharın tek bir havalandırma kanalından geri kazanıldığı ya da soğurulduğu sabit tavanlı tanklarda depolanması
- Aromatik maddelerin yüklenmesi, boşaltılması için kapalı havalandırma sistemleri kullanılması, alttan yükleme sistemi kullanılması ve oluşan buharların bir buhar geri kazanım ünitesine, brülöre veya parlatma sistemine yönlendirilmesi.

Suya yapılan salımlar: BAT aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- Atık su oluşumunun azaltılması, atık suyun azami ölçüde yeniden kullanılması.
- Hidrokarbonların geri kazanılması (örneğin buharlı ayırma yöntemiyle), hidrokarbonların yakıt sistemlerine veya diğer geri kazanım sistemlerine gönderilmesi ve suyun (yağ ayrıldıktan sonra) biyolojik arıtma işlemine tabi tutulması.

Atıklar: BAT aşağıda belirtilen tekniklerin ve diğer tekniklerin uygun kombinasyonlarının kullanılmasından oluşmaktadır:

- Tükenmiş tezgenlerin içerisinde bulunan değerli metallerin geri kazanılması ve yeniden kullanılması ve tezgen desteğinin toprak dolgulara gömülmesi
- Yağlı tortuların yakılması ve ısının geri kazanılması
- Tükenmiş killi yüzerme maddelerinin toprak dolgulara gömülmesi veya yakılması.

Örnek işlem: Etilen oksit / Etilen glikol (Bölüm 9)

Genel bilgiler: Etilen oksit (EO) bir çok önemli ürünün üretiminde kullanılan bir ara kimyasal maddedir. Bu madde esas olarak etilen glikollerini (EG) üretiminde kullanılmaktadır ancak etoksiller, glikol eterleri ve etanol aminleri de üretilmektedir.

Avrupa Birliği'nin EO üretim kapasitesi (reaktör sonrası) yılda 2500 bin tondur ve bu üretim 14 farklı üretim tesisinde gerçekleştirilmektedir. Elde edilen EO'nun yaklaşık % 40'ı glikole dönüştürülmektedir (bu rakam dünya çapında % 70'tir). Avrupa'daki tesislerde genellikle EO ve EG entegre olarak üretilmektedir. EO ve MEG kullanım performansından ziyade kimyasal özelliklerine göre satılmaktadır ve bu nedenle ürünler genellikle fiyatla rekabet etmektedir.

Toksik bir madde olan etilen oksit insanlarda kanser yapıcı özelliğe sahiptir. Hava ile karışmadan dahi parlayıcı bir gaz olan EO kendiliğinden çözünerek patlayabilmektedir. Kararlı, oksitlenmeyen bir sıvı olan etilen glikollerini gözleri ve uzun süreli temaslarda cildi tahriş edebilmektedir.

Uygulanan işlemler: Etilen oksit, etilen ve oksijenin (veya hava) gaz halinde iken gümüş bir tezgen yardımıyla tepkimeye girmesiyle elde edilmektedir. Tezgen % 100 seçici değildir ve kullanılan etilenin bir kısmı CO₂'ye ve suya dönüştürülmektedir. EO reaktörlerinde ortaya çıkan tepkime ısısı geri kazanım yöntemiyle tesiste ısıtma amacı ile kullanılan buhara dönüştürülmektedir. EO gaz halindeki reaktör atıklarından suda soğurma yöntemiyle geri kazanılmakta ve ardından bir sıyırıcıda toplanmaktadır. Oksijen işleminde EO soğurucusundan gelen gazın bir kısmı karbon dioksitin soğurma (sıcak potasyum karbonat çözeltisinde) yöntemiyle arındırılarak bir sıyırıcıda karbonat çözeltisinden çıkartıldığı bir kuleden geçirilmektedir.

Etilen glikollerini EO'nun yüksek sıcaklıklarda (genellikle 150 - 250 °C) su ile tepkimeye girmesiyle elde edilmektedir. Bu işlemde elde edilen ana ürün Mono Etilen Glikoldür ancak Di Etilen Glikol (DEG) ve Tri Etilen Glikol (TEG) gibi değerli yan ürünler de elde edilmektedir. MEG genellikle polyeşter lifleri ve polietilen tereftalat (PET) üretiminde kullanılmaktadır.

Tüketim/salımlar: Ham maddeler, enerji tüketimi, atık gaz ve sıvılar, yan ürünler ve atıklar önemli ölçüde kullanılan EO tezgeninin seçiciliğine bağlıdır. EO / EG işleminde kaynaklanan ana atık akıntıları aşağıda yer almaktadır:

- **CO₂ havalandırma menfezi** EO reaktöründe oluşan CO₂'nin (ve etilen ve metan kalıntılarının) boşaltılmasını sağlamaktadır. Satılmak amacı ile geri kazanılmakta veya ısıl / katalitik oksitlemeye tabi tutulmaktadır.
- **Asal gaz havalandırma menfezleri** etilen ve oksijen ham maddelerinin içerisinde bulunan asal gazların boşaltılmasını sağlamaktadır. Tahliye edilen gazlar çoğunlukla hidrokarbonlardan oluşmakta ve genellikle yakıt olarak kullanılmaktadır.
- Yan ürün olarak ortaya çıkan **ağır glikol akıntıları** genellikle müşterilere satılmaktadır.
- EO/EG ünitesinin **birleşik atık suları** suda çözünebilir az miktarda hidrokarbonun (çoğunlukla glikollerden oluşmaktadır) çözünmesi amacı ile bir biyolojik arıtma tesisine gönderilmektedir.
- Ana **kati atık** kaynağı tükenmiş EO tezgenleridir (fonksiyonu ve seçiciliği azaldığında düzenli olarak değiştirilmelidir). Tükenmiş EO tezgeni, içerisinde bulunan gümüşün geri kazanımı amacı ile harici bir tasfiyehaneye gönderilmekte, hareketsiz taşıyıcılar da imha edilmektedir.

Kullanılabilecek en iyi teknikler:

İşlemler: **Etilen oksit** için BAT, etilenin saf oksijen yardımıyla doğrudan oksitlenmesidir (böylece etilen tüketim miktarı ve gaz salım miktarı azaltılmaktadır). **Etilen glikol** için BAT, EO'nun hidrolize tabi tutulmasıdır (arzu edilen glikol üretim miktarının azami, enerji tüketiminin asgari düzeyde tutulmasını sağlayan tepkime koşulları altında).

Havaya yapılan salımlar: EO kaybını ve dolayısıyla personelin EO'ya maruz kalmasını önleyecek teknikler çevrenin korunması açısından BAT olarak değerlendirilmektedir.

CO₂ salımları için BAT, CO₂'nin geri kazanılıp satılmasıdır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda daha etkili bir oksitleme tezgani uygulayarak CO₂, metan ve etilen salımlarını asgari düzeye düşürmek, metan ve etilen seviyelerini CO₂ sıyırma işleminden önce azaltmak ve/veya CO₂ salımlarını ısı / katalitik oksitleme ünitesine yönlendirmek BAT olarak kabul edilmektedir.

Asal gaz salımları için enerjinin geri kazanılması amacı ile bir gaz yakıt sistemine aktarmak veya parlatma işlemi uygulamak BAT olarak değerlendirilmektedir (EO salım seviyeleri tipik olarak < 1 mg EO/Nm³ düşürülmektedir – saatlik ortalama). EO tepkimesi saf oksijen yerine hava kullanılarak gerçekleştirildiği takdirde fazla asal gazların, artık etilenin EO'ya dönüştürülmesi amacı ile ikinci oksitleme reaktörüne aktarılması BAT olarak değerlendirilmektedir.

EO içeren havalandırma gazları için BAT:

- <5 mg EO/Nm³ (saatlik ortalama) değeri elde edilinceye kadar su ile ayırma işlemi uygulanması ve atmosfere salınması (az miktarda metan ve etilen içeren havalandırma gazları için)
- su ile ayırma işlemi uygulanması ve geri dönüştürme yöntemiyle yeniden işlenmesi (dikkate değer miktarda metan ve etilen içeren havalandırma gazı akıntıları için)
- minimizasyon teknikleri (örneğin basınç dengeleme & buharın depolama / yükleme işlemine iadesi)

Suya yapılan salımlar: Kısmen katılan akıntıların toplanması suretiyle ağır organik akıntıların geri kazanımı (satmak veya yakmak amacı ile) ve atık su akıntısının kalan kısmının bir biyolojik arıtma ünitesine yönlendirilmesi, suya yapılan salımları azaltmak için BAT olarak kabul edilmektedir. BAT uygulaması reaktör çıkışı salım seviyesinin 10 - 15g TOC/t EO değerine düşmesini sağlamaktadır.

Yan ürünler ve atıklar:

- Ağır glikoller için işlem sırasında oluşumu asgari düzeyde tutmak ve satış miktarını artırarak imha edilecek miktarı azaltmak (yakmak suretiyle) BAT olarak kabul edilmektedir.
- Tükenmiş tezganlar için tezgan hizmet ömrünün optimize edilmesi ve imha edilmeden (örneğin toprak dolguya gömülerek) önce içerisinde bulunan gümüşün geri kazanımı BAT olarak kabul edilmektedir.

Örnek işlem: Formaldehit (Bölüm 10)

Genel bilgiler: Formaldehit % 100 aldehit polimeri olarak veya diğer kimyasal maddelerle birlikte tepkimeye girmek suretiyle çeşitli ürünlerin (örneğin reçineler, boyalar) üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Avrupa'da yıllık üretim kapasitesi olan 3100 bin ton, 13 Üye Ülkede bulunan 68 üretim ünitesinde elde edilmektedir. Toksik bir madde olan formaldehitin yüksek derişim oranlarında kanser yapıcı özelliğe sahip olmasından da şüphe edilmektedir ancak tahriş edici etkisi nedeniyle insanların yüksek derişim oranlarına sahip formaldehide maruz kalmaları mümkün olmamaktadır. Çalışanların formaldehide maruz kalmamaları için katı işletme kuralları uygulanmaktadır.

Uygulanan işlemler: Formaldehit metanolün az ("gümüş işlem") veya çok hava ("oksitleme işlemi") bulunan ortamlarda katalitik olarak oksitlenmesi ile elde edilmektedir. Gümüş işlemin

toplam ya da kısmi metanol dönüşümüne göre farklı tasarımlarda hazırlanması mümkündür. Uygulanan bu işlemlerin çeşitli avantajları ve dezavantajları vardır ve Avrupa’da gümüş ve oksitleme yöntemleri hemen hemen eşit şekilde uygulanmaktadır.

Tüketim/salımlar: En çok kullanılan kaynaklar elektrik ve buhardır ve bunların tüketim miktarları doğrudan kullanılan işlemin seçiciliğine bağlıdır. İşlemin seçiciliği ise reaktörlerde meydana gelen karbon kayıplarına (CO ve CO₂). Karbon kaybı ne kadar düşük olursa seçicilik de o oranda yüksek olmaktadır. Ancak karbonun tamamen oksitlenmesi yüksek miktarda ısısalan bir işlem olduğundan (formaldehit üretimi için kullanılan tepkimelere kıyasla) yüksek miktarda karbon kaybı daha fazla buhar üretilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle zayıf bir tezgen yüksek miktarda buhar üretilmesini sağlamakta ancak metanol tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Havaya yapılan salımlar: Hem gümüş hem de oksitleme işlemlerinde sürekli tek atık gaz akıntısı formaldehit soğurma kulesinden kaynaklanan gazlardır. En önemli kirletici maddeler formaldehit, metanol, CO ve dimetil eterdir. Depoların havalandırmasından ve kaçaklardan kaynaklanan salımlar da mevcuttur.

Suya yapılan salımlar: Normal çalışma koşulları altında gümüş ve oksitleme işlemleri önemli miktarda sürekli atık su akıntılarını neden olmamaktadır. Zaman içerisinde ortaya çıkan atık su akıntıları ise formaldehitin sulandırılması amacı ile işleme yönlendirilmektedir.

Atıklar: Normal çalışma koşulları altında ortaya çıkan katı atıklar hakkında çok az bilgi mevcuttur ancak katı para-formaldehitten oluşan tükenmiş tezgenler ve tükenmiş filtreler mevcut olacaktır.

Kullanılabilecek en iyi teknikler: Oksitleme ve gümüş işlemi üretim açısından BAT olarak değerlendirilmektedir. İşlem tercihi aşağıda belirtilen faktörlere bağlı olarak yapılmaktadır: metanol tüketimi ve fiyatı; tesis üretim kapasitesi; tesisin fiziki ölçüleri; elektrik kullanım miktarı; buhar üretimi; ve tezgen fiyatı / hizmet ömrü. Enerji dengesinin tüm tesis göz önünde bulundurularak optimize edilmesi BAT olarak değerlendirilmektedir.

Havaya yapılan salımlar:

- Soğurucudan, depolama ve yükleme / boşaltma sistemlerinden kaynaklanan salımlar için geri kazanım (soğuşturma, ıslak ayırıcı) ve/veya özel olarak tahsis edilmiş veya merkezi bir yakma ünitesinde arıtmak suretiyle < 5 mg/Nm³ değerinden (günlük ortalama) düşük formaldehit salımı elde edilmesi, BAT olarak değerlendirilmektedir
- **Gümüş işleminde** ortaya çıkan atık soğurucu gazları için BAT, enerjinin bir motor veya ısı oksitleyici yardımıyla geri kazanımı ve aşağıda belirtilen salım seviyelerinin elde edilmesidir:
 - Karbon monoksit 50 mg/Nm³ günlük ortalama (0.1 kg/t formaldehit % 100)
 - Nitrojen oksitleri (NO₂) 150 mg/Nm³ günlük ortalama (0.3 kg/t formaldehit % 100)
- **Oksitleme işleminde** tepkimeden kaynaklanan gazlar için BAT, katalitik oksitleme yöntemiyle aşağıda belirtilen salım seviyesinin elde edilmesidir: karbon monoksit <20 mg/Nm³ günlük ortalama (0.05 kg/t formaldehit % 100) ve nitrojen oksitleri (NO₂) <10 mg/Nm³ günlük ortalama
- Metanol depolama tanklarının, gaz akıntılarının yükleme/boşaltma sırasında geri üfleme gibi yöntemlerle azaltılmasını sağlayacak bir tasarıma sahip olması BAT olarak değerlendirilmektedir.
- Metanol ve formaldehit depolarından kaynaklanan gazlar için BAT: ısı / katalitik oksitleme, aktif karbonla yüzerme, suda soğurma, işleme geri kazandırma ve işlemde kullanılan hava fanının emme girişine yönlendirme.

Atık sular için BAT, formaldehit çözeltisi için seyreltme suyu olarak azami ölçüde yeniden kullanılmasını sağlamak, yeniden kullanımın mümkün olmadığı durumlarda ise biyolojik arıtma işlemidir.

Tezgen atıkları için BAT, ilk olarak tepkime koşullarının optimize edilmesi suretiyle tezgenin hizmet ömrünün artırılması ve ardından tükenmiş tezgenlerin içerisinde bulunan metallerin geri kazanımıdır.

Biriken katı **para-formaldehit** için BAT, ısıtmanın, izolasyonun ve akış sirkülasyonunun optimize edilmesi suretiyle oluşumunun önlenmesi ve engellenemeyen oluşumların yeniden kullanımınıdır.

Örnek işlem: Akrilonitril (Bölüm 11)

Genel bilgiler: Akrilonitril dünya çapında çeşitli uygulamalarda kullanılan bir ara monomerdır. Avrupa’da üretilen akrilonitrilin büyük bir kısmı akrilik lif ve ABS üretiminde kullanılmaktadır. AB’de faaliyet gösteren yedi üretim tesisinin yıllık kapasitesi 1165 bin tondur.

Uygulanan işlem: AB’deki tüm tesislerde tüm dünyadaki akrilonitril kapasitesinin % 95’inin elde edildiği BP/SOHIO işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem propilenin hava ile sıvılaştırılmış bir tezgen tabanında aşırı miktarda amonyak kullanılarak buhar halinde eksotermik olarak amonyak ile oksitlenmesidir. Çeşitli tali tepkimeler oluşmakta ve uç ana yan ürün oluşmaktadır:

- Hidrojen siyanür, tesiste başka ürünler haline dönüştürülmekte; tek başına satılmakta (mümkün olduğu takdirde); yakılarak imha edilmekte; ya da bu üç işlem birlikte gerçekleştirilmektedir
- Asetonitril, arıtılarak tek başına satılmakta ve/veya yakılarak imha edilmektedir
- Amonyum sülfat, tek başına kullanılmak üzere geri kazanılmakta (gübre olarak) veya tesiste imha edilmektedir.

Akrilonitril işleminde ham madde ve enerji tüketimi, tezgen seçimi, üretim hızı ve geri kazanım tesisinin konfigürasyonu gibi faktörlerden etkilenmektedir. Ana ham maddeler propilen ve amonyak olmakla birlikte “yapma” tezgen de önemli miktarda tüketilmektedir.

Propilenin amonyak ile oksitlenmesi yüksek miktarda ısısalan bir tepkimedir. Tepkimeden kaynaklanan ısı havalı kompresörlerin çalıştırılması amacı ile kullanılan ve işlem sonu ayırma / arıtma tesislerine enerji sağlayan yüksek basınçlı buharın üretilmesinde kullanıldığından akrilonitril tesisleri genellikle önemli enerji kaynaklarıdır. Bir ton akrilonitril başına sağlanan enerji 340 – 5700 MJ arasında olduğundan tesis çapında enerji yönetimi önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Tepkime safhasında ortaya çıkan suyun işlemde çıkartılması tesis tasarımının kritik bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu amaçla çeşitli teknikler kullanılmaktadır ve en yaygın olarak kullanılan tekniklerin birinde ana işlem su akıntısında bulunan kirletici maddelerin buharlaştırılarak deriştirilmesidir. Deriştirilmiş, kirlenmiş akıntı yakılmakta veya satılabilir ürünlerin geri kazanımını azami düzeye çıkarmak amacı ile işlemin diğer safhalarına geri dönüştürülmektedir. (kirlenmiş akıntı yakılmadan önce). Derişim işlemi yardımıyla geri kazanılan “temiz” su akıntısı biyolojik atık su arıtma tesislerinde arıtılmaktadır.

İşlemden kullanılan soğurucudan kaynaklanan tepkime gazları yoğunlaşması mümkün olmayan maddeler (örneğin nitrojen, oksijen, karbon monoksit, karbon dioksit, propilen, propan), buharlaşmış su ve organik kirletici madde kalıntıları içermektedir. Bu akıntı termal ya da katalitik oksitleme yöntemiyle arıtılabilmektedir.

Bir akrilonitril tesisinde işlem artıklarını ve hidrojen siyanürü yakmak amacı ile kullanılan fırınlar bulunabilmektedir. Baca gazlarının büyüklüğü ve bileşimi harici tesislerin kullanılıp kullanılmadığına ve hidrojen siyanür talep eden müşterilerin bulunup bulunmadığına bağlıdır. Baca gazı genellikle özel bir arıtma işlemine tabi tutulmamaktadır (ısının geri kazanımı dışında).

Akrilonitril ve hidrojen siyanür tehlikeli maddeler olduklarından depolanmaları ve taşınmaları sırasında güvenlik önlemleri büyük bir önem taşımaktadır.

Kullanılabilecek en iyi teknikler: Propilenin sıvı tabanlı bir reaktörde amonyakla oksitlenmesi ve akrilonitrilin geri kazanılması BAT olarak değerlendirilmektedir. Ana yan ürünlerin (hidrojen siyanür, asetonitril ve amonyum sülfat) satış amacı ile geri kazanımı yerel koşullara bağlı olarak BAT şeklinde değerlendirilebilmektedir ancak her halükarda geri kazanım / imha tesislerine gereksinim duyulmaktadır.

Soğurucu gazların hacminin, daha verimli tezgenler ve tepkime / işletme koşullarının optimize edilmesi suretiyle azaltılması BAT olarak değerlendirilmektedir. Organik maddelerin özel olarak tahsis edilmiş termal veya katalitik bir oksitleyicide, çok amaçlı bir fırında ya da kazanda yakılması BAT olarak değerlendirilmektedir (hedeflenen akrilonitril derişimi < 0.5 mg/Nm³’dir – saatlik ortalama). Her halükarda ısının geri kazanımı BAT olarak değerlendirilmektedir (normalde buhar üretilerek).

Çeşitli atık gaz akıntılarının soğurucu atık gaz arıtma sisteminde veya tüm organik maddelerin imhasında kullanılan ortak bir parlatma sisteminde arıtılması BAT olarak değerlendirilmektedir. Diğer atık gaz akıntıları geri kazanılan bileşenlerin geri dönüşümünün sağlanması amacı ile ayırma işlemine tabi tutulmaktadır, hedeflenen akrilonitril derişimi < 0.5 mg/Nm³’dir – saatlik ortalama).

Kirlenmiş atık su akıntıları söndürme bölümünden kaynaklanan (amonyum sülfat içeren) atık sulardan, sıyırıcı alt akıntılardan ve kesintili akıntılardan oluşmaktadır. Amonyum sülfatın gübre olarak satılmak amacı ile kristalleştirilmesi BAT olarak değerlendirilmektedir.

Su akıntılarının nihai arıtma işlemi öncesinde organik madde yükünün azaltılması amacı ile hafif hidrokarbon muhteviyatının azaltılması ve ağır hidrokarbonların ayrılması ya da deriştirilmesi için damıtılarak ön arıtma işlemine tabi tutulması BAT olarak değerlendirilmektedir. Geri kazanılan hafif ve ağır hidrokarbon akıntılarının içerdikleri faydalı bileşenlerin (örneğin asetonitril) geri kazanılması amacı ile enerjinin geri kazanıldığı yakma işleminden önce arıtma işlemine tabi tutulması BAT olarak değerlendirilmektedir.

Kirletilmiş atık su akıntılarının özel olarak tahsis edilmiş, merkezi ya da harici bir atık su arıtma tesisinde arıtılması, organik kirletici maddelerin yüksek biyolojik çözünürlüğünden faydalanabilmek amacı ile biyolojik arıtma işleminin de uygulanması BAT olarak değerlendirilmektedir. BAT ile ilgili salım seviyesi bir ton akrilonitril için 0.4 kg Toplam Organik Karbondur.

Örnek işlem: EDC / VCM (Bölüm 12)

Genel bilgiler: EDC (1,2 etilen diklorid) genellikle VCM (Vinil Klorür Monomeri) üretiminde, VCM ise hemen hemen sadece PVC (Polivinil Klorür) üretiminde kullanılmaktadır. EDC/VCM/PVC zinciri en fazla klor tüketen işlem olduğundan EDC/VCM üretim işlemi genellikle klor üretim tesislerine entegre edilmiştir. Avrupa Birliği’nde yıllık üretim kapasitesi 5610 bin ton olan 30 EDC/VCM üretim tesisi faaliyet göstermektedir.

Uygulanan işlem: Etilen bazlı işlemde EDC, etilenin klorlanması (yüksek veya düşük sıcaklıkta doğrudan klorlama) veya etilenin HCl ve oksijen ile klorlanması (oksijenle klorlama) yöntemiyle sentezlenmektedir. Ham EDC yıkanmakta, kurutulmakta ve arıtmakta, bu işlemlerden kaynaklanan gazlar ise katalitik veya termal oksitleme işlemine tabi tutulmaktadır. Saf, kuru EDC ayrıştırma fırınlarında ısı olarak ayrıştırılarak VCM ve HCl elde edilmekte ve VCM damıtılarak arıtılmaktadır (HCl’nin ve dönüşmemiş EDC’nin arındırılması amacı ile).

EDC ayrıştırma işleminde elde edilen HCl’nin tamamı oksijenle klorlama bölümünde yeniden kullanıldığında ve EDC ile HCl’nin alınıp verilmediği durumlarda, VCM ünitesi “dengeli ünite” olarak adlandırılmaktadır. EDC üretimi amacı ile hem doğrudan klorlama hem de oksijenle

klorlama yöntemlerinin kullanıldığı dengeli üniteler yan ürünlerin yüksek oranda kullanılmasını sağlamaktadır. Yüksek ısısalan tepkimelerle (doğrudan klorlama ve oksijenle klorlama) enerji tüketen işlemler (EDC ayrıştırma işlemi, EDC ve VCM ayırma işlemi) birarada kullanıldığında enerjinin geri kazanım ve yeniden kullanım olanakları artmaktadır.

Tüketim/salımlar: Bu işlemde kullanılan ana ham maddeler olan etilen, klor, oksijen (hava) büyük ölçüde işlem konfigürasyonuna ve enerji tüketimine bağlıdır.

Kanser yapıcı bir madde olan VCM **havayı** kirletici en önemli maddelere, ancak EDC ve klorlanmış hidrokarbonlar da (örneğin karbon tetra klorür) havayı kirletme potansiyeline sahiptir.

Suyu kirleten ana maddeler, uçucu olan ve olmayan klorlanmış organik bileşikler (örneğin EDC), organik bileşikler ve bakır tezgenlerdir.

EDC damıtma zinciri ağır (örneğin tezgenlerden kaynaklanan asılı demir tuzlarına sahip dioksin içeren bileşenler de (çoğunlukla oksijenle klorlama işleminde oluşan okto-klorodibenzoforan benzeri) dahil olmak üzere klorlu çevrimsel ya da aromatik bileşikler) ve hafif (C₁ ve C₂ klorlu hidrokarbonlar) maddelerden oluşan **sıvı artıklar** üretmektedir.

En önemli **katı atıklar** tükenmiş oksijenle klorlama tezgeni, ısı ayrıştırma işleminden kaynaklanan kok ve tükenmiş kireçtir (bazı tesislerde VCM'nin nötrleştirilmesi amacı ile kullanılmaktadır).

Kullanılabilecek en iyi teknikler: **İşlem seçimi** konusunda aşağıda belirtilen uygulamalar BAT olarak değerlendirilmektedir:

- Genel EDC/VCM üretimi için etilenin klorlanması BAT olarak değerlendirilmektedir.
- Etilenin doğrudan veya oksijenle klorlanması BAT olarak değerlendirilmektedir.
- Etilenin doğrudan klorlanmasında düşük veya yüksek ısıda gerçekleştirilen işlemler BAT olarak değerlendirilmektedir.
- Etilenin oksijenle klorlanmasında çeşitli oksitleyici madde (oksijen hem yeni tesisler için hem de hava bazlı mevcut tesisler için BAT olarak değerlendirilmektedir) ve reaktör tipi (sabit ve hareketli tabanlı reaktörler BAT olarak değerlendirilmektedir) seçenekleri mevcuttur.
- İşlem akıntılarının geri dönüşümü ve işlem dengesinin sağlanması amacı ile işlem dengesinin optimize edilmesi (EDC/HCl kaynakları batıkları).

Havayı kirleten maddeler: Ana işlemlerden kaynaklanan gazlar için aşağıda belirtilen yöntemler BAT olarak değerlendirilmektedir:

- Etilenin, EDC'nin, VCM'nin ve diğer klorlu organik bileşiklerin doğrudan geri dönüştürme; soğutma / yoğunlaştırma; çözücü içerisinde yüzerme; katı maddelerle soğurma yöntemleri ile geri kazanılması.
- Termal veya katalitik oksitleme yöntemleri ile aşağıda belirtilen atık gaz derişim seviyelerinin elde edilmesi (günlük ortalama): EDC + VCM <1 mg/Nm³, dioksin < 0.1 ng iTEQ/Nm³, HCl <10 mg/Nm³
- Klorlu organik bileşiklerin yakılması işleminden enerjinin ve HCl'nin geri kazanımı
- O₂ ve CO salımlarının sürekli olarak çevrim içinde izlenmesi, C₂H₄, VCM, EDC, Cl₂, HCl ve dioksinlerden periyodik olarak örnek alınması.

Kaçaklar için, uçucu klorlu hidrokarbon salımlarının < 5 kg/s, çalışma atmosferinde EDC salımlarının <2 ppm, ve çalışma atmosferinde VCM salımlarının <1 ppm seviyelerinde olmasını sağlayacak teknikler kullanılması BAT olarak değerlendirilmektedir.

Suyu kirleten maddeler: Atık suların ön arıtma işleminde aşağıda belirtilen yöntemler BAT olarak değerlendirilmektedir:

- Klorlu organik bileşiklerin buhar veya sıcak hava ile sıyrılarak <1 mg/l değerinde derişimler elde edilmesi, atık gazların yoğunlaştırma işlemi ile geri kazanılması veya yakılması

- Yarı uçucu olan veya uçucu olmayan ve parçacıklarda yüzerilen klorlu organik bileşiklerin pıhtılaştırma, çökeltme ve süzme işlemlerine tabi tutulması
- Alkalinlerin < 1 mg/l bakır derişimi elde edilene kadar çökeltilmesi ve tortulaştırılması.

Atıkların nihai arıtma işleminde aşağıda belirtilen seviyelerin elde edilmesini sağlayan biyolojik arıtma işlemleri BAT olarak değerlendirilmektedir: toplam klorlu hidrokarbonlar 1 mg/l, toplam bakır 1 mg/l, COD 125 mg/l (çift nitratlaştırma-nitratsızlaştırma ile 50 - 100), dioksinler 0.1 ng iTEQ/l, heksaklorobenzen + pentaklorobenzen 1 µg/l, heksaklorobutadiyen 1 µg/l.

Tezgen seçimi ve çalışma koşulları yardımıyla yan ürünlerin (artıkların) oluşmasının önlenmesi ve yan ürünlerin azami ölçüde ham madde olarak kullanılması BAT olarak değerlendirilmektedir.

Atıkların asgari düzeyde tutulması ve geri dönüşüm yoluyla işleme katılması BAT olarak değerlendirilmektedir. Atık su arıtma işleminden kaynaklanan tortuların ve EDC ayrıştırma işleminden kaynaklanan kokun özel olarak tahsis edilmiş ya da çok amaçlı bir tehlikeli atık fırınında yakılması BAT olarak değerlendirilmektedir.

Örnek işlem: Toluen diizosiyanat (Bölüm 13)

Genel bilgiler: İzosiyanatlar, özellikle toluen diizosiyanat (TDI), poliüretan (örneğin esnek köpükler, mobilya plastik malzemesi ve boyası, otomobiller ve tüketici ürünleri) üretiminde ticari olarak önemlidir. 1991 yılında dünyadaki toplam TDI üretim kapasitesinin 940 bin ton olduğu tahmin edilmektedir. Avrupa'nın 2001 yılındaki üretim kapasitesi yıllık 540 bin tondur ve üretim tesisleri Belçika'da, Fransa'da ve İtalya'da bulunmaktadır.

Uygulanan işlem: TDI üretiminde uygulanan işlemler toluenin nitratlaştırılması, dinitrotoluenin (DNT) hidrojenlenmesi ve ortaya çıkan toluen aminin (TDA) bir çözücü içerisinde fosgenlenmesidir. İzosiyanat gruplarının reaktifliği ve yan tepkimelerin oluşması olasılığı nedeniyle fosgenleme işlemi için tercih edilen tepkime koşulları büyük bir önem taşımaktadır.

Tüketim/sahımlar: Kullanılan ana maddeler toluen ve nitratlama asidi (ara DNT üretimi amacı ile kullanılmaktadır), hidrojen (DNT'nin hidrojenlenerek TDA'ya dönüştürülmesi amacı ile kullanılmaktadır) ve fosgendir (TDA'nın fosgenlenerek TDI'ye dönüştürülmesi amacı ile kullanılmaktadır). İşlem çözücüleri ve tezgenleri genellikle yeniden kullanılmaktadır. Havayı kirleten ana maddeler organik bileşikler (örneğin toluen, TDA, çözücüler), NO_x ve HCl'dir. Suyu kirleten ana maddeler ise organik bileşikler (örneğin nitroaromatik maddeler) ve sülfatlardır. Hidrojenleme işlemi sırasında damıtma artıkları ve tükenmiş tezgenler oluşmaktadır. Fosgenleme ünitesinde oluşan damıtma artıkları, kirlenmiş çözücüler ve aktif karbon yakılarak imha edilmektedir.

Kullanılabilecek en iyi teknikler: BAT olarak kabul edilen işlem tasarımı toluenin fosgenlenmesine dayanmaktadır.

Tüketim ve yeniden kullanım için BAT:

- Hidrojen klorürün ve sülfürik asidin yeniden kullanımının optimizasyonu (DNT üretimi)
- Isısız tepkimede ve atık gaz fırınında (örneğin geri kazanım fırını) enerji geri kazanımının optimizasyonu (verim optimizasyonundan ödün vermeden).

Atık gazların ayırıcılarla (özellikle fosgen, hidrojen, klor ve VOC arıtma işlemleri için) arıtılması veya organik bileşiklerin ve nitrojen oksitlerinin yakılması BAT olarak değerlendirilmektedir. Düşük organik madde derişimleri aktif karbon gibi diğer teknikler yardımıyla arıtılabilmektedir. Nitrojen oksitlerinin kısmi oksitleme yöntemiyle azaltılması da mümkün olmaktadır. Her türlü arıtma yönteminin eşdeğer kombinasyonu da BAT olarak değerlendirilmektedir. Bu tekniklerle elde edilen salım derişim değerleri şöyledir (saatlik ortalama): <0.5 mg/m³ fosgen, <10 mg/m³ hidroklorik asit ve yakma işlemi için, <20 mg toplam karbon /m³.

Nitratlaştırma işleminden kaynaklanan atık sular için BAT:

- DNT işleminin optimizasyonu suretiyle atık su ve nitrat / nitrit salımının azaltılması (atık su hacmi < 1 m³/t)
- İşletme suyunun azami ölçüde yeniden kullanımı
- Nitroaromatik bileşiklerin (DNT, Di/Tri-Nitrokrezol), organik yükün azaltılması (< 1 kg TOC /t DNT) ve biyolojik çözünmenin sağlanması (Zahn-Wellens testi ile > % 80 giderme) amacı ile giderilmesi. COD/TOC ve nitrat gibi maddelerin giderilmesi amacı ile nihai arıtma işlemi uygulanması.
- Yakma (atık su ön arıtma işlemi ve biyolojik arıtma işlemi *yerine*).

Hidrojenleme işleminden kaynaklanan atık sular için BAT:

- Nitroaromatik bileşiklerin, atık suların sıyrılması, damıtılması ve/veya özütlenmesi suretiyle giderilmesi
- Ön arıtma işleminden geçen işlem suyunun yeniden kullanılması. Atık su hacmi < 1 m³/t TDA
- Yakma (atık su ön arıtma işlemi ve biyolojik arıtma işlemi *yerine*).

Fosgenleme işleminden kaynaklanan atık sular için BAT:

- İşlemin biyolojik arıtma işlemi öncesinde <0.5 kg/t TDI TOC yüküne sahip olacak şekilde optimize edilmesi.

Fosgenleme işleminden kaynaklanan tehlikeli maddelerin kısmen kapalı tutulması ve fosgenin kazara salınmasına karşı hafifletme önlemleri alınması (örneğin buhar/amonyak perdesi) tesis güvenliği açısından BAT olarak değerlendirilmektedir.

BREF'in **Kapanış yorumlarında (Bölüm 14)** LVOC bilgi alışverişinin genel anlamda çok başarılı olduğu vurgulanmaktadır. Yüksek bir fikir birliği seviyesine ulaşılmıştır ve bu belge ile ilgili hiçbir görüş ayrılığı mevcut değildir. Önemli miktarda bilgi sunulmuştur ve sanayiden ve Üye Ülkelerden yüksek bir katılım gerçekleşmiştir. LVOC işlemlerinin çeşitliliği nedeniyle bu BREF'te tüm LVOC sanayii ayrıntılı bir şekilde ele alınmamıştır ancak genel işlemlerle ve seçilen örnek işlemlerle ilgili BAT'ın tanımlanması açısından başarılı olmuştur.

1997 yılında gerçekleştirilen "Paris Çalışma Grubu", 1999 yılı Nisan ayında gerçekleştirilen TWG başlama toplantısı ve 2001 yılı Mayıs ayında gerçekleştirilen ikinci TWG toplantısı bilgi alışverişinin dönüm noktalarıdır. TWG üyelerinin verilerin toplanmasında ve katkı raporlarının hazırlanmasında yaşadıkları gecikmeler nedeniyle BREF taslağının hazırlanması beklendiğinden uzun sürmüştür. 2000 yılı Temmuz ayında yayınlanan ilk taslağa tümü elektronik olarak 800 TWG yorumu gönderilmiştir. Bu sayede yorumların kolaylıkla değerlendirilmesi mümkün olmuş ve EIPPCB kararları eklendiğinde yorumların ne şekilde değerlendirildiklerine dair şeffaf bir kayıt tutulması sağlanmıştır. BREF'in ikinci taslağı 2000 yılı Aralık ayında yayınlanmış ve 700 yorum almıştır.

En önemli tartışma noktaları tüm LVOC işlemlerini kapsayacak kadar esnek, aynı zamanda ruhsat çıkarma açısından da son derece spesifik olan havayı ve suyu kirleten maddeler ile ilgili BAT üzerinde mutabakata varılması olmuştur. Salım / maliyet verilerinin noksan olması ve yatay BREF'lerin (özellikle "Kimya sanayiinde atık su / atık gaz yönetimi / arıtma işlemleri" BREF'i) taslaklarının aynı zamanda hazır bulunmaması bu konuda mutabakata varılmasını güçleştirmiştir.

Bilgi alışverişine 150'den fazla konuda teknik malzeme sunulmuş ve bu bilgiler LVOC sanayiinde faaliyet gösteren iş kollarına homojen bir şekilde yayılmıştır. BREF'in örnek işlemlerle ilgili bölümlerine CEFIC tarafından sunulan raporlar ve Avrupa'da uygulanan işlemlerle ilgili yorumları koordine etme konusunda gösterdikleri çaba (bir çok işlemle ilgili olarak ilk kez gerçekleştirilmektedir) büyük bir katkı sağlamıştır. Önemli katkı sağlayan diğer ülkeler de alfabetik sıraya göre Almanya, Avusturya, Finlandiya, Hollanda, İngiltere, İsveç ve İtalya'dır.

EIPPCB web sitesinin Üyelerin Çalışma Alanı bölümüne 140'ın üzerinde çalışma belgesi konulmuş ve ikinci TWG toplantısı itibarıyla (Mayıs 2001) bu belgelere 1000 kezden fazla erişim sağlanmıştır. Bu örnek TWG'nin aktif bir şekilde çalıştığını ve Üyelerin Çalışma Alanının sağladığı elektronik bilgi alışverişi forumunu verimli bir şekilde kullandıklarını göstermektedir.

LVOC sanayiinde kendini kanıtlamış köklü işlemler kullanıldığından **Yeni teknikler (Bölüm 15)** bölümünde yakın bir gelecekte ortaya çıkabilecek teknolojik değişiklikler yer almamaktadır. BREF'in revize edilmesi yönünde acil bir ihtiyaç mevcut değildir ancak bu durum BREF'in kullanımı açısından değerlendirilmelidir (Özellikle Genel BAT bölümünün). Gelecekte yapılacak bilgi alışverişinde dikkate alınması önerilen konular aşağıda açıklanmaktadır:

- Örnek işlemler – 2-etil heksanol, fenol, adipik asit ve etilbenzen, stiren ve propilen oksit gibi önemli LVOC ürünleri ile ilgili işlemlere öncelik verilmelidir. TDI işleminin kapsamının gözden geçirilmesi ve örnek işlemler için bir seçme yöntemi belirlenmesi önerilmektedir.
- Diğer BREF'lerle bağlantı kurulması – yatay BREF'lerle kimya sanayii BREF'leri serisi tamamlandığında LVOC BREF'inin hiç ele alınmayan / mükerrer olarak ele alınan konular açısından incelenmesi gerekmektedir.
- LVOC atık suları için Komple Atık Su Değerlendirmesi yapılması büyük önem taşımaktadır.
- Salım 7 tüketim verileri – daha nicel veriler toplanması ve çevre ile ilgili kıstasların oluşturulmasını sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.
- Maliyet verileri – maliyetlerle ilgili daha fazla veri toplanması ve standart bir maliyet belirleme yöntemi geliştirilmesi gerekmektedir.
- Diğer kirletici maddeler / diğer konular – titreşim, ses, faaliyete son verme ve kazaların önlenmesi konularında daha fazla bilgi sunulması gerekmektedir.
- Kimyasal strateji – BREF'in AB'nin kimyasal riskleri azaltma stratejisi ile ne şekilde örtüştüğü incelenmelidir.
- Örnek işlemlerle ilgili ayrı belgeler – BREF'in ana bir “genel” belgeye ve ayrıntılar içeren çeşitli “örnek işlemler” belgelerine bölünmesinin daha faydalı olup olmadığını araştırılmalıdır.
- Havayı kirleten maddelerin sınıflandırılma sistemi – Çevre DG'sinin, havayı kirleten maddeler ile ilgili olarak standart Avrupa sınıflandırma sistemine gereksinim duyulup duyulmadığını araştırması önerilmektedir.
- Örnek işlemlerin kapsamının genişletilmesi – “Özet” işlemlerle ilgili açıklamaların ve Genel BAT'ın genişletilerek örnek işlemler dışındaki işlemler hakkında daha fazla bilgi vermesi konusunun değerlendirilmesi önerilmektedir.
- Biyoteknoloji – bu alanda daha fazla araştırma ve geliştirme çalışması yapılması önerilmektedir.
- Kaçaklardan kaynaklanan kayıpların onarımı ile ilgili eşik kaçak değerleri – ortak bir yaklaşım sağlamak amacı ile CEFIC'in ve Hollanda'nın farklı görüşlerinin değerlendirilmesi önerilmektedir.