

TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

A Nagy Volumenű Szerves Vegyületekre (NVSzV, angol rövidítéssel LVOC, azaz Large Volume Organic Chemicals) vonatkozó BREF (a Legjobb Elérhető Technikák referencia dokumentuma) a Tanács 96/61/EC számú irányelvnek 16(2) cikke értelmében elvégzett információcsere eredményeként jött létre. Ezen Tartalmi összefoglaló – amely a BREF előszavában található célok, használat és jogi kifejezések magyarázatával együttesen olvasható – leírja a fő eredményeket, a legfontosabb BAT [Best Available Technika = Legjobb Elérhető Technika] következtetéseket és az azokhoz kapcsolódó kibocsátási/fogyasztási szinteket. A dokumentum önmagában is olvasható és értelmezhető, azonban összefoglalásként nem tartalmazza a teljes BREF szöveget a maga komplexitásában. Következésképpen nem alkalmas a teljes BREF szöveg helyettesítésére, mint a BAT döntéshozatali eljárás során alkalmazott eszköz.

A dokumentum tárgyköre és felépítése: A BAT információcsere céljai szempontjából a szerves vegyipar területe három szektorra lett felosztva: NVSzV-k, polimerek és finomvegyszerek gyártása. Az IPPC irányelv nem használja a Nagy Volumenű Szerves Vegyületek fogalmát, és nem kínál segítséget annak értelmezéséhez. A TWG értelmezése azonban az, hogy ezen fogalom alá tartoznak az irányelv 1. számú mellékletének 4.1(a) - 4.1(g) pontjai szerinti tevékenységek, melyek esetében a termelés 100 kt/év felett van. Európában mintegy 90 vegyszer felel meg ezen kritériumoknak. Az NVSzV tárgyköre miatt nem volt lehetséges részletes információcsere végezni minden egyes NVSzV eljárással kapcsolatosan. A BREF ezért vegyesen tartalmaz általános és részletes információkat az NVSzV eljárásokra vonatkozóan:

- **Általános információk:** Az NVSzV-re vonatkozó eljárások leírásra kerülnek mind széles körben alkalmazott alapfolyamatok, alpműveletek és infrastruktúra szempontjából (2. fejezet), mind a főbb NVSzV eljárások rövid leírása útján (3. fejezet). A 4. fejezet írja le az NVSzV emissziók általános forrásait és lehetséges összetételét, míg az 5. fejezet körvonalazza a rendelkezésre álló emisszió megelőzési és csökkentési technikákat. A 6. fejezet végül azonosítja azon technikákat, amelyek az NVSzV szektor egészére nézve általános BAT-nak tekinthetők.
- **Részletes információk:** Az NVSzV ipar öt részterületre lett osztva (funkcionális kémiai szempontok alapján), ún. „szemléltető eljárások” kerültek kiválasztásra a BAT alkalmazásának bemutatására. A hét szemléltető eljárás mindegyike iparilag jelentős, ugyanakkor fontos környezeti kérdéseket vet fel és számos európai üzemet érint. Nincsenek szemléltető eljárások a kén és foszfortartalmú, valamint a szerves fémvegyületek gyártására, a többi részterületre nézve ezek a következők:

| Részterület | Szemléltető eljárás |
|------------------------------|--|
| Kis szénatomszámú olefinek | Kis szénatomszámú olefinek gyártása (krakkolással) – 7. fejezet |
| Aromás vegyületek | Benzol / toluol / xylol (BTX) aromás vegyületek gyártása – 8. fejezet |
| Oxigéntartalmú vegyületek | Etil-oxid és etilén-glikolok – 9. fejezet Formaldehid – 10. fejezet |
| Nitrogén tartalmú vegyületek | Akrilnitril – 11. fejezet Toluol-diizocianát – 13. fejezet |
| Halogénezett vegyületek | Etilén-diklorid (EDC) & vinil-klorid monomer (VCM) – 12. fejezet |

Értékes információk találhatóak az NVSzV-eljárásokkal kapcsolatosan más BREF-ekben is. Különösen fontosak a „horizontális” BREF-ek (különösen „A vegyiparban általánosan használt szennyvíz és véggáz kezelési eljárások”, illetve a „Tárolás és Ipari hűtőrendszerek” címűek) és a kapcsolódó eljárásokra vonatkozó vertikális BREF-ek (különösen a „Nagy égetőművek” című).

Háttérinformáció (1. fejezet)

Az NVSzV gyártása vegyi anyagok és eljárások széles körét öleli fel. Igen leegyszerűsítve úgy határozható meg, mint a finomítói termékek átalakítása fizikai és kémiai műveletek komplex kombinációi segítségével többféle „kereskedelmi” vagy „ömlesztett” vegyszerré, rendszerint

folyamatosan működtetett üzemekben. Az NVSzV-termékeket általában nem márkaneven, hanem kémiai specifikáció szerint árusítják, minthogy csak ritkán szolgálnak fogyasztói termékeként önmagukban. Az NVSzV-termékeket inkább nyersanyagként használják fel nagy mennyiségben nagyobb értékű vegyszeti termékek (pl. oldószerek, műanyagok, gyógyszerek) gyártására.

Az NVSzV eljárások alkalmazására általában nagy méretű, magas szinten integrált üzemekben kerül sor, amelyek számos előnye között található a feldolgozási rugalmasság, az energiaoptimalizálás, a melléktermékek újrafelhasználása, valamint a nagy méretből fakadó hatékonyság. Az európai termelési adatokban leginkább a nagy cégek által előállított viszonylag kevés számú vegyi anyag dominál. Európa legnagyobb termelője Németország, de jelentős NVSzV-gyártási kapacitással rendelkezik Hollandia, Franciaország, az Egyesült Királyság, Olaszország, Spanyolország és Belgium is.

Az NVSzV-gyártásnak jelentős a gazdasági súlya Európában. 1995-ben az Európai Unió alapvető vegyi anyagokat exportált elsősorban az USA-ba és az EFTA országaiba. A nagy volumenű vegyi anyagok piacán igen éles a verseny, így a termelési költség nagyon jelentős szerepet játszik, és a piaci részesedést gyakran globális méretekben határozzák meg. Az európai NVSzV-ipar nyereségessége hagyományosan ciklikus jellegű. Ezt fokozza a magas tőkebefektetési költség, valamint a hosszú bevezetési idők az új technológiák esetén. Mindennek eredményeképpen a gyártási költségek csökkentése fokozódik, azzal együtt, hogy számos üzem viszonylag régi. Az NVSzV-ipar ugyanakkor igen energiaigényes, és a nyereségesség gyakran kapcsolódik az olajárakhoz is.

Az 1990-es években nőtt az igény a termékekre és jellemző volt a főbb vegyipari cégek között a stratégiai szövetségek és közös vállalatok létrehozása. Mindez racionalizálta a kutatást, a termelést és a piacokhoz való hozzáférést, valamint növelte a nyereségességet. A vegyiparban a foglalkoztatottság folyamatosan csökkent; 1985 és 1995 között 23%-kal esett vissza. 1998-ban összesen 1,6 millió főt foglalkoztattak az EU vegyipari szektorában.

Általános NVSzV termelési eljárás (2. fejezet)

Habár az NVSzV-gyártás eljárásai igen sokfélék és összetettek, tipikusan mindegyikük egyszerűbb eljárások és berendezések kombinációjából áll, amelyek hasonló tudományos és műszaki elveken alapulnak. A 2. fejezet leírja, hogy miként kerül sor az alapfolyamatok, alapeljárások, az üzemi infrastruktúra, az energiaszabályozási és gazdálkodási rendszerek összekapcsolására és módosítására egy olyan termelési sor létrehozására, amely az adott NVSzV-terméket eredményezi. A legtöbb NVSzV gyártási eljárást öt jól elkülöníthető lépésre lehet felbontani: nyersanyag-szállítás/előkészítés, szintézis, termékválasztás/finomítás, termékkezelés/tárolás és a kibocsátás-csökkentés.

Általánosan alkalmazott eljárások és technikák (3. fejezet)

Mivel az NVSzV-gyártási eljárások túlnyomó többségéről nem folyt részletes információcsere, így a 3. fejezet csak nagyon rövid leírást ad mintegy 65 fontos NVSzV eljárásról. A leírások csak az eljárás rövid körvonalazására, a jelentősebb kibocsátásokra, valamint a jellemző szennyezés-megelőzési és csökkentési technikák felsorolására korlátozódnak. Mivel a leírások célja csupán egy kezdeti áttekintést adni az eljárásról, ezért azok nem feltétlenül írják le az eljárás teljes gyártási folyamatát és egyéb olyan információkat, amelyekre a BAT-ról való döntéshez szükség lehet.

Általános kibocsátási értékek az NVSzV-eljárások esetén (4. fejezet)

A fogyasztási és kibocsátási szintek nagy mértékben specifikusak az egyes eljárásokra nézve, és így igen nehéz meghatározni és számszerűsíteni azokat részletes vizsgálatok nélkül. Ilyen vizsgálatokra sor került a szemléltető eljárások kapcsán, a többi NVSzV eljárásra azonban a 4. fejezet ad általános utalásokat a lehetséges szennyezőanyagokra és azok eredetére vonatkozóan. A legfontosabb kibocsátott szennyezőanyag típusok a következők [InfoMil, 2000 #83]:

- a nyersanyagokban található szennyeződések, amelyek változatlanul átmennek az eljáráson és annak végén hulladékként távoznak;
- az eljáráshoz szükséges lehet levegő mint oxidáló anyag, és ez hulladékgázt termel, amelyet el kell távolítani;
- az eljárásban víz vagy egyéb melléktermékek képződhetnek, amelyeket el kell választani a terméktől;
- szükséges lehet adalékanyagok hozzáadása az eljárás során, amelyek nem nyerhetők vissza teljes egészében;
- lehetséges, hogy a reakcióból kimaradt nyersanyagot nem lehet gazdaságosan visszanyerni vagy újra feldolgozni.

Az emissziók pontos jellege és mértéke több tényezőtől függ, mint például az üzem életkora, a nyersanyag összetétele, a termékskála, a közti termékek jellege, a kiegészítő adalékanyagok használata, a folyamat feltételei, az eljárás közbeni emisszió-megelőzés lehetősége, a végtermék kezelési technika, valamint a működési forgatókönyv (azaz rutin, nem rutin, illetve szükséghelyzet). Ugyancsak fontos az olyan tényezők környezeti jelentőségének értelmezése, mint az üzem határának meghatározása, az eljárások integráltságának foka, az emissziós bázis meghatározása, a mérési technikák, a hulladék definíciója, vagy az üzem fizikai elhelyezkedése.

Figyelembe veendő általános technikák a BAT meghatározására (5. fejezet)

Az 5. fejezet áttekintést ad az NVSzV eljárásokból származó emissziók megelőzésének és csökkentésének általános technikáiról. A legtöbb technika leírása a releváns horizontális BREF-ekben is megtalálható. Az NVSzV eljárások a környezetvédelmi célokat rendszerint az eljárás fejlesztése, tervezése, az üzem tervezése, a folyamatba integrált technikák és a csővégi technikák valamely kombinációja révén érik el. Az 5. fejezet ezen technikákat az irányítási rendszerek, a szennyezés-megelőzés és a szennyezés-csökkentés (levegő, víz és hulladék) szemszögéből írja le.

Irányítási rendszerek. Az irányítási rendszereknek központi szerepük van az NVSzV eljárások környezeti hatásának csökkentésében. A legjobb környezeti teljesítmény általában a legjobb technológia beépítésével és annak leghatásosabb és leghatékonyabb működtetésével érhető el. Nincs egyetlen kizárólagos Környezet Irányítási Rendszer (Environmental Management System = EMS), de azok a legjobbak, amelyek szerves részét alkotják az NVSzV eljárások irányításának és működtetésének. Egy EMS általában a szervezeti felépítés, a felelőségek, kialakult gyakorlatok, eljárások, folyamatok és források kérdéseivel foglalkozik a környezeti irányelvek kialakítása, megvalósítása, elérése, ellenőrzése és nyomon követése céljából [InfoMil, 2000 #83].

Szennyezés-megelőzés. Az IPPC feltételezi preventív technikák alkalmazását a csővégi csökkentési technikák alkalmazását megelőzően. Az NVSzV eljárásokra számos szennyezés-megelőzési technika alkalmazható, és az 5.2-es szakasz leírja ezeket a forrásokcsökkentési megoldásokat (a hulladékképződés megelőzése a termékek, a bemeneti anyagok és az eljárások módosítása útján), az újrahasznosítási és a hulladékminimalizálási kezdeményezések szemszögéből.

Légszennyezés kezelése. Az NVSzV-eljárások során képződő fő szennyezőanyagok az illékony szerves vegyületek (VOC = Volatile Organic Compounds), de az égési gázokból, savas gázokból és szilárd levegőszennyező anyagokból álló emissziók szintén jelentősek lehetnek. A hulladék gáz-kezelő egységeket speciálisan bizonyos gázösszetételre tervezik, és ezek nem mindig biztosítanak megoldást mindenfajta szennyezőanyagra. Speciális figyelmet kell fordítani a toxikus és egyéb veszélyes összetevők kibocsátására. Az 5.3-as szakasz leírja a légszennyező anyagok általános csoportjai által okozott szennyezést csökkentő technikákat.

Illékony szerves vegyületek (VOC-k). A VOC-ok tipikusan az eljárások gázkezeléséből, folyadékok és gázok tárolásából és mozgatásából, fugitív forrásokból és szakaszos szellőzésekből származnak. A VOC megelőzés és csökkentés hatásossága és költsége függ a

VOC fajtájától, koncentrációjától, áramlási sebességétől, forrásától és az elérendő emissziós szinttől. A legtöbb figyelmet általában a gyors áramlású, magas koncentrációjú áramokra fordítják, de azonosítani kell az alacsony koncentrációjú, diffúz források kumulatív hatását is, különösen a pontszerű források esetén, melyeknél fokozottabb szabályozás szükséges.

Ahol lehetséges, az eljárások gázvezetéséből származó VOC-okat újra felhasználják, azonban ez függ az olyan tényezőktől is, mint a VOC-ok összetétele, korlátozások a VOC-ok újrafelhasználására nézve és a VOC-ok értéke. A következő alternatíva a VOC-ok fűtőértékének hasznosítása fűtőanyagként való alkalmazással, és ha nem, akkor előírás lehet a kibocsátás csökkentése. Különböző technikák kombinációja lehet szükséges, pl. előkezelés (a nedvességtartalom és a szemcsés anyagok eltávolítására); híg gázáram koncentrációja; primer eltávolítás a magas koncentrációk csökkentésére, és végül finomítás a kívánt kibocsátási szintek elérésére. Általában a kondenzálás, az abszorpció és az adszorpció lehetőséget adnak a VOC-ok befogására és kinyerésére, míg az oxidációs technikák a VOC-ok elbontásával járnak.

A fugitív emissziókból származó VOC-okat a berendezésekből a tervezett tömítettség fokozatos elvesztésének eredményeképpen adódó gázszivárgások okozzák. Az általános források lehetnek a szelepek, szabályozószelepek, illesztőperemek, csatlakozások, nyílt végek, biztonsági szelepek, szivattyú- és kompresszor-tömítések, berendezések bűvónyílásai és mintavételi pontjai. Habár az üzem egyes berendezéseiből származó elszökő veszteség aránya rendszerint alacsony, ugyanakkor egy tipikus NVSzV-gyártó üzemben olyan nagy számú berendezés található, hogy az összes VOC-veszteség igen jelentős lehet. Sok esetben jobb minőségű berendezések használatával jelentős csökkenés érhető el a fugitív emissziók mértékében. Ez általában nem növeli a befektetési költségeket új üzemek esetén, de jelentős lehet már működő üzemek esetében, és így a csökkentés feladata sokkal inkább a Szivárgásfelderítő és Javító (Leak Detection and Repair = LDAR) programokra hárul. A minden berendezésre vonatkozó általános tényezők a következők:

- a szelepek, szabályozószelepek és illesztőperemek számának minimalizálása, figyelembe véve az üzem biztonságos működtethetőségét és a karbantartási igényeket is;
- a hozzáférés javítása a potenciálisan szivárgó alkatrészekhez a hatékony karbantartás lehetővé tételére;
- a szivárgási veszteségek meghatározása igen nehéz és egy megfigyelő (monitoring) program jó kiindulási pont az emissziók és azok okainak felderítéséhez; ez egy akcióterv alapját szolgálhatja;
- a szivárgási veszteségek csökkentése nagyban függ a műszaki tökéletesítésektől és a vezetési aspektusoktól, mivel a személyzet motiváltsága igen fontos tényező;
- a szennyezés-csökkentési programok a veszteséget (az US-EPA¹ emissziós tényezők alapján számolva) akár 80-95%-kal is képesek csökkenteni;
- külön figyelmet kell fordítani a hosszú távú eredményekre;
- a legtöbb jelentett fugitív emissziós adat számításokon és nem megfigyelésen alapul, illetve nem minden kalkulációs formátum összehasonlítható. Az átlagos emissziós tényezők általában magasabbak, mint a mért értékek.

A tüzelőberendezések (eljárési kazánok, gőzkazánok és gázturbinák) szén-dioxid, nitrogén-oxidok, kén-dioxid és szilárd szemcsés anyagok emisszióját okozzák. A nitrogén-oxid emissziókat leggyakrabban az égési folyamat módosításával csökkentik, azaz csökkentik a hőmérsékletet és így az NO_x képződést. A technikák között található az alacsony NO_x égők, a füstgáz-visszaforgatás és a csökkentett előhevítés alkalmazása. A nitrogén-oxidok képződésük után is eltávolíthatók nitrogénné történő redukcióval szelektív nem-katalitikus redukció (SNCR) vagy szelektív katalitikus redukció (SCR) alkalmazásával.

A vízszennyezés kezelése. Az NVSzV eljárásokból származó fő vízszennyező anyagok az olaj/szerves anyagok, biológiailag lebomló szerves anyagok, nehezen kezelhető szerves

¹ United States Environmental Protection Agency = Az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala (a ford. megj.)

anyagok, illó szerves anyagok, nehézfémek, savas/lúgos elfolyó anyagok, szuszpendált szilárd anyagok és ezek keverékei, illetve a melegen kibocsátott víz. A már meglévő üzemekben a választható technikák a folyamatba integrált (üzemi) megoldásokra, az egyes elkülönített áramok üzemen belüli kezelésére és a csővégi kezelésre korlátozódhat. Új üzemekben több lehetőség kínálkozhat a környezeti teljesítmény javítására alternatív technológiák alkalmazásával a szennyvízképződés megelőzésére.

Az NVSzV eljárások során képződő szennyvíz legtöbb összetevője biológiailag lebomló anyag, és ezeket gyakran biológiailag kezelik központosított szennyvízkezelő telepeken. Ennek előfeltétele, hogy a nehézfémeket, toxikus vagy biológiailag nem lebomló szerves vegyületeket tartalmazó szennyvízárásokat először kezeljék vagy ezen anyagokat kivonják belőle például (kémiai) oxidálással, adszorpcióval, szűréssel, extrakcióval, (vízgőzös) desztillációval, hidrolízissel (a biológiai bonthatóság javítására) vagy anaerob előkezeléssel.

Hulladékkezelés. A hulladékok nagyon eljárás-specifikusak, de a fő szennyezőanyagok megállapíthatók az alábbiak ismerete alapján: az eljárás, az építési anyagok, a korróziós/eróziós mechanizmusok és a karbantartási anyagok. A különböző hulladékok forrásaira, összetételére, mennyiségére és változatosságára vonatkozó információk gyűjtése céljából vizsgálatokat (auditálásokat) tartanak. A hulladékmegelőzés tipikusan a hulladékok forrásaiknál való képződésének megelőzéséből, a képződött mennyiség csökkentéséből és a képződött hulladék újrahasznosításából áll. A kezelési technika kiválasztása speciálisan az eljárásra és a hulladékképződés típusára jellemző, és ezt a tevékenységet gyakran adják alvállalkozásba erre szakosodott cégeknek. A katalizátorok gyakran drága fémeken alapulnak és ezeket regenerálják. Élettartamuk végén a fémtartalmukat kivonják és az inert adalékanyagot lerakóra szállítják. A tisztító, derítő anyagokat (pl. aktív szén, molekuláris szűrők, filteranyagok, szárítóanyagok és ioncserélő gyanták) lehetőség szerint regenerálják, de a hulladéklerakóra szállítás és elégetés (megfelelő körülmények mellett) ugyancsak alkalmazható. A lepárlótornyokból és az üstökben levő iszapból származó nehéz szerves maradékanyagok, stb. nyersanyagként felhasználhatók más eljárásokban, vagy tüzelőanyagként (fűtőértékük elnyerésére) elégethetők (megfelelő feltételek mellett). Az elhasznált reagenseket (pl. szerves oldószerek), amelyeket nem lehet visszanyerni vagy tüzelőanyagként felhasználni, rendszerint elégetik (megfelelő körülmények mellett).

A hőmissziók csökkenthetők 'hardver' technikákkal (pl. kombinált hő- és áramfejlesztés, eljárás-módosítás, hőcserélő, hőszigetelés). Az irányítási rendszerek (pl. energiaköltségek hozzárendelése az eljárási egységekhez, belső jelentések készítése az energiafelhasználásról/hatékonyságról, külső teljesítményértékelés, energia auditálások végzése) használhatók azon területek azonosítására, ahol a hardver legjobban működik.

A rezgést csökkentő technikák közé tartozik: olyan berendezések kiválasztása, amelyek eleve (szerkezetileg) kisebb vibrációjúak, rezgésmentes talapzatok alkalmazása, a rezgési források és környezetük szétkapcsolása, valamint a tervezési szakaszban a potenciális forrásokhoz való közelség figyelembe vétele.

Zaj származhat olyan berendezésekből, mint kompresszorok, szivattyúk, fáklyák és gőzkifújók. A zajcsökkentő technikák közé tartoznak: a zaj megelőzése megfelelő építéssel, zajelnyelők, zajvédelmi fülkék alkalmazása, a zajforrások tokba zárása, az épület zajcsökkentő elrendezése, valamint a forrásokhoz való közelség figyelembe vétele a tervezési szakaszban.

Számos értékelési eszköz alkalmazható a legmegfelelőbb emisszió megelőzési és csökkentési technika kiválasztására az NVSzV eljárásokhoz. Ilyen módszerek a kockázati elemzés, terjedési modellek, lánc analízis módszerek, tervező eszközök, gazdasági elemző módszerek, környezeti értékelő eljárások.

Általános BAT (6. fejezet)

Az Általános BAT elemeinek leírására az irányítási rendszerek, a szennyezés-megelőzés és minimalizálás, a légszennyezés-csökkentés, a vízszennyezés-csökkentés és a

hulladék/maradékanyag csökkentés szempontjai alapján kerül sor. Az Általános BAT az NVSzV szektor egészére vonatkozik, függetlenül az eljárástól vagy a terméktől. Az egyes NVSzV eljárásokra vonatkozó BAT meghatározására azonban a BAT három szintjének az alábbi sorrendben való figyelembe vétele mellett kerül sor:

1. szemléltető eljárás BAT (ha van ilyen)
2. NVSzV Általános BAT; és végül
3. bármely vonatkozó Horizontális BAT (különösen a szennyvíz/hulladékgáz-gazdálkodásra és kezelésre, a Tárolásra és kezelésre, az Ipari hűtésre és a monitoringra vonatkozó BREF-ekből).

Irányítási rendszerek: A hatásos és hatékony irányítási rendszerek igen fontosak a magas szintű környezeti teljesítmény elérése szempontjából. A környezetirányítási rendszerekre vonatkozó BAT többek között az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti:

- környezeti stratégia és elkötelezettség a stratégia követésére
- a környezeti kérdéseket a döntéshozatali mechanizmusba beépítő szervezeti felépítés
- írásos eljárások vagy gyakorlatok az üzemtervezés, üzemeltetés, karbantartás, üzemindítás és leállítást minden környezetileg fontos aspektusára nézve
- belső audit rendszerek, amelyek segítségével áttekinthető a környezeti elvek megvalósítása, illetve az eljárások, szabványok és jogszabályok betartása
- könyvelési gyakorlat, amely a nyersanyagok és hulladékok teljes költségével számol
- hosszú távú pénzügyi és műszaki tervezés a környezeti beruházásokra vonatkozóan
- vezérlési rendszerek (hardver/szoftver) az alapeljárásra, valamint szennyezés-csökkentési berendezések a stabil üzemeltetés, magas hozam és megfelelő környezeti teljesítmény biztosítására minden üzemeltetési módban
- olyan rendszerek, amelyek biztosítják a kezelők környezeti tudatosságát és képzését
- vizsgálati és karbantartási stratégiák az eljárás teljesítményének optimalizálására
- definiált válaszeljárások abnormális eseményekre
- folyamatos hulladékminimalizálási gyakorlatok.

Szennyezés-megelőzés és minimalizálás: Az NVSzV eljárásokra vonatkozó BAT kiválasztása esetén bármely médiumra az alábbi hierarchia szerint kell sorra venni a technikákat:

- a) minden hulladékáram (gáznemű, folyékony és szilárd) előfordulásának kiküszöbölése az eljárás fejlesztése és tervezése útján, különös tekintettel a reakció lépések és megfelelő katalizátor kiválasztására
- b) a hulladékáramok csökkentése a forrásnál a folyamatba integrált változtatásokkal amik a nyersanyagokat, a berendezéseket és az üzemeltetési eljárásokat érintik
- c) a hulladékáramok újrahasznosítása közvetlen újrafelhasználás vagy visszanyerés/újrafelhasználás útján
- d) értéket képviselő erőforrások kinyerése a hulladékáramokból
- e) a hulladékáramok kezelése és eltávolítása csövégi technikák alkalmazásával.

Az új NVSzV eljárások tervezésére és a meglévő eljárások nagyobb módosításaira vonatkozó BAT az alábbi technikák megfelelő kombinációja vagy kiválasztása kell legyen:

- a kémiai reakciók és elválasztási eljárások folyamatos működtetése zárt berendezésben
- a feldolgozó rendszerből származó folyamatos tisztító áramokat a következőknek kell alávetni ezen hierarchia szerint: újrafelhasználás, visszanyerés, elégetés légszennyezés-csökkentett berendezésben, elégetés nem speciális berendezésben
- az energiafelhasználás minimalizálása és az energia-visszanyerés maximalizálása
- a gáznemű anyagok használata alacsony vagy alacsonyabb nyomáson
- a „Zöld Kémia” elveinek figyelembe vétele.

A fugitív **emissziók** megelőzésére és csökkentésére alkalmazott BAT többek között az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti:

- előírás szerinti Szivárgásfelderítő és Javító (LDAR) program amely a csővezetékek és berendezések szivárgási pontjaira fókuszál, amelyek a legmagasabb emisszió-csökkentést biztosítják egységnyi ráfordítással
- a csővezeték és berendezés szivárgások szakaszokban történő kijavítása, kisebb javítások azonnali elvégzésével (hacsak ez nem lehetetlen) valamely alsó küszöbszint feletti szivárgó pontok esetén, illetve a küszöbszint feletti szivárgás esetén időbeni teljes javítás elvégzésével. A pontos küszöbszivárgási érték, amelyen a javításokat el kell végezni, függ az adott üzemi helyzettől és a szükséges javítástól is.
- a meglévő berendezések lecserélése magasabb teljesítményű berendezésekre olyan esetekben, amikor a szivárgás más módon nem kontrollálható
- új berendezések beépítése szigorú specifikációkkal az elszökő emissziókra vonatkozóan
- az alábbi, vagy ugyanolyan hatékony, nagy teljesítményű berendezések alkalmazása:
 - **szelepek:** alacsony szivárgási rátájú szelepek dupla tömítéssel. Hullámmembrános tömítés nagy kockázatú igénybevétel esetén
 - **szivattyúk:** dupla tömítés folyadék vagy gáz zárral, vagy tömítésmentes szivattyúk
 - **kompresszorok és vákuumszivattyúk:** dupla tömítés folyadék vagy gáz zárral, vagy tömítésmentes szivattyúk, vagy egytömítéses technológia megfelelő emissziós szintekkel
 - **illesztőperemek:** számuk minimalizálása, hatékony tömítések alkalmazása
 - **nyitott végek:** vakperemek, kupakok vagy dugók alkalmazása ritkán használt szerelvények esetén; zárt hurkos öblítés folyadék mintavételi pontokon; és mintavételi/elemezési rendszerek esetén a mintavételi mennyiség/gyakoriság optimalizálása, a mintavételi vezetékek minimalizálása vagy tokozás felszerelése
 - **biztonsági szelepek:** visszacsapó szelep, hasadótárca beépítése (biztonsági korlátozásokon belül).

A **tárolásra, kezelésre és szállításra** vonatkozó BAT a Tárolási BREF-ben leírtakon felül többek között az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti:

- külső úszótető másodlagos tömítésekkel (igen veszélyes anyagokra nem alkalmazható), rögzített tetejű tartályok belső úszótetőekkel és peremtömítéssel (illékonyabb folyadékok esetén), rögzített tetejű tartályok inert gázburokkal, túlnyomás alatti tárolás (igen veszélyes vagy bűzös anyagok esetén)
- tárolóedények és mobil tartályok összekötése kiegyenlítő vezetékekkel
- a tárolási hőmérséklet minimalizálása
- a túltöltést megelőző műszerezés és eljárások
- kármentő tároló a legnagyobb tartály kapacitásának 110%-ában
- a VOC-ok kinyerése az elvezetett gázokból (kondenzációval, abszorpcióval vagy adszorpcióval) energiatermelő egységben, égetőben vagy fáklyában való újrahasznosítása vagy égetés útján történő lebontás előtt
- a folyadékszintek és változásaik folyamatos figyelemmel kísérése
- a folyadékfelszín alá benyúló tartálytöltő csövek
- tartályfenéki töltés a fröccsenés elkerülésére
- érzékelő berendezések a töltőkarokon a nemkívánatos mozgások érzékelésére
- öntömítő tömlőcsatlakozások / szárazon záró összekötések
- gátak és reteszelő (interlock) rendszerek a szállítók véletlen elmozdulásának vagy elvezetésének megakadályozására

A **vízszennyezés** megelőzésére és minimalizálására vonatkozó BAT az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti:

- A. minden szennyvízforrás, valamint a szennyvíz minőségének, mennyiségének és változatosságának azonosítása
- B. az eljárás vízbevitelének minimalizálása

- C. a technológiai víz szennyezésének minimalizálása nyersanyagokkal, a termékkel vagy hulladékokkal
- D. a víz újrafelhasználásának maximalizálása
- E. az újrafelhasználásra nem alkalmas anyagtól származó anyagok visszanyerésének/visszatartásának maximalizálása.

Az **energiahatékonyságra** vonatkozó BAT az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti: az energiagazdálkodás optimalizálása; könyvelési rendszerek megvalósítása; gyakori energetikai vizsgálatok végzése; a hőintegráció optimalizálása; a hűtőrendszerek szükségességének minimalizálása; valamint Kombinált Hő- és Áramtermelő rendszerek megvalósítása, ahol az gazdaságilag és műszakilag lehetséges.

A **zaj és rezgés** megelőzésére és minimalizálására vonatkozó BAT az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti:

- olyan konstrukciók megvalósítása, amelyek elválasztják a zaj/rezgés forrását a felvevőktől
- eleve alacsony zaj/rezgés szintű berendezések kiválasztása; rezgésmentes talapzatok, zajelnyelők és zajvédelmi tokozások alkalmazása
- időszakos zaj- és rezgésmérések.

Légszennyezés csökkentése: A BAT kiválasztásához az alábbi paraméterek figyelembe vétele szükséges: szennyezőanyag típusok és bemeneti koncentrációk; gázáramlási sebesség; szennyezőanyagok jelenléte; megengedett kilépőgáz koncentráció; biztonság; befektetési és üzemeltetési költségek; az üzem elrendezése; közművek rendelkezésre állása. Magas bemeneti koncentrációk vagy kevésbé hatékony technikák esetén több technika kombinációja lehet szükséges. A légszennyezésre vonatkozó Általános BAT egy megfelelő kombinációját vagy kiválasztását jelenti az „A”-táblázatban (VOC-okra) és a „B”-táblázatban (egyéb, az eljárásokhoz kapcsolódó légszennyezők) megadott technikáknak.

| Technika | BAT-hoz kapcsolódó értékek ⁽¹⁾ | Megjegyzés |
|--|---|---|
| Szelektív membrános elválasztás | 90 - >99,9 % visszanyerés VOC < 20 mg/m ³ | Indikatív alkalmazási tartomány 1 - >10g VOC/m ³ A hatékonyságot kedvezőtlenül befolyásolhatják például korrozív termékek, poros vagy harmatpont közeli állapotú gáz. |
| Kondenzáció | Kondenzáció: 50 - 98 % visszanyerés + további csökkentés. Krio-kondenzáció: ⁽²⁾ 95 – 99,95 % visszanyerés | Indikatív alkalmazási tartomány: áramlás 100 - >100000 m ³ /h, 50 - >100g VOC/m ³ . Krio-kondenzáció esetén: áramlás 10 – 1000 m ³ /h, 200 – 1000 g VOC/m ³ , 20 mbar – 6 bar |
| Adszorpció ⁽²⁾ | 95 – 99,99 % visszanyerés | Indikatív alkalmazási tartomány regeneratív adszorpcióra: áramlás 100 - >100000 m ³ /h, 0,01 - 10g VOC/m ³ , 1 – 20 atm. Non-regeneratív adszorpció: áramlás 10 - >1000 m ³ /h, 0,01 - 1,2g VOC/m ³ |
| Gázmosó ⁽²⁾ | 95 - 99,9 % csökkentés | Indikatív alkalmazási tartomány: áramlás 10 – 50000 m ³ /h, 0,3 - >5g VOC/m ³ |
| Termikus oxidáció | 95 – 99,9 % csökkentés VOC ⁽²⁾ < 1 - 20 mg/m ³ | Indikatív alkalmazási tartomány: áramlás 1000 – 100000m ³ /h, 0,2 - >10g VOC/m ³ . A 1 - 20 mg/m ³ tartomány kibocsátási határértékeken és mért értékeken alapul. A regeneratív vagy rekuperatív (visszanyerő) termál-incinerátorok csökkentési hatékonysága alacsonyabb lehet a 95 – 99 %-nál, de elérheti a < 20 mg/Nm ³ értéket. |
| Katalitikus oxidáció | 95 - 99 % csökkentés VOC < 1 - 20 mg/m ³ | Indikatív alkalmazási tartomány: áramlás 10 – 100000 m ³ /h, 0,05 – 3 g VOC/m ³ |
| Fáklyás égetés | Fáklyatornyok > 99 % Alacsony fáklyák > 99,5 % | |

1. Ha nincs másképpen feltüntetve, a koncentrációk fél óra/napni átlagra vonatkoznak 0°C, 101,3 kPa száraz kilépőgáz referenciakörülményekre, 3 vol% oxigéntartalommal (11 vol% oxigéntartalom a katalitikus/termikus oxidáció esetén).

2. A technika keresztmédia kérdéseket vet fel, melyeket figyelembe kell venni.

„A”-táblázat: A BAT-hoz kapcsolódó értékek a VOC-ok visszanyerésére/csökkentésére

| Szennyező- anyag | Technika | BAT-hoz kapcsolódó értékek ⁽¹⁾ | Megjegyzés |
|---|--|---|--|
| Szemcsés anyagok | Ciklon | Akár 95%-os csökkentés | Nagyban függ a szemcsés anyag méreteitől. Általában csak BAT egy másik technikával kombinálva (pl. elektrosztatikus pernyeválasztó, szövetszűrő). |
| | Elektrosztatikus porleválasztó | 5 – 15 mg/Nm ³ 99 – 99,9 % csökkentés | A különböző (nem-NVSzV) ipari szektorokban használt technika alkalmazása alapján. A teljesítmény nagyban függ a szemcsés anyag tulajdonságaitól. |
| | Szövetszűrő | < 5 mg/Nm ³ | |
| | Kétfokozatú porszűrő | ~ 1 mg/Nm ³ | |
| | Kerámiaszűrő | < 1 mg/Nm ³ | |
| | Abszolút filter | < 0,1 mg/Nm ³ | |
| | HEAF szűrő | Kis cseppek és aeroszolok esetén akár 99 %-os csökkentés | |
| Ködszűrő | Por és aeroszolok esetén akár 99 %- os csökkentés | | |
| Szag | Adszorpciós bioszűrő | 95 - 99 %-os csökkentés szagra és egyres VOC-kre | Indikatív alkalmazási tartomány: 10000 - 200000 ou/Nm ³ |
| Kén-dioxid és savas gázok | Nedves mészköves gázmosás | 90 – 97 % csökkentés SO ₂ < 50 mg/Nm ³ | Indikatív alkalmazási tartomány SO ₂ -re < 1000 mg/m ³ a nyers gázban. |
| | Gázmosók | HCl ⁽²⁾ < 10 mg/Nm ³ HBr ⁽²⁾ < 5 mg/Nm ³ | A koncentrációk az ausztriai engedélyezett határértékeken alapulnak. |
| | Félszáraz szorbens- befecskendezés | SO ₂ < 100 mg/Nm ³ HCl < 10 - 20 mg/Nm ³ HF < 1 - 5 mg/Nm ³ | Indikatív alkalmazási tartomány SO ₂ -re < 1000 mg/m ³ a nyers gázban. |
| Nitrogén- oxidok | SNCR | 50 – 80 % NO _x csökkentés | |
| | SCR | 85 to 95 % csökkentés NO _x < 50 mg/m ³ . Ammónia < 5 mg/m ³ | Magasabb lehet, ha a hulladékgáz magas hidrogénkoncentrációt tartalmaz. |
| Dioxinok | Elsődleges mérések + adszorpció 3-ágvas katalizátor | < 0,1 ng TEQ/Nm ³ | A dioxinoknak az eljárásokban való képződését lehetőség szerinti legnagyobb mértékben el kell kerülni. |
| Higany | Adszorpció | 0,05 mg/Nm ³ | 0,01 mg/Nm ³ mért érték az ausztriai aktív szénszűrős hulladékégető telepen. |
| Ammónia & aminok | Gázmosó | < 1 – 10 mgNm ³ | Savas gázmosó |
| Hidrogén- szulfid | Abszorpció (lúgos gázmosó) | 1 - 5 mg/Nm ³ | A H ₂ S abszorpciója több mint 99 %-os. Alternatív technika az etanol-aminos gázmosóban való abszorpció, majd kénvisszanyerés. |
| 1. Ha nincs másképpen feltüntetve, a koncentrációk fél óra/napi átlagra vonatkoznak 0 °C, 101,3 kPa száraz kilépőgáz referenciakörülményekre, 3 vol% oxigéntartalommal. | | | |
| 2. Napi átlagérték standard körülményekre. A félórás értékek HCl < 30 mg/m ³ and HBr < 10 mg/m ³ . | | | |

„B”-táblázat: A BAT-hoz kapcsolódó értékek egyéb NVSzV légszennyezők csökkentése esetén

Az NVSzV eljárások során kibocsátott légszennyezők jellemzői igen széles skálán mozognak (toxicitás, globális felmelegedés, fotokémiai ózon reakció, sztratoszférikus ózonritkulás, stb. szempontjából) és ezek számos rendszer szerint besorolhatók. Mivel nem létezik egy páneurópai besorolási rendszer, a „C”-táblázat a holland NeR rendszer használatával tünteti fel a BAT-hoz kapcsolódó szinteket. A NeR magas szintű környezetvédelmi rendszert képvisel, de csak egy lehetséges példa a megfelelő gyakorlatra. Más, ugyanennyire használható besorolási rendszerek is léteznek, amelyek használhatók a BAT-hoz kapcsolódó szintek megállapítására, és amelyek közül néhányat a BREF VIII. számú Melléklete is körvonalaz.

| Kategóriák ** | Lehetséges BAT megoldások (nem teljes lista) | A BAT-hoz kapcsolódó emissziós szint (mg/Nm ³) *** | Küszöbérték (kg/h) |
|---|--|--|----------------------|
| Igen veszélyes anyagok | | | |
| Dioxinok és furánok | Folyamatba integrált: megfelelő üzemeltetési feltételek és alacsony klórtartalom a nyersanyagban/tüzelőanyagban. cső végén: aktív szén, katalitikus szövetiszűrő, égető. | 0,1 (ng I-TEQ/Nm ³) | nincs küszöbérték |
| PCB-k | | 0,1**** (ng PCB -TEQ/Nm ³) | nincs küszöbérték |
| Szemcsés anyagok | | | |
| Szemcsés anyag | Ha a szűrés nem lehetséges, 25 alkalmazásig. Ha a szűrés nem lehetséges, 50 alkalmazásig. | 10 – 25 10 - 50 | ≥ 0,5 < 0,5 |
| Karcinogén anyagok* | | | |
| ∑ C1 | Égető, gázmosó, abszolút szűrő, aktív szén. | 0,1 | 0,0005 |
| ∑ C1 + C2 | | 1,0 | 0,005 |
| ∑ C1 + C2 + C3 | | 5,0 | 0,025 |
| Szerves anyagok (gáz/pára)* | | | |
| ∑ gO1 | Égető, (regeneratív) aktív szén, páravisszanyerő egység | 20 | 0,1 |
| ∑ gO1 + gO2 | | 100 | 2,0 |
| ∑ gO1+ gO2 + gO3 | | 100 - 150 | 3,0 |
| Szerves anyagok (szilárd)* | | | |
| ∑ sO1 | Ha a szűrés nem lehetséges, 25 alkalmazásig. Ha a szűrés nem lehetséges, 50 alkalmazásig | 10 – 25 10 - 50 | ≥ 0,1 < 0,1 |
| ∑ sO1 + sO2 | Ha a szűrés nem lehetséges, 25 alkalmazásig. Ha a szűrés nem lehetséges, 50 alkalmazásig. | 10 – 25 10 - 50 | ≥ 0,5 < 0,5 |
| ∑ sO1 + sO2 + sO3 | Ha a szűrés nem lehetséges, 25 alkalmazásig. Ha a szűrés nem lehetséges, 50 alkalmazásig. | 10 – 25 10 - 50 | ≥ 0,5 < 0,5 |
| Szervetlen anyagok (gáz/pára) | | | |
| gI1 | Több lehetséges megoldás (pl. kémiai gázmosó, lúgos gázmosó, aktív szén) | 1,0 | 0,01 |
| gI2 | | 5,0 | 0,05 |
| gI3 | | 30 | 0,3 |
| gI4 | Savas/lúgos gázmosó, S(N)CR, mészbefecskendezés. | 200 | 5 |
| Szervetlen anyagok (szilárd)* | | | |
| ∑ sI1 | Szövetiszűrő, gázmosó, elektrosztatikus pernyeleválasztó | 0,2 | 0,001 |
| ∑ sI1 + sI2 | | 1,0 | 0,005 |
| ∑ sI1 + sI2 + sI3 | | 5,0 | 0,025 |
| * Az összegzési szabály alkalmazandó (azaz az adott emissziós szint az anyagok összességére vonatkozik a releváns kategóriában, hozzáadva az alatta levő kategóriában levőket is). | | | |
| ** Részletes anyag besorolás a VIII. számú Mellékletben: A Tagállamok légszennyező anyag besorolási rendszerei. | | | |
| *** Az emissziós szint csak akkor alkalmazandó, amikor a tömeg küszöbértéket (a nem kezelt emisszióké) meghaladja. Az emissziós szintek félórás átlagra vonatkoznak normál körülmények mellett (száraz hulladékgáz, 0°C és 101,3 kPa mellett). Az oxigén koncentrációt a NeR nem határozza meg, de az rendszerint a tényleges oxigén koncentráció (égetők esetén a 11 vol% oxigénkoncentráció elfogadható). | | | |
| **** A PCB-szintek a TEQ szerint vannak megadva; ezen értékek kiszámításához szükséges releváns tényezők tekintetében lsd. a Van den Berg et al. "Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and Wildlife" című cikket, Environmental Health Perspectives, Volume 106, No 12, December 1998. | | | |

„C”-táblázat: A BAT-hoz kapcsolódó légköri emissziós szintek az eljárások gáz kibocsátásai esetén az NVSzV-iparban

A fáklyás égetésre vonatkozó BAT többek között az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti: az üzem tervezése/üzemeltetése olyan módon, hogy az minimálisra csökkentse a szénhidrogéneknek a fáklyás rendszerekben való elégetésének szükségességét. A földfelszíni és magas fáklyák (fáklyatornyok) közti választás biztonsági szempontokon alapul. Abban az esetben, ha magas fáklyákat használnak, a BAT-nak része az őrláng / őrláng érzékelés, a hatékony keverés, illetve a zárláncú televízió rendszeren keresztüli megfigyelés. A BAT-hoz kapcsolódó csökkentési értékek VOC-ra >99% magas fáklyák esetén és >99,5% földfelszíni fáklyák esetén.

A folyamat-kazánokra vonatkozó BAT a gáztüzelés és alacsony NO_x égős konfiguráció a jellemző 50-100 mg NO_x /Nm³ értékek eléréséhez (órás átlagként) új és meglévő üzemekben egyaránt. Más tüzelőegységek (pl. gőzkazánok, gázturbinák) esetén a BAT a nagy tüzelőberendezésekre vonatkozó BREF-ben található.

A **szén-dioxid emissziókra** vonatkozó BAT javított energiahatékonyságot jelent, de az alacsony széntartalmú (hidrogénben gazdag) tüzelőanyagokra való átállás vagy nem fosszilis tüzelőanyagok használata szintén BAT-nak tekinthető.

A vízszennyezés csökkentése: A vízszennyező anyagokra vonatkozó BAT többek között az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti:

- a nehézfémeket, toxikus vagy biológiailag nem lebontható szerves vegyületeket tartalmazó szennyvízárámok külön történő kezelése vagy a fenti anyagok kinyerése (kémiai) oxidációval, adszorpcióval, szűréssel, extrakcióval, (vízgőzös) desztillációval, hidrolízissel vagy anaerob előkezeléssel, majd ezt követően biológiai kezeléssel. A BAT-hoz kapcsolódó emissziós értékek az egyes kezelt szennyvízárámokban (napi átlagként): Hg 0.05 mg/l; Cd 0,2 mg/l; Cu / Cr / Ni / Pb 0.5 mg/l; és Zn / Sn 2 mg/l.
- a nehézfémeket, toxikus vagy biológiailag nem lebontható szerves vegyületeket nem tartalmazó szennyvízárámok potenciálisan alkalmasak kombinált biológiai kezelésre alacsonyan terhelt üzemekben (a biológiai lebonthatóság, a gátló hatások, az illékonyság és a visszamaradó szennyeződési szintek értékelése alapján). A BAT-hoz kapcsolódó BOI)-szint az elfolyó vízben kevesebb, mint 20 mg/l (napi átlagban).

Az NVSzV eljárásokból származó szennyvizeket erősen befolyásolják többek között az alkalmazott eljárások, az üzemeltetési eljárás változatossága, a vízfogyasztás, a forrás szabályozási intézkedések és az előkezelés mértéke. A TWG szakértői véleménye szerint azonban a BAT-hoz kapcsolódó emissziós szintek (napi átlagban) a következők: KOI 30 – 125 mg/l; AOX < 1 mg/l; és összes nitrogén 10 - 25 mg/l.

A hulladék és maradékanyag csökkentésre vonatkozó BAT többek között az alábbi technikák megfelelő kombinációját és kiválasztását jelenti:

- katalizátorok - regenerálás / újrafelhasználás, kimerülés esetén az értékes fémtartalom kinyerése
- kimerült tisztítóközegek – regenerálás ha lehetséges; ha nem, akkor hulladéklerakóra szállítás vagy elégetés
- szerves maradékanyagok az eljárásokból – a nyersanyagként vagy tüzelőanyagként való felhasználás maximalizálása; amennyiben ez nem lehetséges, akkor elégetés
- kimerült reagensek – a visszanyerés maximalizálása vagy tüzelőanyagként való felhasználás, ha nem lehetséges, akkor elégetés.

Szemléltető eljárás: Kis szénatomszámú olefinek (7. fejezet)

Általános információk: A nagy volumenű szerves vegyületek között a kis szénatomszámú olefinek alkotják a kereskedelmi forgalomban kapható vegyületek legnagyobb csoportját és igen széles skálát alkot származékaiknak a köre. 1998-ban az európai etiléntermelés elérte a 20,3 millió tonnát, míg a propiléntermelés 13,6 millió tonna volt. Az etilén 98 %-a és a propilén 78 %-a vízgőzös pirolízis (steam-cracking, krakkolás) útján került előállításra. Jelenleg Európában kb. 50 krakkolóüzem működik; az átlagos európai üzemméret évi 400 kt gyártási kapacitással működik, a legnagyobb üzem pedig évente közel egymillió tonna alapanyagot dolgoz fel. Az olefingyártás nyersanyagai közé tartoznak többek között a könnyű gázok (pl. etán és cseppfolyósított földgázok) és a finomított cseppfolyós termékek (nafta, gázolaj). A nehezebb alapanyagokból rendszerint nagyobb számú melléktermék (propilén, butadién, benzol) nyerhető, viszont feldolgozásukhoz nagyobb/komplexebb üzemekre van szükség. A kis szénatomszámú olefineket kivétel nélkül az előzetesen meghatározott termékjellemzők, és nem a teljesítmény alapján értékesítik, ami nagyban ösztönzi a termékek nemzetközi, elsősorban az eladási árra érzékeny piacát. A krakkolóüzemek szabadalmak által védett technológiát alkalmaznak, és a licencek kis számú nemzetközi vállalattól szerezhetőek meg. Az általános konstrukció aránylag egységes, hasonló, a folyamatok egyedi részleteit viszont – különösen a kemence területén – a felhasználandó nyersanyag kiválasztása, annak tulajdonságai határozzák meg. A világméretű piaci verseny egyúttal garantálja, hogy nem létezik olyan technológia, mely egyedülálló teljesítményelőnyöket biztosítana, az adott technológiai megoldások kiválasztását ugyanis

jellemzően a korábbi tapasztalatok, a helyi körülmények és a termelésbe állítás teljes befektetési költsége szabja meg.

Alkalmazott eljárás: A krakkolási folyamat erősen endoterm (15–50 GJ/t etilén), a kapcsolódó reakciók a pirolíziskemencében, 800 °C feletti hőmérsékleten játszódnak le. Ezzel szemben az olefintermékeknek a krakkolást követő kivonása és tisztítása kriogén szétválasztás segítségével, alacsony hőmérsékleten, akár –150 °C-on és 35 bar nyomás mellett végezhető el. Energia-visszanyerés céljából a krakkolóüzemek igen integrált felépítéssel bírnak. Az alapanyagok/termékek rendkívüli illékonyasága és tűzvesélyessége megkívánja, hogy az üzem általános biztonsági integritása olyan kiemelkedő normáknak is eleget tegyen – ennek elemeként ideértve például a zárt nyomáscsökkentő rendszereket –, melyek alkalmazása a legjobban működő üzemekben lehetővé teszi, hogy a krakkolóegységben a teljes szénhidrogén-veszteség nem haladja meg az 5–15 kg/t etilén mértéket.

Fogyasztás/emisszió: A nagy volumenben végzett krakkolási műveletek egyúttal azt jelentik, hogy a potenciális emisszió számottevő mértékű.

Gázok: A pirolíziskemencék alacsony kéntartalmú – gyakran hidrogént is tartalmazó – gázokat égetnek el, a kibocsátás túlnyomó részét a füstgázok (CO₂, CO, NO_x) adják. A kéndioxid és makrorészecskék kibocsátása a kevésbé értékes krakktermékeknek tüzelőanyagként való alkalmazásából (pl. segédkazánok és egyéb fűtőberendezések), illetve a kemencecsövekben lerakódott kokszt elégéséből származik. Az illékony szerves vegyületek kibocsátása viszont egyaránt lehet az égési folyamat eredménye, vagy a szivárgás, esetleg a szellőző gázokból származó pontforrás-szivárgás következménye.

Folyadék: Az általános szennyvízáram (pl. kazántápvíz) mellett három külön szennyvíz-forrás említhető meg: a technológiai víz (hígítógőz-lefúvatás), továbbá az elhasznált lúgoldat és a koksztmentesítő hordómosó vize (amennyiben ilyen egység beszerelésre került). A folyékony szénhidrogénnel fizikai kapcsolatba kerülő szennyvizek a következő szennyezőanyagokat tartalmazhatják: szénhidrogének, oldott szilárd szerves anyagok és szemcsés anyagok, kémiai vagy biológiai oxigénigénnyel jellemezhető anyagok és fémionok nyomnyi mennyiségben.

Szilárd hulladékok: Amennyiben a felhasznált nyersanyag gáz vagy vegyipari benzin, a krakkolási folyamat során viszonylag kevés szilárd hulladék keletkezik, gázolaj betáplálásakor az olajiszap megjelenése természetes. A szilárd hulladékok többségét a szerves iszapok és a kokszt adja, mindazonáltal az elhasznált katalizátoranyagok, adszorbensek és különféle oldószerek időről-időre eltávolítandóak.

A Legjobb Elérhető Technikák (BAT):

Folyamat-kiválasztás: A kis szénatomszámú olefinek teljes köre nagy tételben jelenleg csak krakkolás útján állítható elő, ezért általában ez a BAT. A betáplált alapanyagok tekintetében viszont nem jelölhető meg BAT, jóllehet a gáz halmazállapotú nyersanyagokat használó üzemek emissziója az esetek többségében alacsonyabb mértékű, mint azoké, melyek vegyipari benzint vagy gázolajat alkalmaznak.

A légkörbe történő kibocsátás: A légkörbe történő kibocsátás csökkentésére a legfontosabb BAT a hatékony pirolíziskemencék helyes kiválasztása, megfelelő karbantartása és működtetése. A modern kemencék hőhatásfoka 92–95 %-os, földgázt vagy leginkább maradék gázt (metán és hidrogén keveréke) használnak fel. A kemencék a hatékony égésirányítás elérése érdekében fejlett vezérlőrendszerekkel működnek, továbbá vagy igen csekély NO_x-t generáló égőfejjel (a BAT-tal kapcsolatban mérhető kibocsátás órás átlagban 75–100 mg NO_x/Nm³) vagy szelektív katalitikus NO_x-mentesítő egységekkel (a BAT-tal kapcsolatban mérhető kibocsátás órás átlagban 60–80 mg NO_x/Nm³) szerelték fel azokat. A BAT-tal kapcsolatban mérhető ammónia-kibocsátás a modern NO_x-mentesítő, azaz SCR-egységek esetében és magas NO_x redukációs sebesség mellett órás átlagban < 5 mg/m³, ám a katalizátor elöregedésével magasabb kibocsátási szintek is tapasztalhatóak.

A krakkolókemencék bizonyos időközönként, levegő-gőz keverék alkalmazásával koksztmentesítendőek. A koksztmentesítő véggázt vagy a kemence tűzterébe vezetik, vagy egy külön koksztmentesítő egységbe, ahol a részecske-kibocsátás permetezett víz vagy ciklonok segítségével órás átlagban 50 mg/Nm³-re szorítható vissza.

A nagy kapacitású, magas fáklyatornyok az etilénüzemekre jellemzőek, hiszen amennyiben az üzemben jelentősebb működési zavar áll be, ezek garantálják a szénhidrogének biztonságos elvezetését. A fáklyák mindazonáltal nem csak a környezet számára jelentenek negatív hatást (látvány, hang), hanem az üzemeltető tekintetében is számottevő értékvesztés merül fel. A BAT célja tehát nem lehet más, mint a fáklyák alkalmazásának visszaszorítása már bevált, teljességgel megbízható üzemi megoldások és berendezések használatba állításával, a fáklyákon eléggő anyagok újrahasznosítása alternatív módszerekkel, mint például a specifikációnak nem megfelelő anyagoknak a technológiai folyamat más részeibe való visszavezetése. A teljesítmény maximalizálása és egyúttal a kibocsátás minimalizálása tekintetében döntő szerepet játszik a helyes irányítási gyakorlatok kialakítása és alkalmazása, illetve az eszközök megfelelő karbantartása is. A zárt televíziós hálózatokon keresztül történő folyamatos ellenőrzés, monitorozás, az automatizált gőzarány-szabályzás, valamint a gyújtóláng megfigyelése olyan BAT-ok, melyek csökkentik a fáklya használatának időtartamát és mértékét. Optimális körülmények között a fáklya égési határfoka 99 %-os.

A savas gázok, így például a szén-dioxid és a kén-dioxid, a krakkgázból nátriumhidroxiddal végbemenő reakció során távoznak (egyres esetekben a savasgáz-terhelést előbb regenerálható aminos mosással csökkentik). Savasgáz-kibocsátás jelentkezik, ha az üzem az elhasznált lúgoldatot nem képes kivonni, vagy a vizes effluens ártalmatlanítása előtt az áramot nedves-oxidációs módszerrel még kezelik. Amikor az elhasznált lúgoldatot savanyítják, gázhalmazállapotú kén-hidrogén keletkezik, mely vagy egy megfelelő égetőkemencébe (ahol az égés következtében kéndioxid jön létre), vagy ritkábban egy közeli, Claus-eljárást alkalmazó egységbe küldik kénkinyerés céljából.

Az illékony szénhidrogének tárolása és kezelése tekintetében BAT-nak tekintendő a szellőző gázok légkörbe kivezetésének elkerülése. A szivárgás esélyének minimalizálására a javasolt BAT a hegesztett csövezetékek alkalmazása, a szivattyúk/kompresszorok vonatkozásában kiemelkedő integritású tömítőrendszerek beszerelése, a leválasztó- és szabályozószelepek esetében megfelelő tömszelence tömítőanyagok használata, amit egyúttal a kibocsátás monitorozása és tervszerű karbantartás útján történő csökkentése érdekében, hatékony irányítási rendszer támogat.

A vizekbe történő kibocsátás: Az elfolyó vizek esetében a BAT a folyamatintegrált módszerek alkalmazásával, valamint az újrahasznosítás / további feldolgozás segítségével képzelhető el, amennyiben ezen eljárások maximalizálják az utókezelés előtti visszanyerést.

- A BAT a folyamat víz áramára (a kifolyás a pirolízis kemencékben használt hígító gőz kondenzációjából) a hígító gőz előállító egység, ahol a vizet mossák a nehéz szénhidrogének eltávolítására, sztrippelik és elgőzöltetik, hogy visszavigyék a pirolízis kemencébe.
- A lúgoldat esetében a BAT jelentheti a kinyerést, nedves oxidációt, továbbá a kénkivonást és a hamvasztást megelőző savanyítást vagy a savanyúgáz fáklyán történő elégetését.
- Az effluens utókezelése esetén a BAT körébe tartozik a fizikai elválasztás (pl. API-szeparátor, hullámlemez-szeparátor segítségével), melyet bizonyos finomműveletek (pl. hidrogén-peroxid oxidáció vagy biológiai kezelés) követnek. Az utolsó vízkibocsátás BAT-szintjei napi átlagban többek között: KOI 30–45 mg/l és TOC 10–15 mg/l (2–10 g/t etilén).

Melléktermékek/hulladékok: A BAT körébe tartozik: az API-szeparátorokból a különféle szerves szennyezők, pl. iszap bizonyos időközönkénti eltávolítása, melyek ártalmatlanítása aztán hamvasztással, erre szakosodott külső hulladékkezelő cég alvállalkozóként való bevonásával történik; az elhasznált katalizátorok és szárítószeres kijelölt lerakóhelyen való

elhelyezése a nemesfémek kinyerése után; a finom koksz immobilizált formájának kijelölt lerakóhelyen való elhelyezése és/vagy hamvasztása.

Szemléltető eljárás: Aromás vegyületek (8. fejezet)

Általános információk: Az aromás vegyületek közé a benzol, a toluol, a különféle xilolok, az orto-xilol, a para-xilol és a meta-xilol (más néven BTX) tartozik. A benzolt sztirol, kumol és ciklohexán előállítására használják. A toluol számottevő részéből benzol, fenol és toluoldiizocianát készül. A para-xilolt rendszerint polietilén-tereftaláttá (PET) alakítják át, a különféle xilolok elsősorban oldószerként jutnak szerephez, míg az orto-xilol a ftálsav-anhidrid alapanyaga.

1998-ban, Nyugat-Európában az aromás vegyületekkel foglalkozó ipari létesítmények több mint 10 millió tonna terméket 2,3 milliárd dollár értékben állítottak elő. Az aromás vegyületek piaca igen összetett és ingatag, hiszen mindösszesen hat fő termék képezi a gyártás alapját, melyeket előállítása ráadásul rendkívül különböző folyamatok és alapanyagok felhasználásával történik. Az aromás vegyületek piaci ára függ egymástól, illetve a nyersolaj áráról, a benzin áráról és az átváltási árfolyamoktól. Mindemelllett az Európai Unió úgynevezett Gépjármű-üzemanyag Irányelve alapján 2000. január 1-től a benzin benzoltartalma nem haladhatja meg az 1 %-ot, ezért a továbbfeldolgozott alapanyagokból a benzol kivonásának mértéke szükségszerűen növekedett, és egyúttal az Európai Unió benzoltermelése is emelkedett.

Alkalmazott eljárás: A BTX aromás vegyületeket három fő nyersanyagból állítják elő: a finomítókból származó reformált benzinből, a pirobenzinből (pygas) és a kőszénkátrányfeldolgozás során keletkező benzolból. Ezen alapanyagokat lényegében az aromás vegyületek keveréke alkotja, mely a vegyipari piacon való értékesítés érdekében még szétválasztandó és tisztítandó.

- *Benzol:* Európában a benzol 55 %-a pirobenzinből, 20 %-a reformált benzinből és további néhány százalék kőszénkátrányból, illetve egyéb aromás vegyületek vegyi kezelése során kerül előállításra. Európában 57 termelőegység működik, melyek összevont kapacitása eléri az évi 8100 kt-t.
- *Toluol:* Európában a pirobenzin és a reformált benzin képezte alapanyagok fele-fele arányban jutnak szerephez a toluol gyártásban. Az üzemelő 28 termelőegység összevont kapacitása évi 2760 kt.
- *Xilol:* A xilol fő alapanyaga a reformált benzin. A xilolgyártás elsősorban a para-xilol előállítását tartja szem előtt, ám a gyártók többsége ezzel párhuzamosan az orto-xilol és meta-xilol kivonását is elvégzi. A 11 európai termelési egység összevont kapacitása évi 1850 kt.

A gyártási folyamat kiválasztása olyan stratégiai döntésnek számít, mely nagyban függ a rendelkezésre álló alapanyagtól, illetve annak költségétől, továbbá az aromás vegyületek által megjelenített egyes termékek iránti igénytől. Az alapanyag és a kereslet viszont számos döntési változatot eredményeznek, így szinte minden, aromás vegyületeket gyártó üzem egyedi jellemzőkkel, szerkezettel rendelkezik. Ennek ellenére az aromás vegyületeknek petrokémiai alapanyagokból történő előállítása egy sor, egymáshoz szorosan kapcsolódó, integrált folyamatból áll össze, mely lehetővé teszi:

- Az aromás vegyületek elválasztását (a nem aromás vegyületektől), továbbá fejlett fizikai elválasztó folyamatok alkalmazásával (pl. azeotrop lepárlás, extraktív lepárlás, fagyasztás útján történő kristályosítás, adszorpció, komplexképzés BF_3/HF -dal) a tiszta termékek szeparálását. A legszélesebb körben használt módszer az oldószeres extrakció, melyet lepárlás követ.
- A hasznosabb termékekkel való vegyi átalakítást, melynek eljárás módjai közé tartozik a:
 - toluolt benzollá alakító hidrogénező dezalkilezés (THD vagy HDA)
 - toluolt benzollá és xilollá alakító toluol-diszproporcionálás (TDP)
 - orto-xilolt és/vagy meta-xilolt para-xilollá alakító izomerizáció.

Az aromás vegyületeket előállító egységek földrajzi, fizikai értelemben véve lehetnek valamely finomítóüzemen belül vagy petrolkémiai komplexumokban, ahol az egyes folyamatok integrációja lehetővé teszi a járulékos alapanyagok közös használatát, a melléktermékek egyesített kezelését és megosztható eszközök alkalmazását, gondolva itt például a fáklyarendszerekre és a szennyvíztisztítási lehetőségekre. Az aromás vegyületek kapcsán felmerülő munkafolyamatok többségét nemzetközi szinten is jelentős technológiagazdák tervezték meg és építették ki. A 70-et meghaladó számú folyamatszabdalom létezik több, mint 20 szabadalomtulajdonos kezében, melyek mindegyike ráadásul a helyi feltételekhez való igazodás céljából különböző alapanyagokat használ és folyamatjellemzőket kínál.

Fogyasztás/emisszió: Az energia-fogyasztás az alapanyag aromás vegyület tartalmától, a hőintegráció mértékétől és az alkalmazott technológiától függ. Az aromás vegyületek gyártásának különféle folyamatai lehetnek exotermek (pl. hidrogénező finomítás) vagy energiaintenzívek (pl. lepárlás), és számos lehetőség nyílik az energia-kivonás és -felhasználás optimalizálására is.

Az aromás vegyületeket előállító üzemek energia-kibocsátása elsősorban a szeparációs folyamatokhoz szükséges járulékos alapanyag-felhasználásra (pl. hő, energia, gőz, hűtővíz) vezethető vissza. A folyamatok megtervezésénél a légkörbe való kibocsátást rendszerint nem építették be, az alapeljárások során felmerülő anyagkibocsátások a szennyeződések eltávolításának, a folyamatok által létrehozott szennyező folyadékoknak és a berendezések egyéb anyagkibocsátásának köszönhetőek.

A Legjobb Elérhető Technikák (BAT): Egy BAT eljárás meghatározása gyakorlatilag nem lehetséges, hiszen az alkalmazandó eljárás nagymértékben függ a rendelkezésre álló alapanyagtól és a kereslet által megkívánt termékektől.

Gázkibocsátás: A BAT megfelel többek között az alábbi eljárások közül történő megfelelő választásnak, vagy több eljárás kombinációjának:

- Az aromás vegyületeket előállító üzemben belül és a környező egységekben az energiainTEGRÁCIÓ optimalizálása.
- Az új kemencék esetében igen csekély NO_x-t generáló égőfejek (*Ultra Low NO_x Burners – ULNB*) vagy, nagyobb kemencék vonatkozásában, katalitikus NO_x-mentesítők (SCR) beszerelése. A fenti berendezéseknek a már működő kemencékbe való beszerelése függ az üzem szerkezetétől, méretétől és belső elrendezésétől.
- A szokványos technológiai lefűjt gázoknak és biztonsági szelep-kivezetéseknek a gáznyerő-rendszerekbe vagy a fáklyákhoz való irányítása.
- A kezelői érintettség minimalizálására, valamint a mintavételt megelőző öblítő fázis alatti kibocsátás minimalizálására zárt hurkos mintavevő rendszerek alkalmazása.
- Üzemi zavarok esetén a kibocsátás mértékének minimalizálására a hőbevitelt lezáró és a berendezéseket gyorsan és biztonságosan kikapcsoló „hőkikapcsoló” irányítási rendszer használata.
- Zárt csővezetékrendszer alkalmazása a szénhidrogéneket tartalmazó berendezések kiürítésére és szellőztetésére karbantartás előtt, különösen ha azok 1 tömegszázaléknál több benzolt és 25 tömegszázaléknál több összes aromás vegyületet tartalmaznak.
- Az olyan rendszerek esetében, ahol a technológiai gőz 1 tömegszázaléknál több benzolt és 25 tömegszázaléknál több összes aromás vegyületet tartalmaz, zárt szivattyúk, esetleg gázöblítős vagy kettős mechanikai tömítéses vagy mágneses szivattyúk alkalmazása.
- Kiemelkedő szelepszárazagnál felszerelendő öblíthető vagy zárt szelepház, különleges tömítő anyagokat (szén-szál erősítésű) kell használni, ha véletlenszerű emisszió érintettséget okozhat
- Kettős mechanikai tömítéssel vagy az alkalmazott folyamatnak megfelelő tömítő folyadékkal vagy gáz zárral ellátott kompresszorok, esetleg egyéb tömítés nélküli modellek használata.

- A hidrogénezés során keletkező füstgázok elégetése a hőhasznosítást lehetővé tevő kemencében.
- A nagy tömegben tárolt aromás vegyületek raktározása [EC DGXI, 1990 #16] kettős tömítésű úszótetős tartályban (a veszélyes aromás vegyületek, így a benzol esetében nem alkalmazható), vagy belső úszótetővel és nagyintegritású tömítésekkel ellátott rögzített tetős tartályban, esetleg olyan rögzített tetős tartályban, mely esetében biztosítottak az összekapcsolt gőzterek és a gőzgyűjtés, vagy egyszerűen a szellőző gáz abszorpciója.
- Az aromás vegyületek betöltése vagy leürítése során keletkező szellőző gázok esetében zárt szellőzőrendszerek alkalmazása, az alulról való töltés előnyben részesítése, a fejlődő gőzöknek a gőzgyűjtő egységbe, a tüzelőtér csövébe vagy a fáklyarendszerre való vezetése.

Víz emissziók: A BAT megfelel többek között az alábbi eljárások közül történő megfelelő választásnak, vagy több eljárás kombinációjának:

- A keletkező szennyvíz tömegének minimalizálása, illetve a szennyvíz újrafelhasználásának maximalizálása.
- A szénhidrogének kinyerése például vízgőzös sztrippelés alkalmazásával, illetve a szénhidrogének újrahasznosítása tüzelő- vagy egyéb visszanyerő rendszerekben, valamint a szennyvíz biológiai kezelése az olajleválasztást követően.

Hulladékok: A BAT megfelel többek között az alábbi eljárások közül történő megfelelő választásnak, vagy több eljárás kombinációjának:

- Az elhasznált katalizátorok és a kijelölt lerakóhelyen elhelyezendő katalizátorhordozók nemesfémtartalmának kinyerése és újrahasznosítása.
- Az olajiszapok hamvasztása és a hő hasznosítása.
- Az elhasznált agyag adszorbens kijelölt lerakóhelyen való elhelyezése vagy elhamvasztása.

Szemléltető eljárás: Etilén-oxid / etilén-glikol (9. fejezet)

Általános információk: Az etilén-oxid (EO) kulcsfontosságú köztitermék egy sor igen fontos termék gyártásában. A fő végtermék az etilén-glikol (EG), de a hasonlóan alapvető termékek között találjuk még az etoxilátokat, a glikol-étereket és az etanol-aminokat.

Az Európai Unió teljes EO-gyártási kapacitása – reaktorban termelt EO viszonylatában – eléri az évi 2500 kt-t, mely mennyiséget 14 termelőüzem állítja elő. Körülbelül ezen EO 40 %-a a glikolgyártás alapanyagaként hasznosul (világszinten ez az adat megközelítőleg 70 %). Az európai létesítmények jellegzetesen az EO és az EG integrált termelését folytatják. Az EO és a MEG eladása előzetesen meghatározott vegyi termékjellemzők alapján történik mintsem a teljesítmény alapján, ezért a verseny elsősorban az árak körül alakul ki.

Az etilén-oxid mérgező és az emberekben rákkeltő hatású. Az EO-gáz gyúlékony – még akkor is, ha levegővel nem keveredik –, és robbanás kíséretében spontán módon is bomlik. Az etilén-glikolok ezzel szemben stabil, korróziót nem indukáló folyadékok, melyek enyhe szemirritációt, vagy többszöri fizikai kontaktus esetében bőrirritációt okozhatnak.

Alkalmazott eljárás: Az etilén-oxid előállítása etilénből és oxigénből (vagy levegőből) történik gázfázisú reakció során ezüstkatalizátor alkalmazása mellett. A katalizátoranyag nem 100 %-osan szelektív, és az etilén alapanyag egy része CO₂-á és vízzé alakul át. Az EO-reaktorokban felszabaduló reakcióhő gőz formájában nyerhető vissza, mely gőz aztán az üzem fűtési rendszerében hasznosul. Az EO a reaktor gázhalmazállapotú termékéből nyerhető ki, még pedig vízben való abszorpció útján, melyet egy sztripperben való koncentráció követ. Az oxigén jelenlétében végbemenő folyamat során az EO-abszorberből származó újrahasznosított gáz egy részét átvezetik egy oszlopon, melyben a széndioxid forró kálium-karbonát oldat közvetítésével, abszorpció útján távozik, majd egy sztripperben a széndioxid a karbonátoldatból is kiválik.

Az etilén-glikolok gyártásakor az EO magas hőmérsékleten, jellegzetesen 150–250 °C-on, vízzel lép reakcióba. A folyamat elsődleges terméke a monoetilén-glikol (MEG), ám a további

értékes melléktermékek közé tartozik a dietilén-glikol (DEG) és a trietilén-glikol is. A MEG főleg poliészterszálak és polietilén-tereftalát (PET) előállításában hasznosítható.

Fogyasztás/emisszió: Az EO-katalizátor szelektivitása számottevően befolyásolja a nyersanyag- és energiafelhasználást, valamint a gázhalmazállapotú és folyékony effluensek, a melléktermékek és a hulladékok előfordulásának arányát, mértékét. Az EO/EG gyártási folyamata során keletkező fő kibocsátások a következők:

- A **CO₂**- lefúvatás biztosítja az öblítést a reaktorban keletkező CO₂, valamint a nyomokban fellelhető etilén és metán számára. A CO₂-t értékesítés céljából kinyerik, vagy éghető tartalmát termikus/katalitikus úton oxidálják.
- Az **inert lefúvatás** biztosítja az etilén- és oxigén-alapanyagokban jelen lévő inaktív anyagok öblítését. A lefújt gáz túlnyomórészt szénhidrogéneket tartalmaz, és jellegzetesen gáz halmazállapotú tüzelőanyagként hasznosítható.
- A melléktermékként keletkező **nehézglikolok** gyakran értékesíthetőek.
- A **víztelenítési folyadék** a teljes EO/EG-gyártó egység keverék vizes effluense, és a kis mennyiségű, vízben oldható szerves anyagok (elsősorban glikolok) lebontása érdekében biológiai tisztításra kerül.
- A **szilárd hulladékok** elsődleges forrása az elhasznált EO-katalizátor, melyet egyébként bizonyos időközönként cserélnék a csökkenő aktivitás és szelektivitás javítása okán. Az elhasznált EO-katalizátort az ezüst kinyerése céljából egy külső cégnek küldik el, míg az inaktív hordozót ártalmatlanítják.

A Legjobb Elérhető Technikák (BAT):

Reakcióút: Az **etilén-oxid** előállítására a legalkalmasabb módszer az etilén közvetlen, tiszta oxigén segítségével történő oxidációja, mivel az eljárás kisebb etilénigényt és kevesebb keletkező füstgázt termel. Az **etilén-glikol** gyártására vonatkozó BAT az EO hidrolízisében jelölhető meg (mégpedig olyan reakciós körülmények között, melyek maximalizálják a kívánt glikol(ok)ból előállított mennyiséget, és minimalizálják az energiafogyasztást).

Légszennyezések: Mindazok a technikák, amelyek megakadályozzák az EO veszteséget és az érintkezést az EO-dal, megfelelnek a BAT-nak, ami a környezet védelmét illeti.

A BAT a CO₂ lefúvatásra a visszanyerés és a CO₂ terméként való értékesítése. Ahol ez nem lehetséges, ott a BAT a CO₂, a metán és etilén emissziók minimalizálását jelenti hatékonyabb oxidáló katalizátor alkalmazásával, a metán és etilén szintek CO₂ sztrippelés előtti csökkentésével és/vagy a CO₂ bevezetését termikus vagy katalitikus oxidáló egységbe.

Az inert lefújt gáz esetében a BAT szerint javasolt egy, az energia-visszanyerést biztosító, gázhalmazállapotú tüzelőanyaggal működő rendszerre, vagy a fáklyarendszerre való átvezetés, mely utóbbi az EO-kibocsátási szinteket képes órás átlagban 1 mg EO/Nm³ alá szorítani. Amennyiben viszont az EO-reakció nem tiszta oxigén, hanem levegő felhasználása mellett megy végbe, BAT-nak számít az inert anyag-többlet átirányítása egy második oxidációs reaktorba, ahol a maradék etilén túlnyomó része EO-vá alakul át.

Az EO-t tartalmazó lefújt gázok esetében a BAT lehet:

- Vizes gázmosás órás átlagban < 5 mg EO/Nm³-ig, majd a légkörbe való kibocsátás (alacsony metán- és etiléntartalmú szellőzőgázok esetében).
- Vizes gázmosás és a folyamatban való újrahasznosítás (jelentékeny metán- és etiléntartalmú szellőzőgázok).
- Minimalizációs eljárások (pl. nyomáskiegyenlítés és gőzvisszaforgatás a tárolásba/betöltésbe).

A vizekbe történő kibocsátás: A vizekbe történő kibocsátás csökkentésére a BAT javasolja a járulékos folyadékok koncentrálását, a nehéz szerves anyagoknak a folyadékból való kinyerését értékesítés vagy hamvasztás céljából és a maradék szennyvíznek valamely biológiai kezelőegységbe való vezetését. A BAT alkalmazása lehetővé teszi a kibocsátási szint 10–15 g TOC/t EO-ra való visszaszorítását.

Melléktermékek és hulladékok:

A BAT a nehéz glikolok vonatkozásában a keletkezett mennyiség minimalizálása és a lehetséges értékesítések maximalizálása, az ártalmatlanításra – pl. égetésre – kerülő mennyiség csökkentése céljából.

A BAT az elhasznált EO-katalizátorok esetében a katalizátor élettartamának optimalizálása, majd a megfelelő ártalmatlanítási eljárás – pl. lerakón való elhelyezés – előtt az ezüsttartalom visszanyerése.

Szemléltető eljárás: Formaldehid (10. fejezet)

Általános információk: A formaldehidet számos termék (pl. gyanták, festékek) előállításában széles körben, vagy a formaldehid 100 %-os polimereként, vagy más vegyszerekkel együtt reakciótermékként hasznosítják. Az éves szinten 3100 kt-át is elérő európai összesített termelési kapacitást az Európai Unió 13 tagállamának 68 termelő egysége adja. A formaldehid mérgező, nagy koncentrációban feltételezetten rákkeltő; mindenesetre az erős irritáló hatás azt jelenti, hogy a nagy koncentrációknak való emberi kitettség egyértelműen korlátozandó. Éppen ezért, a dolgozók kitettségének mérséklése érdekében, szigorú kezelési előírások kerültek bevezetésre.

Alkalmazott eljárás: A formaldehid előállítása metanolból történik, eszköze a katalitikus oxidáció levegőhiány (ezüst-eljárás) vagy levegő felesleg (oxid-eljárás) mellett. Ezen kívül további lehetőségek, módszerek állnak rendelkezésre, hogy az ezüst-eljárást a metanol teljes vagy részleges átalakítására alkalmazzák. Mindkét alapvető gyártási folyamatnak megvannak a maguk előnyei és hátrányai, ennek megfelelően az európai formaldehid gyártásban érdekeltek, illetve a hozzájuk tartozó kapacitás erősen megoszlik az ezüst-eljárás és az oxid-eljárás képviselte módszerek között.

Fogyasztás/emisszió: Az elektromos áram és a gőz jelenti a két fő közmű igényt, ezek felhasználása közvetlenül kapcsolódik a folyamat szelektivitásához is. A másik oldalról a folyamat szelektivitása a reaktorokban végbemenő szénvesztés (CO és CO₂ formájában) függvénye. Minél kisebb a szénvesztés mértéke, annál nagyobb a szelektivitás. Mindazonáltal a szén teljes oxidációja egy szélsőségesen exoterm folyamat – ez főleg így van, ha a formaldehid előállításánál végbemenő reakciókkal vetjük össze –, tehát a nagyarányú szénvesztés egyúttal több gőz keletkezését feltételezi. Nem megfelelő szelektivitású katalizátor alkalmazásával, következésképpen, nagy mennyiségű gőz nyerhető, viszont a folyamat hatása a metanol igény szempontjából kedvezőtlen.

Gázkibocsátás: Az ezüst-eljárás és az oxid-eljárás esetében egyaránt a formaldehid abszorpciós oszlopából származó füstgáz az egyetlen, folyamatosan termelődő és hulladéknak tekinthető gáz. A fő szennyezőanyagok között megtalálható a formaldehid, a metanol, a CO és a dimetil-éter. További gázkibocsátás keletkezhet még a raktározott anyag szellőzése és valamely esetleges szivárgás előálltakor.

A vizekbe történő kibocsátás: A szokványos üzemeltetési körülmények között sem az ezüst-, sem az oxid-eljárás nem vezet számottevő folyékony szennyezőanyag folyamatos megjelenéséhez. Az esetlegesen mégis keletkező folyadékok visszairányíthatóak a folyamatba, ahol a formaldehid termék hígítását szolgálják.

Szilárd hulladékok: Szokványos üzemeltetési körülmények között alig termelődik szilárd hulladék, ám gondot okozhatnak az elhasznált katalizátorok, a szilárd paraformaldehid megjelenése, továbbá az elhasznált szűrők is.

A Legjobb Elérhető Technikák (BAT): A gyártási folyamat meghatározására a legalkalmasabb módszer vagy az oxid-, vagy az ezüst-eljárás. A tényleges eljárás kiválasztása olyan tényezőktől függ, mint a metanol fogyasztás és annak költségei, az üzem gyártási kapacitása, az üzem fizikai

méretei, a villamosenergia-felhasználás, a gőztermelés, valamint a katalizátor ára/élettartama. A BAT-nak az üzemi környezetet figyelembe véve az energia-egyensúlyt kell optimalizálnia.

Gázkibocsátás:

- Az abszorpciós, raktározó, valamint feltöltő és leürítő rendszerekről származó szellőzőgáz esetében a BAT a visszanyerés – pl. kondenzálás, vizes gázmosás útján – és/vagy a kezelés egy speciálisan e célra kialakított vagy központi égetőegységben, annak érdekében, hogy a formaldehid-kibocsátás napi szinten 5 mg/Nm^3 alatt maradjon.
- Az **ezüst-eljárás** vonatkozásában az abszorpciós füstgázokat érintő BAT motoros egységben vagy termikus oxidálóban kivitelezendő energia-visszanyerés, hogy a kibocsátás mértéke ne haladja meg:
 - szénmonoxid esetében az 50 mg/Nm^3 napi átlagot (0,1 kg/t 100 %-os formaldehid)
 - nitrogénoxidok esetében (NO_2 formájában) a 150 mg/Nm^3 napi átlagot (0,3 kg/t 100 %-os formaldehid)
- Az **oxid-eljárásból** származó véggázok vonatkozásában a BAT katalitikus oxidáció, mely teljesülésekor a kibocsátási szintek a következőképpen alakulnak: szénmonoxid $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ (0,05 kg/t 100 %-os formaldehid), nitrogénoxidok (NO_2 formájában) $< 10 \text{ mg/Nm}^3$, mindkettő napi átlagban.
- A metanol tároló tartályok esetében a BAT a szellőzőgáz csökkentésére irányul, módszere lehet például a feltöltés és leürítés során alkalmazandó visszavezetés.
- A metanol és formaldehid tárolása tekintetében a BAT a következő elemekből állhat össze: termikus/katalitikus oxidáció, adszorpció aktív szénen, abszorpció vízben, a folyamatban való újrahasznosítás és kapcsolat teremtése a technológiai légbefúvó beszívójával.

A **szennyvízre** vonatkozó BAT célja a hígításra használt víz formaldehid oldatban való újratermelése lehet, vagy amennyiben az újrahasznosítás nem lehetséges, biológiai kezelés, tisztítás.

A **katalizátorhulladék** esetében a BAT alapján először a katalizátor élettartama maximalizálendő a reakciófeltételek optimalizálásával, majd az esetlegesen elhasznált katalizátorok fémtartalmának kivonása oldandó meg.

A szilárd **paraformaldehidre** vonatkozóan a BAT alapján az anyagnak a folyamatban résztvevő berendezésekben való kialakulását szükséges megakadályozni, mégpedig a fűtés optimalizálásával, szigeteléssel és áramlási keringetéssel, majd pedig a mégis fennmaradó anyagot újra kell hasznosítani.

Szemléltető eljárás: Akrlitril (11. fejezet)

Általános információk: Az akrilnitril egy köztterméknek számító monomer, melyet világszerte számos célra használnak. Az Európában előállított akrilnitril túlnyomó részét akrilműszál előállítására alkalmazzák, vagy – másodsorban – ABS-polimereket állítanak elő belőle. Az Európai Unió területén hét termelő létesítmény működik, melyek névleges összesített kapacitása 1165 kt évente.

Alkalmazott eljárás: A világ akrilnitril termelésében szerepet vállaló gyártási kapacitás 95 %-a a BP/SOHIO-eljárásnak megfelelően működik, illetve az EU összes hasonló létesítménye ezt a módszert alkalmazza. Az eljárás lényege a propilén gőzfázisú, exoterm ammoxidációja, mely az ammóniatöbblettel és fluidizációs katalizátorággal működik. Számos másodlagos reakció megy végbe, és három fontos melléktermék keletkezik:

- Hidrogén-cianid, melyet vagy még az üzemenben más terméké alakítanak át; vagy felhasználói igény esetén önálló terméként értékesítenek; vagy égetéssel ártalmatlanítanak; vagy a három megoldás kombinációját alkalmazzák.
- Acetonitril, melyet tisztítanak és önálló termékéként értékesítenek, és/vagy égetéssel ártalmatlanítanak.

- Ammónium-szulfát, melyet önálló termékként nyernek ki, és pl. műtrágyaként használnak, vagy az üzemen belül megsemmisítenek.

Az akrilnitril előállítási folyamatában a nyersanyag- és energiafogyasztást olyan tényezők befolyásolják, mint a kiválasztott katalizátor, a gyártás üteme és az egyes anyagok visszanyerését támogató üzemfelépítés. A főbb nyersanyagok a propilén és az ammónia, jóllehet a folyamat lezajlását segítő katalizátor szintén számottevő alkotóelemnek tekintendő.

A propilén ammoxidációja erősen exoterm folyamat. Az akrilnitril üzemek nettó „energiaexportőrnek” számítanak, hiszen a reakcióhő segítségével nagynyomású gőz termelhető, melyet aztán gyakorta használnak légkompresszorok hajtására, illetve hogy energiát biztosítsanak a folyamatban később következő elválasztó/tisztító egységeknek. Az energiaátadás 340–5700 MJ/t akrilnitrilre rúg, következésképpen a teljes üzem energiagazdálkodása kulcsfontosságú kérdésként jelentkezik az eljárás során.

A reakcióban víz keletkezik, ezért ennek a víznek az elválasztása a folyamattól döntő szempontnak minősül az üzemtervezés során. Jó néhány különféle eljárás mód létezik, és egy széles körben alkalmazott szerint a kulcsfontosságú lépés a szennyezőanyag koncentrációja a vízáramban, mégpedig párologtatás segítségével. Az így koncentrált és szennyezett áram elégethető, vagy a folyamat más szakaszaiba visszaforgatható az értékesíthető termékek kinyerésének maximalizálása érdekében; mindez természetesen még a szennyezett áram elégetése előtt. A koncentráció folyamatából visszanyert „tisztá” vízáram további kezelésre kerül rendszerint biológiai szennyvíztisztító üzemekben.

A reakciónak a technológiai abszorberből származó véggázai nem kondenzálódó anyagokat (pl. nitrogént, oxigént, szénmonoxidot, széndioxidot, propilént, propánt), valamint gőz formájában jelentkező vizet és nyomokban szerves szennyezőanyagokat is tartalmaznak. A véggázok kezelésére termikus vagy katalitikus oxidáció alkalmazható.

Az akrilnitril üzemek rendelkezhetnek a technológiai maradékok hamvasztására és a hidrogén-cianid elégetésére alkalmas eszközökkel. A füstgázok mennyisége és összetétele ezért nagyban függ ezektől a külső berendezésektől, illetve attól, hogy a hidrogén-cianid értékesíthető-e. A füstgázok vonatkozásában rendszerint egyedi kezelés nem alkalmazandó, kivéve a hővisszanyerést.

Az akrilnitril és a hidrogén-cianid egészségre ártalmas tulajdonságai miatt az anyagtárolás és kezelés során igen fontos betartani a megfelelő munkabiztonsági előírásokat.

A Legjobb Elérhető Technikák (BAT): A BAT alapja a propilén ammoxidációja a fluidágyas reaktorban, amit az akrilnitril kinyerése követ. Szintén a BAT körébe tartozhat a főbb melléktermékeknek (hidrogén-cianid, acetonitril és ammónium-szulfát) értékesítés céljából való kinyerése, mely persze függ a helyi körülményektől, de mindenesetre a kiegészítő, kinyerésre vagy éppen megsemmisítésre alkalmas eszközök megléte szükséges.

Az abszorber véggázára vonatkozó BAT szerint valóban hatékony katalizátor használatával és a reakció/üzemeltetés feltételeinek optimalizálásával a térfogat csökkentendő. BAT még a szerves anyagok megsemmisítése – a célelőirányzat $< 0,5 \text{ mg/Nm}^3$ akrilnitril-koncentráció órás átlagban – valamely e célra kialakított termikus vagy katalitikus oxidáló egységben, vagy egy közös égető kemencében, esetleg kazánberendezésben. A BAT minden esetben megköveteli a hővisszanyerést, ami rendszerint gőzfejlesztéssel érhető el.

A különféle szellőzőgázok tekintetében a BAT a szerves anyagok teljes megsemmisítése érdekében az abszorber véggáza kezelésére alkalmazott rendszerben vagy a közös fáklyarendszerben való kezelést írja elő. Más szellőzőgázok átmoshatóak (a célelőirányzat $< 0,5 \text{ mg/Nm}^3$ akrilnitril-koncentráció órás átlagban), ezzel is újrahasznosítva néhány visszanyert összetevőt.

A szennyezett vizes effluensek származhatnak az ammónium-szulfátot tartalmazó hűtőegységből, a sztripper alsó részéről és akár nem folyamatos forrásból is. A vonatkozó BAT alapján az ammónium-szulfát műtrágyaként való értékesítés céljából kristályosítandó.

A vízáramlatok vonatkozásában a BAT a lepárlás útján történő előkezelés a könnyűszénhidrogén-tartalom csökkentése, továbbá a nehéz szénhidrogének koncentrációja vagy elválasztása érdekében, mely eljárás végcélja az utókezelés előtt a szerves terhelés mérséklése. A visszanyert könnyű és nehéz szénhidrogének esetében a BAT további kezelést javasol, mely során – és még az energia-visszanyerés szempontjából is hasznos elégetés előtt – értékes összetevők (pl. acetonitril) nyerhetőek ki.

A vizes szennyvizek viszonylatában, a BAT-nak megfelelően a szennyezett víz egy külön e célra kialakított, esetleg központi vagy külső szennyvíztisztító egységben kezelendő, illetve biológiai úton is tisztítandó, kihasználva a szerves szennyezőanyagok azon tulajdonságát, hogy biológiai úton kiválóan bonthatóak. A BAT kapcsán meghatározott kibocsátási szint 0,4 kg összes szerves szén /t akrilnitril.

Szemléltető eljárás: EDC / VMC (12. fejezet)

Általános információk: Az EDC-t (1,2 etilén-diklorid) elsősorban VMC (vinil-klorid monomer) előállítására használják, míg a VMC a PVC-gyártás alapanyaga (polivinil-klorid). Az EDC/VMC gyártási folyamata gyakorta feltűnik a klórgyártás üzemében, mégpedig a klórszállítás problematikájával összefüggésben, illetve mert az EDC/VCM/PVC-vel jellemezhető gyártási lánc egyúttal a legnagyobb klórfelhasználó is. Az Európai Unió területén mintegy 30 EDC/VCM-rel foglalkozó üzemi egység működik, az összesített VCM-gyártó kapacitás pedig évi 5610 t.

Alkalmazott eljárás: Az etilénalapú folyamat során az EDC-ot az etilén magas vagy alacsony hőmérsékleten történő közvetlen klórozásával vagy az etilén HCl-dal vagy oxigénnel való klórozásával (oxidációs klórozás) szintetizálják. A nyers EDC-terméket mossák, szárítják, a véggázokat katalitikus vagy termikus oxidációs egységben tisztítják. A tiszta és száraz EDC-t krakkolókemencében termikusan krakkolják, ami eredményeképpen VCM és HCl keletkezik, majd a VCM-t lepárlással tisztítják. Ez utolsó lépés jelenti a HCl és az átalakítatlan EDC eltávolítását.

Ha az EDC-krakkolás során keletkezett összes HCl-ot sikerült újrahasznosítani az oxidációs klórozás keretében, akkor a VCM-egység „kiegyensúlyozott egységnek” tekinthető. Az EDC-termelés elemének számító közvetlen klórozás és oxidációs klórozás párhuzamos alkalmazásával ezen kiegyensúlyozott egység a melléktermékek hasznosításának magas szintjét teszi lehetővé. Az erősen exoterm reakciók (közvetlen klórozás és oxidációs klórozás) és az energia-felhasználó folyamatok (EDC-krakkolás, EDC és VCM elválasztása) kombinációjának köszönhetően alkalom nyílik az energia visszanyerésére és újrahasznosítására.

Fogyasztás/emisszió: A fő nyersanyagok az etilén, a klór, az oxigén (levegő) és a folyamat szerkezetétől függően az energia.

A VCM rákkeltő hatású, illetve a folyamat során a legártalmasabbnak számító **légszennyező**, jöllehet a további potenciális szennyezők között találjuk az EDC-t és a klórozott szénhidrogéneket (pl. szén-tetraklorid) is.

Az elsődleges **vízszennyezők** az illékony és nem illékony klórozott szerves vegyületek (pl. az EDC), szerves vegyületek és a katalizátorként funkcionáló réz.

Az EDC lepárló maradéka olyan **folyékony elegy**, ami a nehéz komponenseket (pl. gyűrűs vagy aromás vegyületek ideértve a dioxintartalmú összetevőket, túlnyomórészt az oktakloro-dibenzo-furán az oxidációs klórozás eredményeként) tartalmaz, melyek ráadásul a katalizátorokból

vassókkal egészülnek ki és emellett könnyű szénhidrogének (C_1 és C_2 klórozott szénhidrogén) keverékét is tartalmazza.

A főbb **szilárd szennyezőanyagok** az oxidációs klórozás elhasznált katalizátorai, a közvetlen klórozás maradékai, a termikus krakkolásból származó kokszt és az elhasznált mészt, melyet egyes üzemekben a VCM semlegesítésére használnak.

A Legjobb Elérhető Technikák (BAT): A **folyamat kiválasztása** szempontjából az alábbi módszerek tartoznak a BAT körébe:

- Az EDC/VCM teljes gyártási folyamatára vonatkozólag az etilén klórozása.
- Az etilén klórozása tekintetében a BAT lehet közvetlen klórozás vagy oxidációs klórozás.
- A közvetlen klórozás esetében a BAT alapján választható a magas, illetve az alacsony hőmérséklet mellett alkalmazott változat.
- Az etilén oxidációs klórozása viszonylatában az oxidáns (az új üzemek esetében a BAT oxigént ír elő, és ugyanez alkalmazható a már működő levegőalapú gyártásra is) és a reaktor típusa (mind az álló-, mind a fluidágyas változat BAT-nak számít) megválasztható.
- A folyamategyensúly (EDC/HCl-források és fogyasztók) a technológiai gőzök újrahasznosításának maximalizálása érdekében optimalizálandó, illetve a teljes technológiai egyensúly érendő el.

Légszennyezők: A fő technológiai lefűjt gázokra vonatkozó BAT a következő:

- Közvetlen újrahasznosítás útján az etilén, az EDC, a VCM és egyéb klórozott szerves vegyületek kinyerése; hűtés/kondenzálás; abszorpció oldószerekben; vagy adszorpció szilárd anyagokon.
- Termikus vagy katalitikus oxidáció alkalmazása a következő véggáz-koncentrációk elérése érdekében: EDC + VCM < 1 mg/Nm³, dioxin < 0,1 ng iTEQ/Nm³, Cl < 10 mg/Nm³.
- A klórozott szerves vegyületek égéséből energia- és HCl-kinyerés.
- Az O₂ és CO vonatkozásában a füstgázkibocsátás folyamatos on-line monitorozása, továbbá a C₂H₄, VCM, EDC, Cl₂, HCl és dioxin bizonyos időközönként való meghatározása.

Az esetleges szivárgások vonatkozásában a BAT olyan eljárások alkalmazását írja elő, melyek esetében az illékony klórozott szénhidrogén-kibocsátás < 5 kg/h, az EDC-kibocsátás munkakörnyezetben < 2 ppm és a VCM-kibocsátás munkakörnyezetben < 1 ppm.

Vízszennyezők: A BAT a szennyvizek előkezelése vonatkozásában:

- Gőzzel vagy forró levegővel a klórozott szerves vegyületek sztrippelése < 1 mg/l koncentrációra, kondenzáció, kinyerés, vagy égetés a kinyert gázokra.
- A részecskékhez részben adszorbeálódott mérsékelten vagy nem illékony klórozott szerves vegyületek flokkulációja, üleptése és szűrése.
- Lúgos kicsapás és üleptés < 1 mg/l rézkoncentrációig.

A szennyvíz utókezelésére a BAT biológiai tisztítást határoz meg, melynek számszerűsített célja: összes klórozott szénhidrogén 1mg/l, KOI 125 mg/l (50–100 kettős nitrifikáció–denitrifikáció mellett), dioxinok 0,1 iTEQ/l, hexaklór-benzol + pentaklór-benzol 1 µg/l, hexaklór-butadién 1 µg/l.

A melléktermékekre (reziduumokra) vonatkozó BAT körébe tartozik ezen anyagok kialakulásának a katalizátor és az üzemeltetési feltételek helyes megválasztása útján történő minimalizálása, valamint a melléktermékek alapanyagként való újrahasznosításának maximalizálása.

A hulladékok esetében a BAT javasolja a minimalizálás és a folyamatba való visszaforgatás kívánalmának szem előtt tartását. A szennyvíztisztításból származó iszap és az EDC-krakkolás során létrejövő kokszt egy külön e célra rendszeresített vagy többfunkciós veszélyes hulladék-égetőben elégetendő.

Szemléltető eljárás: Toluol-diizocianát (13. fejezet)

Általános információk: Az izocianátok, és különösen a toluol-diizocianát (TDI), kereskedelmi szempontból fontos helyet foglalnak el a poliuretánok gyártásában (pl. rugalmas habszivacsok, bútorgyártásban használt műanyagok és festékek, személygépjárművek és egyéb fogyasztói árucikkek). 1991-ben a világ TDI-gyártó kapacitását 940 kt-ra becsülték. A 2001-es európai – elsősorban Belgiumban, Németországban, Franciaországban és Olaszországban jelen lévő – gyártáskapacitás évi 540 kt volt.

Alkalmazott eljárás: A TDI előállításának technológiai lépéseit a toluol nitrálása, a dinitrotoluol (DNT) hidrogénezése és az így kapott toluol-amin (TDA) oldószerben való foszgéneezése alkotják. Tekintettel az izocianát-csoportok reaktivitására és a mellékreakciók lehetőségére a foszgéneezést kísérő reakciókörülmények helyes megválasztása lényeges tényező.

Fogyasztás/emisszió: A bevitt alapanyagok elsősorban a toluol, a köztitermékek számító DNT előállításához szükséges nitrálsav, a DNT TDA-ná alakításában szerepet játszó hidrogén és a TDA TDI-tá történő átalakítására szolgáló foszgén. A technológiai oldószereket és katalizátorokat túlnyomó részben újra felhasználják. A fő légszennyezők közé tartoznak a szerves vegyületek (pl. toluol, TDA, oldószerek), a NO_x és a HCl. Az elsődleges vízszennyezők a szerves vegyületek (pl. a nitroaromás vegyületek) és a szulfátok. A hidrogénezési folyamat után lepárlási maradékok és elhasznált katalizátorok maradnak, míg a foszgéneezési egységben hamvasztás útján ártalmatlanítandó lepárlási maradékok, szennyezett oldószerek és aktív szén keletkezik.

A Legjobb Elérhető Technikák (BAT): A BAT folyamattervezésének az alapja a toluol foszgéneezése.

Az anyagfogyasztás és újrafelhasználás vonatkozásában a BAT az alábbiak szerint foglalható össze:

- A hidrogén-klorid és a kénsav újrahasznosításának optimalizálása (DNT-előállítás).
- Az exoterm reakció (a teljesítmény optimalizálásának egyidejű érvényesítésével) és a véggáz-égetés energiája (pl. energia-visszanyerő hamvasztás) újrahasznosításának optimalizálása.

A szennyező gázok vonatkozásában a BAT előírja a gázmosóval történő kezelést, különösképpen a foszgén, a hidrogén-klorid és VOC eltávolítása céljából, vagy a szerves vegyületek és nitrogén-oxidok termikus bontását. Az alacsony koncentrációjú szerves vegyületek más eljárásokkal, pl. aktív szén alkalmazásával is kezelhetőek. A nitrogén-oxidok jelenléte részleges oxidáció segítségével szintén minimalizálható. Ugyancsak BAT-nak minősül a kezelési eljárások bármely, a fentiekkel egyenrangú kombinációja. Az eljárásokhoz kapcsolódó kibocsátási koncentrációk óras átlagban a következők: $< 0,5 \text{ mg/m}^3$ foszgén, $< 10 \text{ mg/m}^3$ hidrogén-klorid és végül, az égetésnél $< 20 \text{ mg/összes szén /m}^3$.

A nitrálásból származó szennyvízre vonatkozó BAT:

- A szennyvíz mennyiségének és a nitrát/nitrit-kibocsátás mértékének csökkentése a DNT-folyamat optimalizálásával (szennyvízmennyiség $< 1 \text{ m}^3/\text{t}$).
- A technológiai víz újrahasznosításának maximalizálása.
- A nitroaromás vegyületek (DNT, di/trinitro-krezol) eltávolítása a szerves terhelés csökkentése ($< 1 \text{ kg TOC /t DNT}$) és a biológiai lebontás biztosítása ($> 80 \%$ -os eltávolítás a Zahn–Wellens-féle teszt segítségével) érdekében. Biológiai utótisztítás a KOI/TOC és a nitrát kivonása céljából.
- Égetés a szennyvíz előkezelése és a biológiai kezelés helyett.

A hidrogénezésből származó szennyvízre vonatkozó BAT:

- A nitroaromás vegyületek kivonása sztrippelés, lepárlás és/vagy az effluens extrahálása segítségével.

- Az előkezelt technológiai víz újra felhasználása. Szennyvíztérfogat < 1 m³/t TDA.
- Égetés a szennyvíz előkezelése és a biológiai kezelés helyett

A foszgénezésből származó szennyvízre vonatkozó BAT:

- A folyamat optimalizálása annak érdekében, hogy a TOC-terhelés a biológiai kezelés előtt mindössze < 0,5 kg/t TDI legyen.

Az üzembiztonság esetében a BAT a foszgénezési folyamat legártalmasabb összetevőinek részleges elszigetelését határozza meg, illetve az esetleges foszgénszivárgásra vagy kiömlésre tekintettel hatáscsökkentő lépések (pl. gőz/ammóniafüggöny) megtételét.

A BAT Referenciadokumentum (BREF) **Záró megjegyzései (14. fejezet)** a nagy volumenű szerves vegyületekről (NVSzV) való információcserét, kölcsönös tájékoztatást eredményesnek ítéli. Számos területen sikerült konszenzust kialakítani, és nincsenek megosztott vélemények a dokumentumban. Az iparágban érdekelték és a tagállamok képviselői értékes adatokat bocsátottak a dokumentum összeállítói rendelkezésére, a közös munkában való részvétel kiemelkedő volt. Az NVSzV-hez kapcsolódó folyamatok sokszínűsége mindazonáltal nem tette lehetővé, hogy a BREF részletesen és teljes egészében vizsgálhassa meg a NVSzV-szektor, viszont a BAT általános meghatározására vállalkozó első kísérlet alapvetően sikeresnek minősíthető, a bemutatott példák kiválasztása szerencsés.

Az információcsere mérföldköveit az 1997-es „Párizsi Workshop”, a TWG 1999. áprilisi nyitótalálkozója, majd a 2001 májusában összeülő második TWG értekezlet jelzi. A BREF felvázolása végül több időt vett igénybe, mint a vonatkozó elképzelések egyeztetése, a TWG-tagok számára a legfőbb akadályt az adatok összegyűjtésének, valamint az írott részjelentések beérkezésének késlekedése jelentette. Az első változat 2000 júliusára készült el, és majdnem 800 jobbító szándékú megjegyzés került benyújtásra – egytől-egyig elektronikus formában. Ez a tény természetesen nagyban megkönnyítette az észrevételek kezelését, és amikor végül az EIPPCB határozatai is megszülettek, nyilvánvalóvá vált, hogy a megjegyzéseket írók hogyan és milyen szándékkal vetették papírra. A BREF második változata 2000 decemberében jelent meg, és újabb 700 észrevétel érkezett.

A legtöbb érdeklődést kiváltó téma a lég- és vízszennyezők vonatkozásában előzetes egyeztetés alapján rögzített Általános BAT volt, mely úgy tűnik, elég rugalmas ahhoz, hogy az összes NVSzV-folyamatra biztonsággal lehessen vonatkoztatni, és elég specifikus ahhoz, hogy a vonatkozó engedélyezési procedúrák alapját képezze. Bár ez utóbbi felhasználási módot minden bizonnyal akadályozta a kibocsátási/költségadatok hiánya és a horizontális felépítésű BREF-ok – ezen belül is a „Szennyvíz / véggázok kezelése a vegyiparban” című rész – ezzel párhuzamos összeállítása.

Az információcsere több mint 150 műszaki jellegű anyagot érintett, a tájékoztatás hatásköre az NVSzV ipari szektorán belül igen szélesnek nevezhető. A BREF-en belül a szemléltető eljárásokkal foglalkozó részek nagyban támaszkodnak a CEFIC által benyújtott jelentésekre, melyek értékes erőfeszítést tettek az Európában alkalmazott gyártási folyamatok áttekintésére, összefoglalására; tették ezt sok esetben úttörő szerepet vállalva. Mindenféle fontossági sorrendtől eltekintve a közös munkához számottevően hozzájárultak még Ausztriában, Finnországban. Németországban, Olaszországban, Hollandiában és az Egyesült Királyságban működő partnereink.

Az EIPPCB honlapján a tagállamok számára fenntartott munkaterületre 140-et meghaladó számú munkadokumentum került fel, és a honlap ezen részét a második TWG-értekezlet időpontjára (2001 májusára) mindösszesen több mint 1000 alkalommal keresték fel. Ez a TWG igen aktív szerepvállalására mutat rá, illetve arra, hogy az érintettek örömmel használják ki a Tagok Munkaterülete által kínált elektronikus információcsere lehetőségét.

Az NVSzV-szektor jól megalapozott folyamatokkal dolgozik, a **Felmerülő technikák (15. fejezet)** című rész semmiféle alapvető, küszöbön álló technológiai váltást nem jelez előre. Úgy tűnik továbbá, hogy a BREF felülvizsgálatára sincs sürgős szükség, jóllehet ennek pontos

megítélése csak a BREF (és elsősorban az általános BAT-ot tárgyaló fejezet) alkalmazásának ismeretében lehetséges. A jövőbeni információcsere szempontjából számos téma felvetésére kívánunk az alábbiakban javaslatot tenni:

- Szemléltető eljárások – a jövőben a kidolgozás szempontjából megfontolandó, hogy elsőbbséget élvezzenek a 2-etil-hexanolról, a fenolról, az adipinsavról és egyéb fő NVSzV-termékekről, így az etil-benzolról, sztirolról és propilén-oxidról összeállítandó részek. Javasolt továbbá a TDI-folyamat alkalmazási területének felülvizsgálata, és a szemléltető eljárások tekintetében valamiféle kiválasztási módszer meghatározása.
- Egyéb BREF-ekkel való kapcsolódási területek – a NVSzV BREF hiányosságainak áttekintése / az első kapcsolódási pontok azonosítása után egy egész sor horizontálisan kapcsolódó és a vegyiparra vonatkozó BREF beépítésére nyílik lehetőség.
- Teljeskörű szennyvíz értékelés – a NVSzV-szennyvizek szempontjából a ma elismertnél nagyobb érték tulajdonítható e tényezőnek.
- Emissziós/fogyasztási adatok – több számszerűsített adat gyűjtendő össze, és környezetvédelmi összehasonlító módszertan dolgozandó ki.
- Költségadatok – több költségadat gyűjtendő össze, és ennek alapján standard költségátváltási módszer dolgozandó ki.
- Egyéb szennyezők/problémák – több adat biztosítandó olyan témák vonatkozásában, mint a rezgésszint, zajszint, üzemleállítás és balesetvédelem.
- Vegyi anyag-stratégia – mérlegelendő, hogy a BREF hogyan kapcsolódik az EU vegyi anyagokkal kapcsolatos kockázatsökkentési stratégiájához.
- Külön szemléltető eljárások dokumentálása – megfontolandó, hogy BREF szerkezete nem alakítandó-e át olyan irányban, hogy a gerincet alkotó „általános” dokumentumot számos részletesen ismertetett szemléltető eljárás kíséresse.
- Légszennyezők osztályozási rendszere – a Környezetvédelmi Igazgatóság számára javasolt annak mérlegelése, hogy nincs-e szükség egy standard európai osztályozási rendszer bevezetésére a légszennyezők vonatkozásában.
- Szemléltető eljárások bővített belső értékkel – megfontolandó, hogy az igen tömör folyamatleírások és az Általános BAT nem bővítendő-e ki olyan irányban, hogy azok a nem példaértékű folyamatok vonatkozásában is jóval több adalékkal szolgálhassanak.
- Biotechnológia – a jövőben mindenképpen figyelemmel kísérendő terület, mely képes garantálni a további kutatások és fejlesztések előrevitelét.
- Szivárgási küszöbértékek a szivárgási veszteségek visszaszorítására –érdemesnek tűnik mérlegelni a CEFIC és Hollandia véleménykülönbségét egy közös álláspont kialakítása érdekében.