

## **Integrált Szennyezés-megelőzés és Csökkentés (IPPC)**

**Referencia dokumentum az elérhető legjobb technikákról –  
tömörítvény a hazai sajátosságok figyelembe vételével**

**Nagy Volumenű Szerves Vegyületek**

## TARTALOMJEGYZÉK

1	Vezetői összefoglaló	<b>Hiba! A könyvjelző nem létezik.</b>
1.1	A dokumentum köre és felépítése:	10
1.2	Háttér információ (1. fejezet)	11
1.3	Általános NVSV előállítási eljárás (2. fejezet)	12
1.4	Általánosan alkalmazott folyamatok és technikák (3. fejezet)	12
1.5	Általános emissziók NVSV folyamatokból (4. fejezet)	12
1.6	Általános technikák a BAT meghatározás áttekintésére (5. fejezet)	13
2	Általános BAT	16
2.1	Bemutató eljárás: Kisebb Olefinek (7 Fejezet)	25
2.2	Bemutató eljárás: Aromások (Fejezet 8)	27
2.3	Bemutató eljárás: Etilénoxid/etilénglikol (Fejezet 9 az eredeti dokumentumban)	29
2.4	Bemutató eljárás: Formaldehid (Fejezet 10 az eredeti dokumentumban)	31
2.5	Bemutató folyamat: Akrilnitril (Fejezet 11 az eredeti dokumentumban)	33
2.6	Bemutató folyamat: EDC/VCM (Fejezet 9, 12. az eredeti dokumentumban) [etiléndiklorid, vinilklorid]	34
2.7	Bemutató folyamat: Toluol-diizocianát (Fejezet 10., 13. az eredeti dokumentumban)	36
3	ELŐSZÓ	39
3.1	A dokumentum állapota	39
3.2	Az „IPPC Directive” fontos törvényes kötelezettségei és a BAT meghatározása	39
3.3	A dokumentum célja	40
3.4	Információs források	40
3.5	A dokumentum értelmezése és használata	40
4	A DOKUMENT TÉMAKÖREI ÉS SZERKEZETE	42
5	HÁTTÉR INFORMÁCIÓK	46
5.1	Ágazat gazdaságosság.	48
5.2	Világhelyzet.	48
5.3	Verseny.	50
5.4	Integráció.	50
5.5	Profit termelő képesség.	50
6	ÁLTALÁNOS NVSV TERMELÉSI ELJÁRÁS	52
6.1	Alapfolyamatok	52
6.1.1	Oxidáció	54
6.1.2	Halogénezés	54

6.1.3	Hidrogénezés	55
6.1.4	Észteresítés	55
6.1.5	Alkilezés	55
6.1.6	Szulfonálás	56
6.1.7	Dehidrogénezés	56
6.1.8	Hidrolízis	57
6.1.9	Reformálás	57
6.1.10	Karbonilezés	57
6.1.11	Oxiacetilezés	57
6.1.12	Nitrálás	57
6.1.13	Dehidratálás	58
6.1.14	Ammonolízis	58
6.1.15	Kondenzáció	58
6.1.16	Dezalkilezés	59
6.1.17	Amoxidáció	59
6.2	Alapműveletek	59
6.2.1	Abszorpció	59
6.2.2	Desztilláció	60
6.2.3	Extrakció	60
6.2.4	Szilárd anyagok elválasztása	61
6.2.5	Adszorpció	61
6.2.6	Kondenzáció	62
6.3	A folyamat berendezései és infrastruktúrája	62
6.3.1	Reaktorok	62
6.3.2	Energiaellátás	63
6.3.3	Hűtés	63
6.3.4	Mélyhűtés	64
6.3.5	Tárolás és kezelés	64
6.3.6	Nyomáscsökkentés	64
6.3.7	Vákuum	64
6.3.8	Szivattyúk, kompresszorok, fúvók	65
6.3.9	Csővezetékek	65
6.3.10	Szelepek	65
6.3.11	Üzemi gázok	65
6.4	Menedzsment rendszerek	65

---

7	ÁLTALÁNOSAN HASZNÁLT FOLYAMATOK ÉS TECHNIKÁK	66
7.1	Kisebb olefinek	67
7.2	Aromások	68
7.3	Oxigéntartalmú vegyületek	69
7.3.1	Alkoholok	71
7.3.2	Aldehydekek	74
7.3.3	Ketonok	74
7.3.4	Karbonsavak	74
7.3.5	Észterek	76
7.3.6	Acetátok	77
7.3.7	Éterek	77
7.3.8	Epoxidok	78
7.3.9	Anhidridek	78
7.4	Nitrogéntartalmú vegyületek	79
7.4.1	Aminok	80
7.4.2	Alifás aminok	80
7.4.3	Amidok	81
7.4.4	Nitrozó/Nitro/Nitrát vegyületek	82
7.4.5	Nitrilek	82
7.4.6	Cianátok/Izocianátok	83
7.4.7	Egyebek	83
7.5	Kénvegyületek	86
7.5.1	Kénvegyületek előállításának általános problémái	87
7.6	Foszfor vegyületek	88
7.7	Szerves fémvegyületek	88
8	ÁLTALÁNOS EMISSZIÓK	89
8.1	Légszennyezők	89
8.1.1	Emissziós források	90
8.1.2	Szennyezők típusai	91
8.2	Víz szennyezések	93
8.2.1	Emissziós források	93
8.2.2	Szennyező anyagok típusai	95
8.3	Hulladékok	95
8.3.1	Emissziós források	95
8.3.2	Szennyezések típusai	96

8.4	A fogyasztást és emissziót befolyásoló faktorok	96
8.4.1	Az üzem határ definíciója és az integráltság mértéke	96
8.4.2	Az emissziós bázis meghatározása	97
8.4.3	Mérési technikák	97
8.4.4	Hulladékok definíciója	97
8.4.5	Telep elhelyezkedése	97
9	A BAT MEGHATÁROZÁSÁNÁL TEKINTETBE VEENDŐ TECHNIKÁK	99
9.1	Menedzsment rendszerek	99
9.1.1	Menedzsment elkötelezettsége	99
9.1.2	Szervezet és felelősség	100
9.1.3	Képzés	100
9.1.4	Folyamattervezés és fejlesztés	100
9.1.5	Ipari tervezés és logisztika	101
9.1.6	Folyamat ellenőrzés, szabályzás	101
9.1.7	Karbantartás	102
9.1.8	Monitorozás	102
9.1.9	Auditálás	102
9.1.10	Költséghatékonyság és finanszírozás	103
9.2	Szennyezés megelőzés	103
9.2.1	Kibocsátás csökkentés (Emisszió csökkentés)	104
9.2.2	Reciklálás	106
9.2.3	Hulladékcsökkentési javaslatok	107
9.2.4	Folyamat-integrált intézkedések példái.	107
9.3	Légszennyezés ellenőrzés	116
9.4	Illékony szerves anyagok (VOCS)	117
9.4.2	Füstgázok	125
9.4.3	Részecske kibocsátás	126
9.4.4	Légszennyezést szabályzó technikák teljesítménye	126
9.4.5	Légszennyezések monitorozása	127
9.5	Víz szennyezés ellenőrzése	127
9.5.1	Általános megelőzési technikák	127
9.5.2	Ártalmatlanítási technikák	129
9.5.3	Víz kibocsátások monitorozása	130
9.6	Hulladékok	130
9.6.1	Hulladék megelőzés	130

9.6.2	Hulladék ellenőrzés	130
9.7	Hő	131
9.8	Vibráció	131
9.9	Zaj	131
9.10	A technikák értékelésének módszerei.	132
9.11	A technikák alkalmazása meglévő üzemekre	132
10	ÁLTALÁNOS BAT (BEST AVAILABLE TECHNIQUES)	134
10.1	Bevezetés	134
10.2	Menedzsment rendszerek	135
10.3	Szennyezés megelőzés és minimalizálás	136
10.4	Légszennyezés ellenőrzés	140
10.5	Vízszennyezés ellenőrzés	147
10.6	Hulladék és maradék ellenőrzés	147
11	BEMUTATÓ FOLYAMAT: KISEBB OLEFINEK	149
11.1	Általános információ	149
11.1.1	Termelési kapacitás	149
11.1.2	Alapanyagok	149
11.1.3	Gazdasági tényezők.	149
11.2	Az alkalmazott eljárások és technikák	150
11.2.1	Katalitikus krakkolás, csak csekély mértékben ad kisebb olefineket.	150
11.2.2	Pirolízis, más néven steam-cracking	150
11.2.3	Alapanyag kiválasztás	150
11.2.4	A hozamot befolyásoló tényezők	151
11.2.5	A butadién elválasztása	151
11.2.6	Propán katalitikus dehidrogénezése	151
11.2.7	Felhasznált adalékanyagok és szolgáltatások	151
11.3	Fogyasztási és emissziós szintek	152
11.3.1	A fogyasztást és emissziót befolyásoló faktorok	152
11.3.2	Víz emissziók	153
11.3.3	Szilárd hulladékok	153
11.3.4	Energiafogyasztás	153
11.3.5	Példa üzemek	154
11.4	A BAT meghatározásánál figyelembe veendő technikák	154
11.4.1	Alternatív eljárások	154
11.4.2	Levegő emisszió	154
11.4.3	Víz emisszió	155

11.4.4	Szilárd hulladékok	155
11.4.5	Energia	155
11.4.6	Zajcsökkentés, légköri monitorozás és jelentés.	156
11.5	BAT Best Available Techniques	156
11.5.1	Folyamat választás	156
11.5.2	Üzem kialakítás	156
11.5.3	Folyamatszabályozás és működtetés	156
11.5.4	Levegő emissziók	157
11.5.5	Víz emissziók	157
11.5.6	Melléktermékek és hulladékok	158
11.6	Új technikák	158
12	BEMUTATÓ FOLYAMAT: AROMÁSOK	159
12.1	Általános információ	159
12.1.1	Benzol	159
12.1.2	Toluol	159
12.1.3	Xilolok	159
12.1.4	Ciklohexán	159
12.1.5	Termelési kapacitás	159
12.1.6	Gazdaságosság	159
12.2	Alkalmazott eljárások és technikák	160
12.2.1	Benzol pirobenzinből	161
12.2.2	Benzol és toluol reformátumból és pirobenzinből	161
12.2.3	Benzol és para-xilol a reformátumból	161
12.2.4	Ciklohexán	161
12.2.5	Szükséges vegyi anyagok	161
12.2.6	Integrált környezetvédelmi egységek	162
12.3	Fogyasztási és emissziós szintek	162
12.3.1	A fogyasztást és emissziót befolyásoló faktorok	162
12.3.2	Energia és nyersanyagfogyasztás	162
12.3.3	Légszennyezők	163
12.3.4	Víz emissziók	163
12.3.5	Hulladékok	163
12.4	A BAT meghatározásánál tekintendő technikák	163
12.4.1	Légszennyezések	163
12.4.2	Víz emissziók	164

12.4.3	Szilárd hulladékok	164
12.4.4	Folyamat specifikus technikák	164
12.5	BAT	165
12.5.1	Eljárás választás	165
12.5.2	Légnemű kibocsátások	165
12.5.3	Víz emissziók	166
12.5.4	Hulladékok	166
12.6	Új technológiák	166
13	BEMUTATÓ FOLYAMAT: ETILÉN-DIKLORID / VINILKLORID MONOMER	167
13.1	Általános információ	167
13.2	Alkalmazott eljárások és technikák	168
13.2.1	Nyersanyagok	168
13.2.2	Direkt klórozás	168
13.2.3	Oxiklórozás	168
13.2.4	EDC tisztítás	169
13.2.5	EDC krakkolás	169
13.2.6	VCM tisztítás	169
13.2.7	Tárolás, töltés, ürítés	170
13.2.8	Integrált környezetvédelmi egységek	170
13.2.9	Felhasznált vegyszerek, szolgáltatások	170
13.2.10	Energia	171
13.3	Fogyasztási és emissziós szintek	171
13.3.1	Nyersanyagok és energia	171
13.3.2	Légnemű emissziók	171
13.3.3	Víz emissziók	172
13.3.4	Folyékony maradékok	173
13.3.5	Szilárd hulladékok	173
13.4	A BAT meghatározásánál figyelembe veendő technikák	173
13.4.1	Eljárás kialakítás	173
13.4.2	Légnemű emissziók	173
13.4.3	Víz emissziók	174
13.4.4	Melléktermékek és hulladékok	175
13.4.5	Ártalmatlanítási költségek	175
13.4.6	ECVM karta	175
13.5	BAT	176



13.5.1	Eljárás választás	176
13.5.2	Üzem kialakítás	176
13.5.3	Légszennyezők kezelése	177
13.5.4	Víz szennyezések kezelése	178
13.5.5	Melléktermékek, maradékok	178
13.5.6	Hulladékok	178
13.6	Újabb technikák	178
14	BEMUTATÓ FOLYAMAT: TOLOUL-DIIZOCIANÁT	179
14.1	Általános információ	179
14.2	Az alkalmazott folyamatok és technikák	179
14.2.1	Eljárás változatok és alternatívák	179
14.3	Fogyasztási és emissziós szintek	179
14.3.1	Fogyasztási szintek	180
14.3.2	Légnemű emissziók	180
14.3.3	Víz emissziók	180
14.3.4	Hulladékok	181
14.4	A BAT meghatározásánál tekintendő technikák.	181
14.4.1	A folyamat kialakítás	181
14.4.2	Légnemű emissziók	181
14.4.3	Víz emissziók	182
14.4.4	Hulladékok	183
14.4.5	Üzembiztonság	183
14.5	BAT	183
14.6	Új technológiák	184
15	ZÁRÓ MEGJEGYZÉSEK	185
15.1	Ajánlások a jövőbeli munkához	185
15.1.1	Bemutató folyamatok	185
15.1.2	Csatlakozás más BREF-kel	185
15.1.3	Teljes kibocsátás becslés	185
15.1.4	Emissziós és fogyasztási adatok	186
15.1.5	Költség adatok	186
15.1.6	Egyéb szennyezők	186
15.1.7	Kapcsolódás kémiai kockázat csökkentési stratégiával	186
15.1.8	Külön dokumentum a bemutató folyamatoknak	186
15.1.9	Légszennyezők osztályozási rendszere	186
15.1.10	A bemutató folyamatok tágabb értelemben vett értéke	186

15.1.11	Biotechnológia	187
15.1.12	Határértékek szivárgások javítására	187
15.1.13	A BREF felülvizsgálat időbeosztása	187
16	ÚJ TECHNOLÓGIÁK	188
16.1	Alapfolyamatok	188
16.2	Biotechnológia	189
16.3	Katalizátor fejlesztés	189
Irodalom		190
	Rövidítések meghatározásai	190
	Függelék tartalma	192

## 1 Vezetői összefoglaló

A Nagy Volumenű Szerves Vegyületek (NVSV) BREF (elérhető legjobb technikák referencia dokumentuma) olyan információ cserét jelent, amit az EU Bizottsági Irányelvek 16(2) Cikkely 96/61/EC tartalmaz. Az Vezetői összefoglaló- amit célszerűen a BAT fejezeteinek szabványos bevezetőjével és a BREF előszó célkitűzések, használat és érvényes meghatározások magyarázatával együtt kell olvasni- leírja a főbb tényeket, elsődleges BAT következtetéseket valamint a kapcsolódó emissziós/ fogyasztási szinteket. Olvasható és érthető önálló dokumentumként is, mint összefoglaló, de nem adja vissza a teljes BREF szöveget komplexitásában. Ezért nem szándékozik helyettesíteni a teljes BREF szöveget, mint a BAT döntéshozás eszközt.

### 1.1 A dokumentum köre és felépítése:

A BAT információ csere céljainak megfelelően a szerves kémiai ipart a következő területekre osztották fel: „Nagy Volumenű Szerves Vegyületek”, „Polimerek” és „Finomkémikáliák”. Az IPPC direktíva nem használja a „Nagy Volumenű Szerves Vegyületek” terminológiát és emiatt nem is segíti a meghatározást. A TWG (Technical Working Group) leírása mindazonáltal érinti ezeket a tevékenységeket az Annex 1 részében a Direktíváknak, a 4.1(a)-4.1(g) szekciókban, miszerint ezekben a termelés mennyisége 100 kt/év. Európában kb. 90 vegyi anyagra teljesül ez a feltétel. Ezért sem lehetett részletes információ cserét megvalósítani minden NVSV folyamatra, mivel az NVSV területe ilyen széles. Ennek nyomán a BREF az általános és a részletes információk keverékét tartalmazza az NVSV folyamatokról:

*Általános információ:* NVSV előállításban használt folyamatokat egyrészt leírják, mint széles körben alkalmazott alapfolyamatok, alpműveletek és a hozzájuk tartozó infrastruktúra együtteseit (2. fejezet), másrészt, mint az NVSV folyamatok rövid ismertetéseit (3. fejezet). A 4. fejezet az általános forrásokat, a lehetséges összetételeket és NVSV emissziókat adja meg, az 5. fejezet kifejti a rendelkezésre álló emisszió megelőzési és szabályozási lehetőségeket. A 6. fejezetben azonosítják azokat a technikákat, amelyeket általános BAT-ként számításba vettek az NVSV, mint egységes ágazat számára.

*Részletes információ:* Az NVSV ipart nyolc alágazatra osztották ( funkcionális kémia szerint) és ezek közül az un. „illusztrációs” vagy bemutató folyamatok közül választottak a BAT alkalmazására demonstrációt. A hét bemutató folyamat azzal jellemezhető, hogy nagy az ipari fontosságuk, jelentős környezeti tényezők és sok európai országban működnek. Nincsenek ilyen demonstrációs folyamatok az NVSV olyan alágazataira, amelyek kén, foszfor és szerves-fém vegyületekre vonatkoznak, az alábbiakra vannak:

Al-ágazat	Bemutató folyamat
Kisebbs olefinek	Olefinek pirolízissel 7. fejezet
Aromások	Benzol/toluol/xilolok BTX 8. fejezet
Oxigén tartalmú vegyületek	Etilénoxid & etilén-glikolok 9. fejezet Formaldehid 10. fejezet
Nitrogén tartalmú vegyületek	Akrilnitril 11. fejezet Toluol-diizocianát 13. fejezet
Halogén tartalmú vegyületek	Etiléndiklorid (EDC) & vinilklorid monomer (VDC) 12. fejezet

Az NVSV folyamatokról értékes információk találhatóak más BREF-ben is. Különösen fontosak a 'horizontális' BREF-ek (kiemelendő a Közös szennyvíz és véggáz kezelő/gazdálkodó rendszerek a kémiai iparokban, Tároló és ipari hűtő rendszerek) és a 'vertikális' BREF-ek hasonló folyamatokhoz (kiemelendő Nagy Égető Művek).

## 1.2 Háttér információ (1. fejezet)

NVSV a vegyületek és folyamatok széles körét öleli fel. Nagyon egyszerűen fogalmazva, vesszük a finomítói termékeket és átalakítjuk őket, fizikai és kémiai műveletek komplex kombinációjával, alapanyagokká vagy más szóval tömegtermékekké, általában folyamatos üzemi berendezésekben. A NVSV termékeket általában inkább kémiai specifikációk szerint értékesítik, semmint közönséges nevük alapján, ami érthető, hiszen ezek nem fogyasztási cikkek önmagukban. NVSV termékek gyakorta nagy tömegben használatosak nyersanyagként nagy értékű kemikáliák további szintézisére (mint oldószerek, műanyagok, gyógyszerek).

Az NVSV folyamatokat általában nagy méretű, nagymértékben integrált termelő berendezésekben valósítják meg, amelyek rendelkeznek a rugalmasság, az energia optimális felhasználása, melléktermék hasznosítás és a gazdaságos üzemméret előnyeivel. Az európai termelési adatokat az jellemzi, hogy viszonylag kevés számú vegyületet nagy cégek állítanak elő. Németország Európa legnagyobb gyártója, de jelentős NVSV kapacitásokkal rendelkezik Hollandia, Franciaország, Nagy Britannia, Olaszország, Spanyolország és Belgium.

A NVSV termelésének komoly gazdasági jelentősége van Európában. 1995-ben az EU alapvető kemikáliák exportőre volt, az USA és az EFTA országok voltak a fő befogadók. A tömeggyártású vegyi anyagok piacán nagy a verseny, az előállítási költségek nagy szerepet játszanak, a piaci részesedés világméretben számít. A NVSV ipar jövedelem termelő képessége hagyományosan ciklikusan változik. Ezt kiemelik a nagy beruházási költségek és az új technológiák bevezetésének hosszú ideje. Ennek eredményeként az előállítási költségek folyamatosan csökkennek, ezzel együtt sok berendezés viszonylag öreg. A NVSV ipar fokozottan energia igényes, a nyereség termelő képesség gyakran az olaj árakhoz kötődik.

A 90-es években növekedett a termékek iránti igény, valamint a fontos vegyipari cégek törekedtek stratégiai szövetségek és közös vállalkozások létrehozására. Ez észszerű kutatást, termelést, piacra jutást és növekvő profitot eredményez. Az alkalmazottak száma a vegyiparban folyamatosan csökken, az 1985 és 95 közötti tíz évben 23%-al. 1998-ban az európai vegyipar 1.6 millió főt alkalmazott.

### **1.3 Általános NVSV előállítási eljárás (2. fejezet)**

Bár a NVSV előállítási folyamatai különösen sokfélék és komplexek, viszont összeállíthatóak egyszerűbb tevékenységek és berendezések kombinációjával, amik hasonló tudományos és mérnöki elvek alapján dolgoznak. A 2. fejezet leírja azt, hogy az alapfolyamatok, alpműveletek, az üzemi infrastruktúra, energia szabályzó, ellátó rendszerek kombinációjával és módosításával hogyan hozható létre a kívánt NVSV terméket előállító termelősor. A legtöbb NVSV folyamat öt különálló lépés sorával írható le, nevezetesen: alapanyag ellátás, feldolgozás, szintézis, termék elválasztás, tisztítás, termékkezelés, tárolás, emisszió csökkentés.

### **1.4 Általánosan alkalmazott folyamatok és technikák (3. fejezet)**

Mivel a NVSV termelő eljárásai közül a többség nem részesült a részletes információ csere hasznából, a 3. fejezet 65 fontos NVSV folyamat nagyon tömör leírását adja. A leírások a folyamat rövid vázlatát, a jelentősebb emissziókat és a szennyezés megelőzés, kezelés adott technikáját közlik. Mivel a leírásoknak az a célja, hogy a folyamat áttekintését tegyék lehetővé, ezért szükségszerűen nem tartalmazzák az összes előállítási utat, ezért további információkra szükség lehet, amennyiben a BAT döntést kell meghozni.

### **1.5 Általános emissziók NVSV folyamatokból (4. fejezet)**

A fogyasztási és emissziós szintek minden folyamatra specifikusak, részletes tanulmányozás nélkül nehéz meghatározni illetve kvantifikálni ezeket. Ilyen tanulmányozás megtörtént az illusztráló folyamatok esetében, a többi NVSV folyamatra azonban a 4. fejezet ad általános eligazítást a lehetséges szennyezőkről és eredetükről. A folyamatok legfontosabb kibocsátási okai [InfoMil,2000#83]:

- A nyersanyag szennyezői változatlanul áthaladnak a folyamaton, és mint szennyezők lépnek ki,
- a folyamatban levegőt használnak oxidálószerként és ez hulladékgázt termel, ami elvezetést igényel,
- a folyamatban alkalmazott reakcióban víz vagy más melléktermék keletkezik, amit a terméktől el kell választani,
- adalékanyagokat visznek be a folyamatba, amiket nem nyernek vissza teljesen,
- lehet elreagálatlan betáplált anyag, amit nem lehet gazdaságosan visszanyerni vagy újrahasznosítani.

A kibocsátások jellemzői és mértéke a következő tényezőktől függ: a berendezés kora, nyersanyag összetétel, termék választék, intermedierek milyensége, adalékok használata, a folyamat paraméterei, a folyamaton belüli kibocsátás megelőzés mértéke, a „csövégi” kezelési eljárás és a működtetési mód (rutin, nem-rutin, vészhelyzeti). Fontos az is, hogy megértsék a

mindenkori környezeti fontosságát az olyan tényezőknek, mint a telep határ meghatározás, a folyamat integráltságának mértéke, az emissziós alapok meghatározása, mérési technikák, a hulladékok definíciója, a telep helyszíne.

## 1.6 **Általános technikák a BAT meghatározás áttekintésére (5. fejezet)**

Az 5. fejezet ad áttekintést azokról az általános technikákról, amelyek a NVSV előállítási eljárások kibocsátásának megelőzését és kezelését jelentik. Ezek közül jó néhány le van írva a megfelelő horizontális BREF-kben. A NVSV eljárások a környezet védelmét úgy érik el, hogy a folyamatfejlesztés, tervezés, üzemtervezés, folyamatintegrálási technikák és 'csővégi' technikák kombinációit alkalmazzák. Az 5. fejezet ezeket a technikákat ismerteti a menedzsment rendszerek, illetve a szennyezés megelőzés és kezelés oldaláról (levegő, víz és hulladék szempontok szerint).

Menedzsment rendszerek. A menedzsment rendszereknek központi szerepük van a NVSV folyamatok környezeti hatásának minimalizálásában. A legjobb környezeti teljesítményt általában azzal érik el, hogy a legjobb technológiát használják és működtetését a leghatásosabban, és a leghatékonyabban végzik. Nincs kiemelt Környezeti Menedzsment Rendszer (EMS), de ott a legerősebbek, ahol szerves részét képezik a NVSV folyamatok menedzsmentjének és működtetésének. A EMS tipikusan megadja a szervezeti felépítést, a felelőségeket, a gyakorlatot, az eljárásokat és a forrásokat, amelyek a környezeti politika fejlesztésére, megvalósítására, felülvizsgálatára, nyomon követésére szolgálnak [InfoMil, 2000#83].

Szennyezés megelőzés. Az IPPC feltételezi, hogy alkalmazzák a szennyezés megelőzési technikákat, mielőtt a 'csővégi' megoldások szóba jönnek. Sokféle szennyezés megelőzési technika alkalmazható a NVSV folyamatokhoz, az 5.2 fejezetben írják le a javaslatokat, amelyek a forrás csökkentést (a szennyezés megelőzést a termékek, bevitt anyagok berendezések és eljárások módosításával), a visszaforgatást és a hulladék minimalizálást célozzák.

Légszennyezés kezelés. A NVSV folyamatokból a legfőbb légszennyezők az Illékony Szerves Vegyületek (VOCS), de füstgáz emisszió, savas gázok és lebegő szilárd anyagok is jelentős mértékben szennyezhetnek. A hulladék gáz kezelő egységeket speciálisan egy bizonyos véggáz összetételre tervezik és így nem szolgálhatnak minden szennyező anyag kezelésére. Különös figyelmet fordítanak a mérgező/veszélyes összetevőkre. A 5.3 fejezet írja le a technikákat, amelyek az általános légszennyezők kezelésére vonatkoznak.

Illékony Szerves Anyagok (VOCS) A VOCS általában a folyamatban előforduló tömítetlenségekből áramolhatnak, a tárolás, mozgatás során illanhatnak el, vész-elvezetőkből, időszakosan használt szerelvényekből származhatnak. Az illékony vegyületek kibocsátásának megelőzését és a már kibocsátott anyagok kezelését aszerint kell meghatározni, hogy milyen a hatásosságuk és mekkorák a költségeik. A hatásosságot és a költségeket az anyagok fajtája, koncentrációjuk, áramlási sebességük, a forrás és a megcélzott kibocsátási szintek határozzák meg. A tipikus források a nagy áramlási sebességnél és koncentrációnál használt szerkezetek, ezzel együtt szükséges felismerni a kis koncentrációjú, diffúz források kumulatív hatását is, különösen mint pontszerű forrásokat kell ezeket fokozottan figyelni.

A VOCS-at, amelyek a folyamat tömítetlenségeiből származnak, ahol lehet, fel kell használni a folyamatban, ez viszont olyan tényezőktől függ, mint az illékony anyagok összetétele, esetleges korlátozások az újrahasznosíthatósággal kapcsolatosan és az illékony anyag értéke.

A másik alternatíva az, hogy az illékony anyag hőtartalmát hasznosítják tüzelőanyagként, ha nem, akkor követelményként kell kezelni a kibocsátás megszüntetését. A technikák kombinációjára lehet szükség, például előkezelésre (nedvesség és szálló szemcsék eltávolítása), híg gázáram koncentrálására, a nagy töménységű anyag koncentrációjának csökkentésére, és végül a finomító kezelésre, amivel a kívánatos kibocsátási értékek elérhetőek. Általánosságban elmondható, hogy az illékony anyagok megkötésére és visszanyerésére kondenzációt, abszorpciót, és adszorpciót lehet használni, a roncsolásra oxidációs eljárásokat alkalmazhatunk.

- A készülékek gőzterében lévő tömítetlenségből származó emissziók a záróképesség fokozatos romlásából adódhatnak. Az általános források lehetnek tömítések, szelepeken, szabályzó szelepeken, csatlakozásokon, biztonsági szelepeken, szivattyú, kompresszor tengelyeken, búvó nyílásokon, mintavevő helyeken. Bár az elillanó anyag vesztesége az egyes helyeken, készülékeken általában kicsi, egy NVSV üzemben olyan sok efféle hely lehet, hogy a teljes elillanó anyag veszteség igen jelentős lehet. Sok esetben a jobb minőségű berendezések alkalmazásával jelentősen csökkenthetőek az elillanó anyag veszteségek. Ez új üzemek esetén általában nem növeli a beruházási költségeket, de jelentős lehet meglévő üzemekben, ahol a szivárgás felderítési és javítási (LDAR) programok működnek. Az általános tényezők, amelyeket minden készülékre alkalmazni lehet:
- Minimalizálni a szelepek, szabályzó szelepek, csatlakozások számát, ami összhangban van az üzem biztonságos működtetésével és a karbantartási igényekkel,
- javítani a kilyukadó alkatrészek megközelíthetőségét a hatékony karbantartás érdekében,
- a tömítetlenségből adódó veszteségeket nehéz meghatározni, egy ellenőrző program jó kiindulási pont, hogy belelássunk az emissziók okaiba, ez alap lehet cselekvési tervhez,
- a tömítetlenségből adódó veszteségek sikeres felszámolása függ mind a műszaki fejlesztésektől mind a menedzsment módszerektől, hiszen a személyzet motivációja fontos tényező,
- a felszámoló programok a veszteségeket mintegy 80-95 %-al csökkenthetik (átlagos US-EPA emissziós faktorokból számolva),
- különleges figyelmet kell fordítani a hosszú távú eredményekre,
- az elillanó veszteségeket általában számítják, nem pedig mérik, s a számítási módszerek nem könnyen összehasonlíthatóak, az átlagos emissziós faktorok általában nagyobbak, mint a mért értékek.

*Tüzelő egységek* (kemencék, kazánok, gázturbinák) emissziója széndioxid, nitrogénoxid, kéndioxid és lebegő részecskék kibocsátásával jár. A nitrogénoxidok emissziója csökkenthető az égés olyan módosításával, ami csökkenti a hőmérsékletet és így a termikus  $\text{NO}_x$  képződést. A technikák között vannak a kis  $\text{NO}_x$  égők, a füstgáz recirkuláció és a csökkentett előmelegítés. A nitrogénoxidok eltávolíthatóak képződésük után is redukcióval, a szelektív nem katalitikus redukciót (SNCR) és a szelektív katalitikus redukciót (SCR) alkalmazva.

Víz szennyzők kezelése. A főbb vízszennyzők a NVSV folyamatokból bizonyos keverékek, olajból és szerves anyagokból, biológiailag lebontható szerves anyagok, ellenálló szerves anyagok, illékony szerves anyagok, nehézfémek, savas-bázikus kibocsátások, szuszpendált szilárd anyagok és a hő. A meglévő üzemekben a kezelési technikák korlátozhatóak a folyamatba integrált megoldásokra, az egyes áramoknak az üzemen belüli kezelésére és a

csővégi kezelésre. Az új üzemekben jobb lehetőségek nyílnak a környezeti hatás javítására, azzal, hogy alternatív technológiát alkalmaznak a szennyvíz képződés elkerülésére.

A NVSV folyamatokból származó legtöbb szennyvíz komponens biológiailag lebontható, és így gyakran biológiai kezelést kap központi szennyvízkezelő telepen. Ennek lehetősége függ attól, hogy az egyes szennyvíz áramokat kezelik vagy visszanyerik-e, amennyiben nehézfémeket, mérgező vagy nem lebontható szerves vegyületeket tartalmaznak, olyan lépésekben, mint az oxidáció, adszorpció, szűrés, extrakció, sztrippelés, hidrolízis (a biolebonthatóságát javítandó) vagy az anaerob előkezelés.

Szennyezések kezelése. A szennyezések kifejezetten folyamat-specifikusak, ezzel együtt a kulcsszennyezőkre lehet következtetni a folyamatból, a szerkezeti anyagokból, a korróziós, eróziós mechanizmusokból és a karbantartáshoz használt anyagokból. A szennyezők auditálását használják arra, hogy információt gyűjtsenek a szennyezések forrásáról, összetételéről, mennyiségéről és változásairól. A szennyezés megelőzése tipikusan azt jelenti, hogy a szennyezés keletkezését a forrásnál előzzük meg, minimalizálva a keletkezését és a képződött szennyezést visszaforgatva. A kezelési technikák választéka a folyamathoz és a szennyezések keletkezéséhez igazodik, gyakran specializálódott vállalkozásokra bízják ezeket. A katalizátorok gyakran drága fémeket tartalmaznak és regenerálják őket. Az élettartamuk végén a fémeket visszanyerik és az inert hordozót deponálják. Tisztító, derítő szereket (pl. aktív szén, molekula sziták, szűrési anyagok, szárító szerek, ion-cserélő gyanták) regenerálják, ahol lehet, de deponálás és hamvasztás (megfelelő körülmények között) is alkalmazható. A desztilláló oszlopok nehéz szerves fenéktermékei és készülékek üledékei más folyamatokhoz használhatóak betáplálásként, eltűzelhetők (a hőtartalom hasznosítására) vagy elhamvaszthatóak (megfelelő körülmények között). Használt reagensek (pl. szerves oldószerek), amik nem regenerálhatóak vagy nem tűzelhetők el, általában elhamvasztandóak (megfelelő körülmények között).

A hőkibocsátások 'hardware' technikákkal (kombinált hő és energia előállítás, folyamat adaptációk, hőcsere, hőszigetelés) csökkenthetőek. A menedzsment rendszerek (az energia költségek hozzárendelése termelő egységekhez, energia felhasználás és hatékonyság belső jelentése, külső megmértetés, energia auditálás) arra szolgálnak, hogy megbecsüljük azt, hogy a hardware rendszerek hol használhatóak a legjobban.

A vibráció csökkentési technikák: eleve kis vibrációjú készülékek kiválasztása, vibráció-gátló szerelvények, a vibráció forrásának kiiktatása, a tervezés fázisában, elnyelő szerkezetek betervezése.

A zaj olyan berendezésekben keletkezik, mint kompresszorok, szivattyúk, égők és gőz vezetékek. A technikák: a zaj megelőzése megfelelő tervezéssel, hang elnyelők, zajscökkentés a berendezések vagy az épületek hangszigetelő burkolásával, a tervezés fázisában a potenciális észlelők közelségének figyelembe vétele.

Értékelő módszerek sokasága áll rendelkezésre, hogy kiválaszthassuk a legjobb emisszió megelőzési és kezelési technikát a NVSV folyamatok számára. Ilyen módszerek a kockázati elemzés, terjedési modellek, lánc analízis módszerek, tervező eszközök, gazdasági elemző módszerek, környezeti értékelő eljárások.

## 2 Általános BAT

Az általános BAT részeit menedzsmenti rendszerekben, szennyezés-megelőzésben/ minimalizálásban, légszennyezési-, vízszennyezési- és hulladékellenőrzésben határozzuk meg. Az általános BAT egészként értelmezendő az NVSV ágazatra, a folyamattól vagy terméktől függetlenül. Azonban egy adott NVSV folyamathoz tartozó BAT három BAT szint alapján kerül meghatározásra, amelyek sorrendben a következők:

1. tipikus BAT folyamat (ahol létezik ilyen)
2. NVSV általános BAT; és végül
3. bármilyen idetartozó horizontális BAT (főleg a vízszennyezés, gázszenyezés menedzsmenti, tárolási és használati, ipari hűtési és megfigyelési BREF-ekből).

Menedzsment rendszerek: A hatékony menedzsment rendszerek nagyon fontosak a jó ipari teljesítmény eléréséhez. A környezeti menedzsment rendszerekhez való BAT a következő technikák megfelelő kombinációját jelenti:

- meglévő környezeti stratégia, és elszántság a stratégia követéséhez
- szervezeti struktúrák a környezeti témák beépítéséhez a döntéshozatalokba
- leírt folyamatok vagy meglévő gyakorlat minden környezetileg fontos szemponttól egy üzem tervezéséhez, üzemeléséhez, karbantartásához, üzembe helyezéséhez, üzemen kívül helyezéséhez
- belső rendszerek a környezeti politikák beépítésének figyelemmel kíséréséhez, a folyamatok, szabványok és előírások teljesítésének ellenőrzéséhez
- számlázási gyakorlatok, amelyek magukba foglalják a nyersanyagok és hulladék teljes költségét
- hosszú távú pénzügyi és technikai tervezés a környezeti befektetésekhöz
- irányítási rendszerek (hardver / szoftver) a legfontosabb folyamatok és szennyezés-ellenőrzési berendezések számára, biztosítva a stabil működést, magas hozamot és jó környezeti teljesítményt minden működési állapotban
- rendszerek, amelyek a környezeti tudatosságot és képzettséget hivatottak biztosítani
- ellenőrzési és karbantartási stratégiák a folyamat hatékonyság optimalizálásához
- meghatározott válaszfolyamatok abnormális eseményekre
- folyamatos hulladékcsökkentő gyakorlatok

Szennyezés megelőzés, minimalizálás: A NVSV folyamatokhoz a kiválasztott BAT feladata minden közegben, a következő technikák fokozatos figyelembe vétele, a következő sorrendben:

- a.) bármilyen hulladékarom (gáz, folyékony vagy szilárd) keletkezését kell eliminálni folyamat-fejlesztéssel és tervezéssel, főleg magas szelektivitású reakcióval, és megfelelő katalizátorral
- b.) hulladékaromok csökkentése a kibocsátás helyén, változtatásokkal, a folyamatba bevitt nyers anyagoknál, felszerelésnél, és üzemi folyamatoknál



- c.) hulladék-recycling, közvetlen újrafelhasználással vagy átalakítás utáni újrafelhasználással
- d.) minden felhasználásra alkalmas anyag kinyerése hulladékáramokból
- e.) hulladékáramok kezelése vagy eltávolítása „cső-vég” technika alkalmazásával

Új NVSV folyamatokhoz illetve létező folyamatoknál történő lényeges változásokhoz a BAT a következő technikák megfelelő kombinációja vagy kiválasztása:

- a kémiai reakciók és elválasztási folyamatok folyamatos, zárt berendezésekben történő elvégzése
- a folyamat készülékeiből eredő, folyamatos, tisztító áramok kezelése a következő hierarchia szerint: újrafelhasználás, visszanyerés, égetés légszennyezés kezelő berendezésekben, és nem specifikus berendezésekben történő égetés
- energia felhasználás minimalizálása, energia visszanyerés maximalizálása
- a „Zöld Kémia” elveinek alkalmazása.

A rövid életű emissziók kezeléséhez és megelőzéséhez a BAT a következő elemek megfelelő kombinációja vagy választéka:

- egy szabályszerű Szivárgás Érzékelési és Javítási program (LDAR), ami a csövek és készülékek szivárgási pontjaira ügyel, s ezzel biztosítja a legnagyobb fajlagos emisszió csökkentést egységnyi költségre számolva
- a cső és berendezési szivárgások megjavítása lépcsőzetesen, kisebb hibák azonnali kijavítása (kivéve, ha ez lehetetlen), ahol a szivárgás a küszöbérték alatt van, és ahol magasabb, küszöbérték feletti a szivárgás értéke, ott idő-igényes javítás alkalmazása. A pontos küszöbhatár, aminél a javítás mikéntjét meg kell változtatni, az üzem helyzetétől és a szükséges javítástól függ
- meglévő berendezés kicserélése jobb teljesítményű berendezésre, olyan szivárgás esetében, amelyet másképp nem lehet megszüntetni
- új létesítményeknél szigorúbb, rövid életű emissziós feltételek
- a következő hatékony, nagy teljesítményű berendezések:
  - **szelepek:** alacsony szivárgási szintű szelepek dupla tömítéssel. Biztonsági szelepek veszélyes üzemre
  - **szivattyúk:** dupla tömítések folyadék vagy gáz ellennyomással, vagy tömítés nélküli szivattyúk
  - **kompreszorok és vákuumszivattyúk:** dupla tömítések folyadék vagy gáz ellennyomással, vagy tömítés nélküli szivattyúk, vagy egyszerű tömítéses megoldások ekvivalens emissziós szinttel
  - **peremek:** minimális számban, hatékony tömítéssel
  - **nyitott végek:** vakperemek felszerelése, sapkák vagy dugók ritkán használt szerelvényekre, zárt hurok használata folyadék mintavevő pontokon, mintavevő és analizáló eszközöknél optimalizálni a mintavételi gyakoriságot és térfogatot, minimalizálni a mintavevő vonalak hosszát vagy záró szerelvényekkel ellátni őket

- **biztonsági szelepek:** ellentétes irányú hasadó tárcsák felszerelése (biztonsági határok között).

BAT a tárolás, kezelés és szállítás során, továbbá a tárolási BAT, a következő technikák megfelelő kombinációja illetve kiválasztása:

- külső lebegő fedél másodlagos tömítéssel, (kivéve különösen veszélyes anyagokat), rögzített fedelű tartályok belső lebegő fedéllel és szélső tömítéssel ( könnyebben illó folyadékokra), rögzített fedelű tartályok inert gáz párnával, nyomás alatti tárolás (különösen veszélyes illetve bűzlő anyagokra)
- köztes tároló edények és mozgatható konténerek, kiegyenlítő vezetékkel
- minimális tárolási hőmérséklet
- műszerezés és eljárás a túltöltés megakadályozására
- nem leüríthető másodlagos tároló a legnagyobb tartály 110%-nak megfelelő kapacitással
- az illó szerves anyagok visszanyerése szelepekből (kondenzációval, adszorpcióval, abszorpcióval) visszaforgatás vagy megsemmisítő égetés előtt, energiatermelő vagy szeméttégető berendezésben
- a folyadék szint illetve ennek változásainak folyamatos megfigyelése
- a tartálytöltő csövek a folyadék szint alá benyúló végződéssel
- fenék felől való töltés, a fröcskölés elkerülésére
- a töltő karokon lévő érzékelők a hibás mozgás érzékelésére
- öntömítő csatlakozások, száraz kötések
- határolók és rögzítő rendszerek az elhajtó járművek véletlen mozgásának megakadályozására.

A BAT a víz szennyezés megakadályozására és minimalizálására a következő technikák megfelelő kombinációja vagy kiválasztása:

- A. minden képződő szennyvíz azonosítása, minőségük, mennyiségük és ezek változásainak jellemzése
- B. a folyamat vízfogyasztásának minimalizálása
- C. a folyamatban használt víz nyersanyaggal, termékkel vagy hulladékkal történő szennyeződésének minimalizálása
- D. a hulladékvíz újra használatának maximalizálása
- E. az anyagok visszanyerésének illetve visszatartásának maximalizálása olyan anyagokból, amelyek nem használhatóak fel ismételten.

A BAT az **energia hatékonyságra** a következő technikák megfelelő kombinációja vagy kiválasztása: az energia megőrzés optimalizálása, elszámolási rendszerek telepítése, gyakori energia felülvizsgálatok megvalósítása, hőintegráció optimalizálása (pinch), hűtő rendszerek iránti igény minimalizálása, kombinált fűtő erőművek megvalósítása, ahol ez műszakilag és gazdaságosság szempontjából életképes.

A BAT a zaj és a rezgés megakadályozására és minimalizálására a következő technikák megfelelő kombinációja vagy kiválasztása:

- megoldások alkalmazása, amivel a zaj és rezgés forrásokat a befogadótól elválasztjuk
- olyan berendezések kiválasztása, melyek alacsony zajszinttel és rezgéssel működnek, rezgésmentesítő szerelésük van
- ismételt zaj és rezgés felderítések.

Légszennyezés ellenőrzés: A BAT kiválasztásához szükség van a következő paraméterekre: szennyezők típusa és bekerülési koncentrációjuk, gáz áramlási sebességek, szennyezők jelenléte, megengedett kibocsátási koncentrációk, biztonság, beruházási és működési költségek, telep helyszínrajza, közművek hozzáférhetősége. Szükség lehet a technikák kombinációjára nagy bekerülési koncentrációknál, vagy kisebb hatékonyságú technikák esetén. Az általános BAT légszennyezők esetén az 1. táblázatban (illékony szerves anyagokra) és a 2. táblázatban (más folyamatból adódó légszennyezőkre) található technikák megfelelő kombinációja vagy kiválasztása szükséges.

Technika	BAT-al kapcsolatos értékek <sup>1</sup>	Megjegyzés
<b>Szelektív membrán elválasztás</b>	90->99.9% visszanyerés VOCS < 20 mg/m <sup>3</sup>	Jellemző alkalmazási határok 1->10 g VOCS/m <sup>3</sup> A hatásosság fordítottan változik, például korrózió termékeknél, poros gázoknál vagy olyan gáznál ami közel van a harmatponthoz.
<b>Kondenzáció</b>	Kondenzáció. 50-98% visszanyerés+ további csökkentés Krio-kondenzáció <sup>2</sup> . 95-99.5% visszanyerés	Jellemző alkalmazási határok: áramlás 100->100000 m <sup>3</sup> /h, 50->100g VOCS/m <sup>3</sup> Krio-kondenzációnál: áramlás 10->1000 m <sup>3</sup> /h, 200-1000 gVOCS/m <sup>3</sup> , 20 mbar-6 bar
<b>Adsorpció<sup>2</sup></b>	95-99.99% visszanyerés	Jellemző alkalmazási határok regeneratív adszorpciónál: áramlás 100->100000 m <sup>3</sup> /h, 0,01-10 g VOCS/m <sup>3</sup> , 1-20 bar Nem-regeneratív adszorpció: áramlás 10->1000 m <sup>3</sup> /h, 0.01-1.2 gVOCS/m <sup>3</sup>
<b>Gáztisztító<sup>2</sup></b>	95-99.9% csökkentés	Jellemző alkalmazási határok: áramlás 10-50000 m <sup>3</sup> /h, 0.3->5 g VOCS/m <sup>3</sup>
<b>Termikus megsemmisítés</b>	95-99.9% csökkentés VOCS <sup>2</sup> < 1-20 mg/m <sup>3</sup>	Jellemző alkalmazási határok: áramlás 1000-100000 m <sup>3</sup> /h, 0,3->10g VOCS/m <sup>3</sup> A 1-20mg/m <sup>3</sup> -s határ az emissziós határokon és a mért értékeken alapul. A regeneratív vagy rekuperatív termikus bontók csökkentési hatásfoka lehet kisebb mint 95-99% de elérheti a < 20mg/m <sup>3</sup> értékeket

<b>Katalitikus oxidáció</b>	95-99% csökkentés VOCS < 1-20 mg/m <sup>3</sup>	Jellemző alkalmazási határok: áramlás 10-100000 m <sup>3</sup> /h, 0.05-3 g VOCS/m <sup>3</sup>
<b>Fáklyázás</b>	Magas fáklyák > 99% Talaj közeli fáklyák > 99.5%	
1. ha másként nem definiálták, koncentrációk fél órás/napi átlagok száraz, 0°C –os gázra átszámítva, 101,3 kPa nyomáson, 3 térf.% oxigén tartalommal (11 térf. % oxigén tartalom katalitikus vagy termikus oxidációnál)		2. A technikának kereszt vonatkozásai vannak, amit meg kell fontolni.

**1.Táblázat: VOCS visszanyerés illetve kezelés BAT-al kapcsolatos értékei**

Szennyező	Technika	BAT-al kapcsolatos értékek	Megjegyzés
Részecskék	Ciklon	95%-ig terjedő csökkentés	Erősen függ a részecske mérettől. BAT-ként általában csak más technikákkal együtt (elektrosztatikus leválasztó, szálaszűrő)
	Elektrosztatikus leválasztó	5-15 mg/Nm <sup>3</sup> 99-99.9% csökkentés	Nem NVSV ágazatokban alkalmazott technikákon alapul, teljesítménye nagyban függ a szemcsék tulajdonságaitól
	Szálaszűrő	< 5 mg/Nm <sup>3</sup>	
	Kétlépcsős porszűrő	1 mg/m <sup>3</sup>	
	Kerámia szűrő	< 1 mg/Nm <sup>3</sup>	
	Abszolút szűrés	< 0,1 mg/Nm <sup>3</sup>	
	HEAF szűrő	Cseppek és aeroszolok esetén 99%-ig terjedő csökkentés	
	Füstsűrő	Porok és aeroszolok esetén 99%-ig terjedő csökkentés	
Illatanyagok	Adszorpció Bioszűrő	95-99% csökkentés illatanyagokra és bizonyos VOCS-ra	Jellemző alkalmazási határok: 10000-200000 ou/Nm <sup>3</sup> (illategység)
Kéndioxid és savas gázok	Nedves mészköves gáztisztító	90-97% csökkentés SO <sub>2</sub> < 50 mg/Nm <sup>3</sup>	Jellemző alkalmazási határok kéndioxidra < 1000 mg/m <sup>3</sup> a nyers gázban
	Gáztisztító	HCl <sup>2</sup> < 10 mg/Nm <sup>3</sup> HBr <sup>2</sup> < 5 mg/Nm <sup>3</sup>	A koncentrációk ausztriai határértékeken alapulnak
	Félszáraz szorbens injektálás	SO <sub>2</sub> < 100mg/Nm <sup>3</sup> HCl < 10-20 mg/Nm <sup>3</sup> HF < 1-5 mg/Nm <sup>3</sup>	Jellemző alkalmazási határok kéndioxidra < 1000 mg/m <sup>3</sup> a nyers gázban
Nitrogénoxidok	SNCR	50-80% NO <sub>x</sub> csökkentés	
	SCR	85-95% csökkentés NO <sub>x</sub> < 50 mg/m <sup>3</sup> ammónia < 5 mg/m <sup>3</sup>	Magasabb lehet ahol a gáz hidrogén tartalma nagyobb
Dioxinok	Elsődleges tisztítás+	< 0,1 ng/ TEQ/Nm <sup>3</sup>	A dioxinok keletkezését a folyamatban lehetőleg el kell

	<b>adszorpció 3-ágyas katalizátor</b>		kerülni
<b>Higany</b>	<b>Adszorpció</b>	0.05 mg/Nm <sup>3</sup>	0,01 mg/Nm <sup>3</sup> értéket mértek egy ausztriai szemétegetőnél, ami aktívszemes szűrővel van felszerelve
<b>Ammónia és aminok</b>	<b>Gáztisztító</b>	< 1-10 mg/Nm <sup>3</sup>	Savas elnyelető
<b>Kénhidrogén</b>	<b>Abszorpció (lúgos mosó)</b>	1-5 mg/Nm <sup>3</sup>	A H <sub>2</sub> S abszorpciója 99%+ Alternatíva az etanolaminos mosó, amit kén visszanyerés követ.
1. ha másként nem definiálták, koncentrációk fél órás/napi átlagok száraz, 0°C –os gázra átszámítva, 101,3 kPa nyomáson, 3 térf.% oxigén tartalommal		2. Napi átlagos érték standard körülmények között. A fél órás értékek HCL <30mg/m <sup>3</sup> és HBr < 10mg/m <sup>3</sup>	

**2. Táblázat: BAT-al kapcsolatos értékek egyéb NVSV légszennyezők megsemmisítésére**

A NVSV folyamatokból emittált légszennyezők igen különböző jellemzőkkel bírnak

(mérgező hatás, globális felmelegedés, fotokémiai ózon reakciók, sztratoszféra ózon csökkentés szempontjából), s ezért többféle rendszer szerint csoportosíthatóak. Mivel egész Európára érvényes osztályozás nincs, a 3. Táblázat a BAT-al kapcsolatos értékeket a holland NeR rendszer szerint adja meg. Az NeR magas színvonalú környezetvédelmi normáknak felel meg, de csak egy lehetséges példája a jó gyakorlatnak. Vannak ezen kívül más, hasonlóan jó és alkalmas osztályozási rendszerek, amelyeket használhatunk BAT-al kapcsolatos értékek meghatározására, ezek közül néhány szerepel a BREF VIII Függelékben.

<b>Kategóriák **</b>	<b>Lehetséges BAT megoldások (nem kimerítő lista)</b>	<b>BAT emissziós szintek (mg/Nm<sup>3</sup>) ***</b>	<b>Küszöbérték (kg/h)</b>
<b>Különösen veszélyes anyagok</b>			
Dioxinok és furánok	Integrált folyamat, megfelelő működési viszonyok, kis klorid tartalom a betáplált anyagokban Cső végén: aktív szén, katalitikus, szálas szűrő, bontó	0,1 (ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> )	Nincs küszöb
PCB		0,1**** (ng PCB-TEQ/Nm <sup>3</sup> )	Nincs küszöb
<b>Részecskék</b>			
Szemcsés anyagok	Ha szűrés nem lehetséges, 25 alkalmazásig	10-25	≥0,5
	Ha szűrés nem lehetséges, 50 alkalmazásig	10-50	<0,5
<b>Karcinogén anyagok*</b>			

$\Sigma C1$	Bontó, mosó, abszolút szűrő, aktív szén	0,1	0,0005
$\Sigma C1-C2$		1,0	0,005
$\Sigma C1+C2+C3$		5,0	0,025
<b>Szerves anyagok (gázok/gőzök)*</b>			
$\Sigma gO1$		20	0,1
$\Sigma gO1+gO2$	Bontó, (regeneratív) aktív szén, gőz visszanyerő egység	100	2,0
$\Sigma gO1+gO2+gO3$		100-150	3,0
<b>Szerves anyagok (szilárd)*</b>			
$\Sigma sO1$	Ha szűrés nem lehetséges, 25 alkalmazásig	10-25	$\geq 0,1$
	Ha szűrés nem lehetséges, 50 alkalmazásig	10-50	$< 0,1$
$\Sigma sO1+sO2$	Ha szűrés nem lehetséges, 25 alkalmazásig	10-25	$\geq 0,5$
	Ha szűrés nem lehetséges, 50 alkalmazásig	10-50	$< 0,5$
$\Sigma sO1+sO2+sO3$	Ha szűrés nem lehetséges, 25 alkalmazásig	10-25	$\geq 0,5$
	Ha szűrés nem lehetséges, 50 alkalmazásig	10-50	$< 0,5$
<b>Szervetlen anyagok (gázok/gőzök)</b>			
gI1	Több különböző megoldás (azaz kémiai mosás, lúgos mosás, aktív szén)	1,0	0,01
gI2		5,0	0,05
gI3		30	0,3
gI4	Savas/lúgos mosó, S(N)CR, mész adagolás	200	5
<b>Szervetlen anyagok (szilárd)*</b>			
$\Sigma sI1$	Szálás szűrő, mosó, elektrosztatikus leválasztó	0,2	0,001
$\Sigma sI1+sI2$		1,0	0,005
$\Sigma sI1+sI2+sI3$		5,0	0,025
<p>* Az összegzés alkalmazandó (az adott emissziós szint az adott kategóriájú anyagok plusz az alacsonyabb kategóriájúak összege)</p> <p>** Részletes osztályozás az anyagokra Annex VIII: tagállamok légszennyezési osztályozási rendszere</p> <p>*** Az emissziós szintet csak akkor alkalmazzák, ha a tömeg küszöbértéket a kezeletlen emisszió meghaladta. Az emissziós szintek fél órás átlagokat jelentenek normál körülmények között ( száraz gáz, 0°C, 101,3 kPa) Oxigén koncentrációt nem definiálták az NeR-ben, de az általában a tényleges oxigén koncentráció (bontókra 11 térf% oxigén elfogadható)</p> <p>**** PCB szintek TEQ egységben értendők, ezek számításához lásd „Toxic Equivalency Factors” TEF a poliklórbenzolokra, PCDD-re, PCDF-re emberi és állati környezetre, Van den Berg et.al. Environmental Health Perspectives, Vol. 106, No.12, Dec.1998</p>			

### 3. Táblázat: NVSV folyamatokhoz rendelhető légszennyezési szintek BAT folyamatokhoz

A fáklyázás BAT meghatározása megfelelő kombináció vagy kiválasztás alapján történik, az üzem tervezése és működtetése során minimalizálni kell a fáklyára küldendő szénhidrogének mennyiségét. A földközeli illetve magas építésű fáklyák közötti választás a biztonságtól függ. A magas fáklyák használata esetén a BAT magában foglal kísérleti lángórt, hatékony keverést és távmegfigyelést zártláncú televízióval. A BAT-hoz kapcsolódó csökkentési értékek illékony anyagokra >99% magas fáklyákra és >99,5% földközeli fáklyákra.

A BAT a folyamatokba épített kemencékre gáz tüzelést és kis NO<sub>x</sub> égő kialakítást ír elő, hogy biztosítsák a 50-100 mg NO<sub>x</sub> /Nm<sup>3</sup> (mint órás átlagot) kibocsátást mind az új, mind a meglévő esetekre. A BAT más égetőkre (gőzfejlesztők, gázturbinák) megtalálható a nagy tüzelő berendezések BREF-ben.

A széndioxid emisszióra vonatkozó BAT összefüggésben van az energia hatékonyság javításával, de BAT-ként tekinthető a kis széntartalmú (hidrogénben gazdag) tüzelőanyagok és a fenntartható nem-fosszilis tüzelőanyagok használata is.

Víz szennyezések ellenőrzése: A vízszennyezőkre vonatkozó BAT a következő technikák kombinációja vagy kiválasztása:

- a nehézfémeket, mérgező vagy biológiailag nem-lebontható szerves vegyületeket tartalmazó szennyvíz áramok külön kezelése vagy visszanyerése, kémiai oxidációval, adszorpcióval, szűréssel, extrakcióval, gőzös sztrippeléssel, hidrolízissel vagy anaerob előkezeléssel és ezt követő biológiai kezeléssel. A BAT-hoz kapcsolódó emissziós értékek egyedileg kezelt szennyvizekben a következők (napi átlag): Hg 0,05 mg/l; Cd 0,2 mg/l; Cu/Cr/Ni/Pb 0,5 mg/l és Zn/Sn 2 mg/l.
- szerves szennyvízárámok, amelyek nem tartalmaznak nehézfémeket vagy mérgező, illetve biológiailag nem-lebontható szerves vegyületeket potenciálisan alkalmasak kombinált biológiai tisztításra kis terhelésű telepeken (vizsgálni szükséges a lebonthatóságot, inhibitor hatást, iszaprontó hatást, illékonyaságot, és a szennyező maradék szintjét). A BAT szerinti BOD (BOI) szint a kibocsátásban kisebb, mint 20mg/l (napi átlag).
- NVSV folyamatok szennyvizeit erősen befolyásolják többek között az alkalmazott eljárások, a folyamatok variálhatósága, a vízfogyasztás, a forrás ellenőrző intézkedések és az előkezelés mértéke. A TWG szakértői becslés alapján a BAT emissziós szintek (napi átlag) a következők: COD (KOI) 30-125 mg/l; AOX < 1 mg/l; teljes nitrogén 10-25 mg/l.

Hulladékok és maradékok ellenőrzése: a BAT a hulladékok és maradékok vonatkozásában a következő technikák megfelelő kombinációja vagy kiválasztása:

- Katalizátorok - regenerálás/újrahasználat és ha kimerült, akkor a nemesfém tartalom visszanyerése,
- Kimerült tisztító anyagok - regenerálás, ahol lehetséges, ha nem akkor eltemetés vagy megsemmisítés
- Szerves anyag maradékok - maximális felhasználásuk, mint betáplálás vagy tüzelőanyag, ha nem lehet, akkor megsemmisítés



- Kimerült reagensek - maximális lehetséges visszanyerés vagy használni tüzelőanyagként, ha nem lehet, akkor megsemmisítés.

## 2.1 Bemutató eljárás: Kisebb Olefinek (7 Fejezet)

Általános információ: A kisebb olefinek adják a NVSV-n belül a kereskedelmi vegyi anyagok legnagyobb csoportját, emellett számos származékukat állítják elő. 1998-ban az európai etilén termelés 20,3 millió tonna, a propilén termelés 13,6 millió tonna volt. A vízgőz jelenlétében végzett pirolízis (steam cracking) adja az etilén termelés 98%-át és a propilén 75%-át. Jelenleg mintegy 50 pirolízis üzem működik Európában. Az átlagos európai üzemméret 400 kt/év kapacitású, a legnagyobb közel évi 1 millió tonnás. Az olefin termelésre alkalmas alapanyagok a könnyű gázoktól (etán és LPG), a finomítói folyadék frakciókig (benzin, gázolaj) terjednek. A nehezebb kiindulási anyagok általában nagyobb arányban szolgáltatnak melléktermékeket (propilén, butadién, benzol) és nagyobb/komplexebb üzemeket igényelnek. Az összes kisebb olefint a termék specifikáció alapján értékesítik inkább, mint a teljesítmény szerint, ez a nemzetközi piacoknak kedvez, ahol az eladási ár a fő tényező. A pirolízis üzemek licenc technológiákkal dolgoznak, amelyek kis számú nemzetközi fejlesztő cégtől származnak. Az általános séma hasonló, bizonyos elemek különböznek, elsősorban a kemence kialakítás, amit viszont az alapanyagok tulajdonságai és választéka szab meg. A globális verseny miatt egyik technológia sem kínál különleges előnyöket, és a technológia választás a korábbi tapasztalattól, helyi körülményektől és a beruházási költségektől függ.

Az alkalmazott folyamat: a pirolízis (steam cracking) erősen endoterm folyamat (15-50 GJ/t etilén), a lejátszódó krakk reakciók 800°C feletti hőmérsékletet igényelnek a pirolízis kemencékben. Ezzel szemben az ezt követő kinyerési és tisztítási műveletek az olefin termékek alacsony hőmérsékletű elválasztását jelentik -150°C hőmérsékletig és 35 bar nyomáson. Az üzemeket az integrált energia felhasználás elvei szerint tervezik. A betáplált anyagok és a termékek különösen tűzveszélyes volta miatt az egész üzemben magas színvonalú szennyezés megelőzés működik, ami azt eredményezi, hogy a legjobban működő üzemekben a teljes szénhidrogén veszteség 5-15 kg/t etilén értékek között marad, ami köszönhető például a zárt lefűvató rendszereknek is.

Fogyasztás/emisszió: A nagy volumenű pirolízis műveleteknél a potenciális emisszió jelentős.

Levegő: A pirolízis kemencék kis kéntartalmú gázokat égetnek (gyakran hidrogén tartalmúakat) és az égéstermék emisszió (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>) jelenti a folyamat légszennyezőinek többségét. A kéndioxid és részecske kibocsátás olyan tüzelőanyagok használatával jár együtt, amelyek kisebb értékű krakk-termékek (külső kazánok, fűtőegységek) elégetéséből, illetve a kemence csöveiben lerakódott kokszt leégetéséből adódik. Illékony szerves anyag emisszió az égetési folyamatokból, illetve atmoszférikus szelepekből időlegesen elillanó anyagokból, valamint pontforrásokból adódhat.

Víz: Az általános kibocsátás mellett (kazán tápvíz) három specifikus kibocsátás lehetséges: nevezetesen a folyamat-víz (hígító gőz lefűvátás), használt maró és koksztmentesítő hordó mosó víz (ahol van ilyen). Az olyan áramok, amelyek szénhidrogén folyadékokkal érintkeztek, tartalmazhatnak szennyeződések, ilyenek például a szénhidrogének, oldott szerves anyagok, szemcsés anyagok, kémiai vagy biológiai oxigén igényt jelentő anyagok, fém ionok nyomnyi mennyiségben.

Szilárd hulladékok. A pirolízis folyamatban viszonylag kis mennyiségű szilárd hulladék képződik, ha a betáplált anyag gáz vagy benzin, olajos iszapok keletkezhetnek, amennyiben a kiindulási anyag- gázolaj. A legtöbb szilárd hulladék szerves iszap vagy kokszt, de a kimerült katalizátorok, adszorbensek és oldószerek időszakos elhelyezést igényelhetnek.

BAT:

*A folyamat kiválasztás:* A pirolízis az egyetlen jelenleg alkalmazható nagy volumenű technológia kisebb olefinok teljes körű előállítására, így ez a BAT. Nincs BAT alapanyag, de azok az üzemek, amelyek gázt használnak, általában kisebb kibocsátásúak, mint a benzin vagy gázolaj alapanyagokkal dolgozók.

*Légnemű kibocsátások.* A hatékony pirolízis kemencék kiválasztása, karbantartása és működtetése az egyetlen és legfontosabb BAT az atmoszférikus kibocsátások minimalizálására. A modern kemencék termikus hatásfoka 92-95%, földgázzal üzemelnek, vagy még gyakoribb, hogy maradék gázzal, ami hidrogén és metán elegye. A kemencék korszerű irányítási rendszerrel vannak felszerelve a hatékony égés megvalósítására, továbbá ultra-kis NO<sub>x</sub> égőkkel (BAT emissziók 75-100 mg NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup>- órás átlag) vagy katalitikus DENOX egységekkel (BAT emissziók 60-80 mg NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup> (órás átlag). A BAT ammónia emissziók a modern SCR egységekből kisebb mint 5 mg/m<sup>3</sup> (órás átlag) nagy NO<sub>x</sub> redukció sebességéknél, de nagyobb emissziók előfordulhatnak a katalizátor öregedésével.

A pirolízis kemencéket koksztmentesíteni kell időszakonként levegő/gőz eleggyel. A koksztmentesítésből származó gázt be lehet vezetni egyenesen a kemence égőkbe, vagy külön koksztmentesítő tartályokba, ahol a szálló részecskéket le lehet választani 50 mg/Nm<sup>3</sup> értékig (órás átlag) vizes mosással vagy ciklonos visszanyerő egységgel.

Nagy kapacitású, magas fáklyák jellemzőek az etilén üzemekre, mivel ezek biztos elvezetési lehetőséget kínálnak a szénhidrogéneknek az üzemi meghibásodás esetére. A fáklyázás nemcsak környezeti hatást okoz (látható, zajos), de veszteséget is jelent az üzemeltetőnek. A BAT ezért minimalizálja a fáklyázást, azzal, hogy biztos, megbízható üzemet és berendezéseket alkalmaz, biztosítja a fáklyázandó anyagok visszanyerési lehetőségeit, illetve alternatív elhelyezési lehetőségeket teremt (a folyamat más részeiben hasznosítja a specifikáción kívül eső anyagokat). A fejlesztés és a jó menedzsment gyakorlat az üzemeltetésben és a karbantartásban szintén fontosak a teljesítmény növelésében és így az emissziók csökkentésében. A zárt láncú televíziós megfigyelés, automatikus gőz arány szabályozás, láng detektálás jelentik a BAT megoldásokat, amik minimalizálják az időtartamát és a mértékét a fáklyázási eseményeknek. Optimális körülmények között az égetés hatásfoka a fáklyákban 99%-os.

Savas gázok, mint a széndioxid és a kénhidrogén, eltávolíthatóak a krakk gázokból nátriumhidroxidos reakcióval ( egyes esetekben először csökkentik a savas gázok mennyiségét regenerálható aminos mosással). Savanyú gáz kibocsátás lehetséges, ha az üzem nem képes visszanyerni a kimerült lúgot, vagy nedves oxidációs technikát használ az áram kezelésére mielőtt a vizes kibocsátással egyesítené. Amikor a kimerült lúgot savanyítják, gázalakú kénhidrogén keletkezik, amit vagy megfelelő megsemmisítőbe vezetnek (elégetik kéndioxiddá), vagy közeli CLAUS egységbe küldik kén kinyerésére.

A BAT kerüli az atmoszférikus szelepek használatát illékony szénhidrogének tárolásánál és kezelésénél. A BAT az időszakos emissziók elkerülésére széles körben alkalmazza a hegesztett csöveket, a nagy integritású tömítő rendszereket szivattyúk, kompresszorok használatánál, elválasztó és szabályzó szelepeknél megfelelő tömítő anyagokat alkalmaz, amit támogat a hatékony menedzsment a rendszerek emisszió figyelésénél és csökkentésénél, ez utóbbit tervezett karbantartással segítve.

*Kibocsátás vízbe.* A BAT vizes kibocsátásokra az, hogy alkalmazzák a folyamatba integrált technikákat, a visszanyerést és tovább feldolgozást, a végső kezelés előtti maximális visszanyeréssel.

- 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 BAT a kimerült lúgos oldatra a visszanyerés, nedves oxidáció, savazás (ezt kén visszanyerés vagy megsemmisítés követi) vagy a savas gáz fáklyázása.
- A BAT a végső kibocsátásra magában foglalja a fizikai elválasztást (azaz API szeparátort, hullámlemez szeparátort), ezt követi a tisztítás (hidrogénperoxidos oxidáció), vagy biológiai tisztítás. A BAT szintek a végső vizes kibocsátásra (mint napi átlagok) többek között: COD (KOI) 30-45 mg/l és TOC 10-15mg/l (2-10 g/t etilén).

*Melléktermékek/hulladékok.* A BAT a következőket tartalmazza: a szerves hulladékok, mint például az API szeparátorokból származó iszap, elhelyezését, speciális szerződött vállalkozóval; a kimerült katalizátorok és szárítószerke elhelyezését deponálással, miután a nemesfém tartalmat kinyerték, a szenek, kocszos anyagok elhelyezése rögzített formában deponálással, vagy megsemmisítés.

## 2.2 Bemutató eljárás: Aromások (Fejezet 8)

*Általános információ:* Az 'aromások' meghatározás a benzolt, toluolt, a xilol elegyeket (orto-, meta-, és para-xilol) jelenti, általában BTX-ként ismeretes. A benzolt sztírol, kumul és ciklohexán előállítására használják. A toluol nagy részét benzol, fenol és toluol-diizocianát előállítására használják. A para-xilolt polietilén-tereftaláttá alakítják (PET), a xilol elegyeket oldószerként használják, az orto-xilolból ftálsavanhidridet állítanak elő.

1998-ban a nyugat-európai aromás ipar több mint 10 millió tonna terméket állított elő, 2,3 milliárd USD értékben. Az aromás piac komplex és változó, mert hat fő terméket jelent, amiket igen eltérő folyamatokban és kiindulási anyagokból állítanak elő. Az aromás termékek árai kapcsolódnak egymáshoz és a nyersolaj árakhoz, benzol árakhoz és a valutaárfolyamokhoz is. Továbbá az EU üzemanyagokra vonatkozó előírásai 2000 év elejétől a motorbenzin benzol tartalmát 1% alatti mennyiségben limitálták, ennek következtében a kiindulási anyagokból a benzolt ki kell nyerni, ami az EU benzol termelését növelte.

*Alkalmazott eljárások:* BTX aromásokat három fő anyagáramból nyernek: finomítói reformátumokból, pirobenzinből és benzolt a kőszénkátrány feldolgozásából. A termékáramok aromás elegyeket tartalmaznak, amiket el kell választani és tisztítani a vegyi piac számára.

- *Benzol:* Európában a benzol 55%-a pirobenzinből, 20%-a reformátumból, néhány százaléka kőszénkátrányból, a többi más aromások kémiai átalakításából származik. Európában 57 termelő egység van, összkapacitásuk 8100 kt/év.
- *Toluol:* Európában a pirobenzin és a reformátum fele-fele arányban részesülnek a toluol termelésből. 28 termelő egység összkapacitása 2760 kt/év.
- *Xilolok:* A xilolok fő forrása a reformátum. A xilol termelés elsősorban a para-xilolra vonatkozik, de a legtöbb termelő kinyeri az orto- és a meta-xilolt is. Európában 11 termelő egység van, összkapacitásuk 1850 kt/év.

A termelő eljárások kiválasztása stratégiai döntés, függ a kiindulási anyagok hozzáférhetőségétől, árától és az aromás termékek iránti igénytől. A kiindulási anyagok és a kívánt termékek olyan sok variációja lehetséges, hogy szinte mindegyik üzem konfigurációja egyedi. Mindazonáltal az aromások előállítása petrokémiai nyersanyagokból néhány

egymással szorosan kapcsolódó és integrált eljárást használ, amik lehetővé teszik a következőket:

- Az aromások elválasztását a nem-aromásoktól, a tiszta termékek kinyerését kifinomult fizikai elválasztási folyamatokkal (azeotróp desztilláció, extraktív desztilláció, folyadék-folyadék extrakció, hűtve kristályosítás, adszorpció, komplexképzés  $\text{BF}_3/\text{HF}$ -al. A leggyakrabban használt módszerek az oldószeres extrakció, ezt követő desztilláció.
- A hasznosabb termékek előállítására szolgáló kémiai eljárások a következők:
  - toluol hidrodealkilezése benzollá (THD vagy HDA)
  - toluol diszproporcionálásával benzol és xilolok előállítása (TDP)
  - xilolok és/vagy meta-xilol izomerizációja para-xilollá
  - toluol alkilezése para-xilollá vagy p-metil-etil-benzollá

Az aromás termelő egységek lehetnek finomítóban vagy petrokémiai komplexekben, a folyamat integráció lehetővé teszi az infrastruktúra, a melléktermék kezelés, más közös eszközök, mint a fáklya vagy a szennyvízkezelő közös használatát. A legtöbb aromás technológiát nemzetközi technológiafejlesztő cégek tervezik és építik. Több mint 70 folyamat licenc és 20 licencadó létezik, mindegyik más kiindulási anyagra és folyamat jellemzővel, a helyi igények kielégítésére.

Felhasználás/emisszió: Az energia fogyasztás a betáplálás aromás tartalmától, a hőintegráció mértékétől és a technológiától függ. Az aromás termelő folyamatok lehetnek exotermek (pl. hidrodealkilezés, hidrogénezés) vagy energia igényesek (pl. desztilláció), így sok lehetőség adódik a hővisszanyerés és hasznosítás megvalósítására.

Az aromás üzemek emissziója főleg az elválasztási folyamatokban használt szolgáltatásokból (hő, energia, gőz, hűtővíz) származik. Az eljárások kialakítása nem ad lehetőséget általában a légkörbe történő kibocsátásra, a főfolyamatból csekély az emisszió, ami a szennyezések eltávolításából eredhet, vagy vele járó szennyező áramokból, amik feldolgozásnál vagy a berendezések működtetésénél keletkezhetnek.

BAT: Nem lehetséges a BAT eljárás meghatározása, mivel a kiválasztás nagymértékben függ a kiindulási anyagtól és a kívánt terméktől.

Légszennyezések: A BAT a következők megfelelő kiválasztásából vagy kombinációjából adódik:

- az aromás üzem és környezete optimális energia integrációja
- új kemencékre ultra kis  $\text{NO}_x$  égők alkalmazása, vagy nagyobb kemencékre katalitikus DENOX egységek. Létező kemencékre az alkalmazás az üzemtervezéstől, mérettől és elhelyezkedéstől függ.
- a rutin folyamat, hogy a szelepek és biztonsági szelepek lefűvésait a gázhasznosító rendszerbe vagy a fáklyára kell vezetni
- zárt mintavevő körök alkalmazása, hogy a mintavevő személy érintettségét és a mintavételi öblítéskor az emissziót minimalizáljuk
- 'hő-lezáró' szabályzók alkalmazása, a hőbevitel megállítására, az üzem gyors és biztonságos leállítására, üzemzavar esetére

- zárt csővezeték használata szénhidrogének elvezetésére a karbantartandó készülékekből, különösen akkor, ha azok benzol tartalma >1%, vagy összaromás tartalma >25%
- azokban a rendszerekben, ahol az áramok benzol tartalma >1%, vagy az összaromás tartalom >25%, zárt szivattyúkat, gázöblítésű tömítéseket vagy dupla mechanikus tömítéseket vagy mágneses meghajtású szivattyúkat kell alkalmazni
- kiemelkedő szelepszáraknál felszerelendő öblíthető vagy zárt szelepház, különleges tömítő anyagokat (szén-szál erősítésű) kell használni, ha véletlenszerű emisszió érintettséget okozhat
- a kompresszorokat dupla mechanikus tömítéssel kell felszerelni, vagy folyamattal összeférhető folyadékkal működő zárat, vagy gáz zárat kell használni, vagy tömítés nélküli változatot használni
- a hidrogénezés lefúvatott gázait hővisszanyerő kemencében kell elégetni
- az aromások tárolására nagy volumenben [EC DGXI, 1990#16] szerinti, dupla zárású úszó tetejű tartályokat (ez nem alkalmas veszélyes aromásokra, mint a benzol), vagy fix tetejű, belső úszófedelelet tartalmazó, jól tömített tartályokat, vagy fix tetejű, gőzterében csatlakozással, gőz visszanyeréssel vagy egyedi szelepnél abszorpcióval ellátott tartályokat kell használni
- az aromások lefejtésére vagy feltöltésére zárt szelep rendszereket kell használni, amik fenék töltést tesznek lehetővé és az eltávozó gőzöket visszanyerőbe, égőbe vagy fáklyára vezetik.

*Víz kibocsátás:* A BAT a következő technikák megfelelő kiválasztása illetve kombinációja:

- minimalizálni a szennyvízképződést és maximalizálni a víz újrafelhasználást
- szénhidrogének visszanyerését (például gőzös sztrippeléssel) és visszavezetését megoldani, felhasználni, mint alap vagy fűtő anyagokat, az olajos fázis leválasztása után a vizes fázist biológiailag kezelni.

*Hulladékok:* A BAT a következő technikák megfelelő kiválasztása illetve kombinációja:

- a kimerült katalizátorok nemesfém tartalmának visszanyerése és újrahasználata, a hordozó deponálása
- az olajos iszapok megsemmisítése hővisszanyeréssel
- a használt agyag adszorbensek deponálása vagy megsemmisítése.

### **2.3 Bemutató eljárás: Etilénoxid/etilénglikol (Fejezet 9 az eredeti dokumentumban)**

Általános információ: az etilénoxid (EO) kulcsintermedier több fontos termék előállításánál. A fő felhasználás az etilén glikolok (EG) előállítása, de fontosak még az etoxilátok, glikol-éterek és etanolaminok is.

A teljes EU gyártási kapacitás etilénoxidra 2500 kt/év körül van, és 14 gyártóüzemben koncentrálódik. Ennek az EO-nak kb. 40%-át glikolokká alakítják (globálisan ez kb. 70%). Az európai üzemek tipikusan az EO és az EG integrált előállítására vannak berendezkedve. Az EO-ot és a MEG-t (mono-etilén-glikol) kémiai specifikációk alapján értékesítik elsősorban, nem a felhasználási mutatók szerint, ezért a verseny túlnyomórészt az árakban van.

Az EO mérgező és karcinogén az emberre. Az EO gyúlékony, levegő nélkül is bomolhat robbanásszerűen. Az etilén-glikolok stabil, nem-korrózív folyadékok, enyhe szem irritációt okoznak, ismételt érintkezésre bőr irritációt váltanak ki.

*Alkalmazott eljárások:* Az etilénoxidot etilénből és oxigénből (levegő) állítják elő gázfázisú reakcióban ezüst katalizátorral. A katalizátor nem 100%-os szelektivitású, az etilén egy része CO<sub>2</sub>-dá és vízzé alakul. Az EO reaktorokban fejlődött hőt gőz fejlesztésére és így fűtési célokra használják az üzemben. Az EO-ot a reaktorból kilépő gáz termékelegyből vizes abszorpcióval nyerik ki, majd egy sztripperben betöményítik. Az oxigénes eljárásban a recirkuláltatott gáz egy részét az EO abszorberből egy kolonnára viszik, amiben a széndioxidot abszorpcióval távolítják el (forró káliumkarbonát oldattal), a karbonát oldatból sztrippeléssel újízik ki.

Az etilén-glikolokat EO és víz emelt hőmérsékletű (150-250°C) reakciójában állítják elő. A fő termék a mono-etilén-glikol (MEG), de értékes melléktermékek a di-etilén-glikol (DEG) és a tri-etilén-glikol (TEG) is. A MEG-t elsősorban poliészter szálak és polietilén-tereftalát (PET) előállítására használják.

*Fogyasztás/emissziók:* Az EO katalizátorok szelektivitása jelentős hatással van a nyersanyag és energiafogyasztásra, a gáz és folyadék kibocsátásokra, melléktermékekre és hulladékokra. Az EO/EG eljárások főbb kibocsátási áramai a következők:

- a CO<sub>2</sub> lefúvatás teszi lehetővé a reaktorban keletkezett széndioxidtól való megszabadulást, ebben etilén és metán nyomok vannak. Ezt vagy kinyerik vagy termikusan/katalitikusan oxidálják
- Az **inert** lefúvatás szolgál arra, hogy az etilénben és az oxigén betáplálásban lévő inert gázoktól megszabaduljanak. A lefúvott gázok szénhidrogéneket tartalmaznak, és általában tüzelésre használják őket
- a nehéz glikolok mellékterméket gyakran el lehet adni továbbfelhasználóknak
- a víz leeresztés a kombinált EO/EG üzem teljes szennyvize, biológiai tisztítóba viszik, ahol elbontják a kis mennyiségű szénhidrogén (többnyire glikol) tartalmát
- a szilárd hulladékok fő forrása a kimerült EO katalizátor (amit időszakonként kicserélnék az aktivitás és a szelektivitás csökkenése miatt). A kimerült katalizátort külső partnerhez küldik, amelyik kinyeri az ezüstöt és deponálja a hordozót.

#### BAT:

A folyamat: a BAT etilénoxidra az etilén direkt oxidációja tiszta oxigénnel (a kisebb etilén fogyasztás és a kisebb véggáz termelés miatt). A BAT folyamat etilén-glikolra az etilénoxid hidrolízisén alapul (olyan reakció körülményekkel amik a kívánt glikol képződését elősegítik és minimális energiafogyasztással járnak).

*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 CO<sub>2</sub> lefúvatásra a visszanyerés és a CO<sub>2</sub> termékként való értékesítése. Ahol ez nem lehetséges, ott a BAT a CO<sub>2</sub>, a metán és etilén emissziók minimalizálását jelenti hatékonyabb oxidáló katalizátor alkalmazásával, a metán és etilén szintek CO<sub>2</sub> sztrippelés előtti csökkentésével és/vagy a CO<sub>2</sub> bevezetését termikus vagy katalitikus oxidáló egységbe.

A BAT az inert lefúvatásra a bevezetés a tüzelő rendszerbe vagy a fáklyára (általában az EO emissziós értékeket < 1mg EO/Nm<sup>3</sup> értékre csökkentik, órás átlag) Ha az EO reakciót

levegővel végzik, nem tiszta oxigénnel, akkor a BAT szerint az inert gázokat egy második oxidációs reaktorba vezetik, hogy a maradék etilén többségét EO-dá alakítsák.

BAT az EO-ot tartalmazó lefűvatott gázokra:

- vizes mosás  $< 5\text{mg EO/Nm}^3$  (órás átlag) és kibocsátás a levegőbe (kis metán és etilén tartalmú gázoknál)
- vizes mosás és visszavezetés a folyamatba (olyan gázokra, amelyek több metánt és etilént tartalmaznak)
- minimalizálási technikák (nyomás kiegyenlítés és gőz visszavezetés a tárolás és töltés során).

*Vizes kibocsátás:* a vizes kibocsátások csökkentésére a BAT a részáramok koncentrációja, egy nehéz szerves áram képzésével (eladásra vagy megsemmisítésre), a maradék elmenő lé bevezetése biológiai tisztítóba. A BAT alkalmazásával elérhető, hogy a kibocsátási szint 10-15 g TOC/t EO legyen a reaktorból kijövő EO-ra számolva.

*Melléktermékek és hulladékok:*

- a BAT a nehéz glikolokra a képződésük minimalizálása a folyamatban, vagy értékesítésük maximalizálása, hogy a lehető legkisebb legyen a deponálási vagy megsemmisítési igény.
- A BAT a kimerült EO katalizátorra a katalizátor élettartamának optimalizálása, az ezüst tartalom visszanyerése a megfelelő deponálás előtt.

## **2.4 Bemutató eljárás: Formaldehid (Fejezet 10 az eredeti dokumentumban)**

*Általános információ:* A formaldehidet számos termék (pl. gyanták, festékek) előállításánál használják, vagy mint a formaldehid 100%-os polimerjeit vagy mint reakcióterméket más vegyületekkel együtt. A teljes európai termelési kapacitás 3100 kt/év, ezt 68 üzem 13 tagállamban képviseli. A formaldehid mérgező, nagy koncentrációban feltételezetten karcinogén, de mivel erősen irritáló, ezért az ember érintettségét ez magától korlátozza. A kialakított szigorú üzemi működési gyakorlat szintén korlátozza a munkások esetleges érintettségét.

*Alkalmazott folyamatok:* A formaldehidet metanolból állítják elő, katalitikus oxidációval, levegő hiány (ezüst folyamat), vagy levegő felesleg (oxid folyamat) mellett. Az 'ezüst' folyamatok megkülönböztethetőek még aszerint, hogy teljes vagy részleges metanol konverzióval dolgoznak. Mindkét folyamat változatnak vannak előnyei és hátrányai, az európai formaldehid kapacitás körülbelül egyenlő arányban oszlik meg a két változat között.

*Fogyasztás/emisszió:* az elektromosság és a gőz a két fő szolgáltatás, fogyasztásuk közvetlenül függ a folyamat szelektivitásától. A folyamat szelektivitása a szénben mérhető veszteség (mint CO és CO<sub>2</sub>) függvénye. Minél kisebb a szén veszteség, annál jobb a szelektivitás. Mivel a szén teljes oxidációja nagyon exoterm (összehasonlítva a formaldehidhez vezető reakcióval), így a nagy szén veszteség több gőz termeléssel jár. A rossz katalizátor nagy mennyiségű gőzt termel, viszont lerontja a metanol fogyasztást.

*Légnemű kibocsátás:* mind az 'ezüst' mind az 'oxid' folyamat esetében a formaldehid abszorpciós kolonnából kilépő gáz az egyetlen folyamatos hulladék gáz áram. A fő szennyezők a formaldehid, a metanol, CO és dimetil-éter. További kibocsátásokat a tárolás és a tömítetlenségek okozhatnak.

*Vizes kibocsátások:* Rutin üzemelési körülmények között sem az 'ezüst' sem az 'oxid' folyamat nem termel jelentősebb folyadék hulladék áramot. Alkalmi kibocsátásokat fel lehet dolgozni, a folyamatba visszavezetve a formaldehid hígítására.

*Hulladékok:* normál működési körülmények között kis mennyiségű szilárd hulladék keletkezik, de a kimerült katalizátor, para-formaldehid kiválások és használt szűrők időnként megjelennek.

*BAT:* A BAT termelési vonal lehet mind az 'ezüst' mind az 'oxid' folyamat. A folyamat kiválasztás a következő tényezőkön múlik: a metanol szükséglet és ár, üzem kapacitás, üzem elhelyezkedése, elektromos áram felhasználás, gőztermelés, katalizátor ára és élettartama. A BAT szerint optimalizálni kell az energia mérleget a környező üzemi helyekkel.

*Légnemű kibocsátások:*

- a BAT szerint az adszorberből, tároló és töltő rendszerekből a lefűvást vissza kell nyerni (kondenzációval, vizes mosással) vagy helyi illetve központi égetőben kezelni kell, hogy biztosítsák  $< 5 \text{ mg/Nm}^3$  formaldehid emissziót (napi átlag)
- a kilépő gázok abszorberére a BAT az 'ezüst' folyamatban az energia visszanyerés gázmotorban, vagy termikus oxidáció az emisszió csökkentésére a következő értékekre:
  - szénmonoxid  $50 \text{ mg/Nm}^3$  mint napi átlag (0,1 kg/t formaldehid 100%-os)
  - nitrogén oxidok (mint  $\text{NO}_2$ )  $150 \text{ mg/Nm}^3$  mint napi átlag (0,3 kg/t formaldehid 100%- os)
- a BAT az 'oxid' folyamat kilépő gázára a katalitikus oxidáció a következő emissziós értékek elérésére:
  - szénmonoxid  $< 20 \text{ mg/Nm}^3$  mint napi átlag (0,05 kg/t formaldehid 100%-os)
  - nitrogénoxidok (mint  $\text{NO}_2$ )  $< 10 \text{ mg/Nm}^3$  mint napi átlag
- a BAT a metanol tároló tartályok tervezésénél tartalmazza a kifűjt áramok csökkentését úgy, hogy töltés és ürítés közben visszavezetést alkalmaznak
- a BAT a metanol és formaldehid tárolók lefűjásánál termikus vagy katalitikus oxidáció, adszorpció aktív szénen, adszorpció vízben, visszavezetés a folyamatba és csatlakozás a légbefűvő szívóoldalára.

A BAT a szennyvízre az újra felhasználás maximalizálása, azáltal, hogy hígító víznek használják a termék formaldehid oldathoz, amennyiben az újra használat nem lehetséges, akkor biológiai kezelés.

A BAT a katalizátor maradványra egyrészt a katalizátor élettartamának maximalizálása a reakció körülmények optimalizálásával, ezentúl a kimerült katalizátor fémtartalmának visszanyerése.

A BAT a para-formaldehid kiválásokra az, hogy a képződését akadályozzák meg a folyamat berendezéseiben, úgy, hogy optimalizálják a fűtést, szigetelést és cirkulációt, amennyiben elkerülhetetlen, akkor gondoskodnak az újra felhasználásról.



## 2.5 Bemutató folyamat: **Akrilnitril (Fejezet 11 az eredeti dokumentumban)**

Általános információ: Az akrilnitril monomerként használt intermedier, világszerte számos alkalmazása van. Az európai akrilnitril többségét akril-szálak előállítására használják, a második legfontosabb alkalmazás akrilsavként történik. Az EU-ban hét üzem működik, ezek összkapacitása 1165 kt/év.

Alkalmazott folyamat: A BP/SOHIO folyamat szerint állítják elő a világtermelés 95%-át, ezt használják Európában is. A folyamat a propilén gőzfázisú exoterm ammoxidációja feleslegben vett ammóniával, levegővel, fluid katalizátoros reaktorban. A számos mellékreakció lejátszódása mellett három főbb termék van:

- hidrogéncianid, ezt helyben átalakíthatják, eladhatják (ha van felhasználó), megsemmisítik, vagy ezek kombinációját alkalmazzák
- acetonitril, amit tisztítást követően értékesítenek, vagy megsemmisítenek
- ammóniumszulfát, amit termékként műtrágyában használnak, vagy a helyszínen megsemmisítenek.

A nyersanyag és energiafogyasztást az akrilnitril eljárásban a katalizátor kiválasztása, a termelés volumene és a kinyerő üzem konfigurációja befolyásolják. Propilén és ammónia a főbb nyersanyagok, de a katalizátor 'utántöltés' is jelentős fogyasztó.

A propilén ammoxidációja erősen exoterm reakció. Az akrilnitril üzemek általában nettó energia kibocsátók, mivel a reakció hőt nagy nyomású gőz előállítására használják, amivel légkompresszorokat hajtanak, és energiát szolgáltatnak a feldolgozó tisztító egységeknek. Az energia kibocsátás 340-5700 MJ/t akrilnitril emiatt az egész üzemre kiterjedő energia menedzsment kulcskérdés.

A reakciólépésben víz keletkezik, így a folyamatból a víz elvétele kritikus része az üzem tervezésének. Több eltérő technika van, ezek közül a leggyakrabban használt szerint a kulcslépés a szennyezők koncentrációja a vízben, bepárlást alkalmazva. A koncentrált szennyező áramot elégethetik vagy visszavihetik a folyamat más részébe, hogy az eladható anyagok mennyiségét maximalizálják (mielőtt elégetik a szennyező áramot). A 'tisztá' vizet, amit a betöményítésnél kapnak, általában biológiai tisztításra viszik.

A reakció elmenő gázai nem-kondenzálható anyagokat (nitrogén, oxigén, szénmonoxid, széndioxid, propilén, propán), vízgőzt és szerves szennyező nyomokat tartalmaznak. Termikus vagy katalitikus oxidációval lehet kezelni ezt az áramot.

Az akrilnitril üzemhez általában a maradékok megsemmisítésére szolgáló egység is tartozik, amiben a hidrogéncianidot is el lehet égetni. A kimenő gázok mennyisége és összetétele függ a külső eszközöktől és a hidrogéncianid fogyasztóktól. Emiatt nincs speciális kezelés a kimenő gázokra (kivéve a hővisszanyerést).

Az akrilnitril és a hidrogéncianid veszélyes volta miatt a tárolásuknál követendő biztonságtechnika nagyon fontos.

BAT: A BAT a propilén ammoxidációja és az akrilnitril ezt követő kinyerése. BAT lehet a három főbb melléktermék kinyerése (HCN, acetonitril, ammóniumszulfát), függően a helyi körülményektől, de visszaforgatásra és megsemmisítésre szolgáló berendezésekre minden esetben szükség van.

Az adszorber kilépő gázára a BAT a térfogat csökkentése a katalizátor hatékonyságának növelésével, a reakció és működési körülmények optimalizálásával. BAT a szerves anyagok bontása (a cél akrilnitril koncentráció  $< 0.5 \text{ mg/Nm}^3$ , órás átlag) egy erre a célra szolgáló termikus vagy katalitikus oxidálóban, vagy egy közös megsemmisítőben vagy kazánban. Minden esetben BAT a hővisszanyerés (általában gőztermeléssel).

A BAT a különböző kibocsátásokra a kezelés, vagy az adszorber véggáz kezelő rendszerben, vagy fáklyában, vagy a szerves anyagok teljes elbontása. Más kibocsátásokat mosással tisztítanak (cél akrilnitril koncentráció  $< 5 \text{ mg/Nm}^3$ , órás átlag), hogy recirkuláltassák a visszanyerhető anyagokat.

A szennyezett vizes áramok tartalmazzák a quench szekció (ammóniumsulfát tartalmú), a sztrippelő fenékáramait és más nem-folytonos áramokat. BAT az ammóniumsulfát kristályosítása műtrágyaként való értékesítésre.

BAT a vizes áramokra az előkezelés, desztillációval a könnyű szénhidrogén tartalom csökkentésére, koncentrálni vagy elválasztani a nehezebb szénhidrogéneket, abból a célból, hogy csökkentsék a végső kezelés terhelését. BAT a visszanyert szénhidrogénekre a további kezelés, hogy a hasznos komponenseket kinyerjék az energiatermelő elégetés előtt.

A BAT a vizes szennyező áramokra célzott vagy központi, vagy külső szennyvízkezelés, biológiai tisztítást is beleértve, a szerves szennyezők lebonthatósága miatt. A BAT-al kapcsolatos kibocsátási szint  $0.4 \text{ kg}$  teljes szerves szén TOC /t akrilnitril.

## **2.6 Bemutató folyamat: EDC/VCM (Fejezet 9, 12. az eredeti dokumentumban) [etilén-diklorid, vinilklorid]**

*Általános információ:* Az EDC (1,2-etilén-diklorid) főleg a VCM (vinil-klorid monomer) előállítására használatos, ugyanakkor a vinilkloridot szinte kizárólag a PVC (polivinilklorid) előállítására használják. Az EDC/VCM folyamatot gyakran összekapcsolják a klór előállításával, amiatt, hogy a klór szállítása problematikus, továbbá, hogy az EDC/VCM/PVC lánc a legnagyobb klór fogyasztó. Az EU-ban 30 EDC/VCM gyártó hely van, teljes VCM kapacitásuk  $5610 \text{ kt/év}$ .

*Alkalmazott folyamat:* Az etilén alapú folyamatban az EDC-t etilén klórozásával (nagy vagy kis hőmérsékletű direkt klórozás), vagy az etilén HCl-al és oxigénnel történő reakciójában (oxiklórozás) állítják elő. A nyers EDC-t mossák, szárítják és tisztítják, az elmenő gázokat katalitikus vagy termikus oxidációval kezelve. A tiszta, száraz EDC-t termikusan krakkolják krakk-kemencékben vinilklorid és sósav képződése mellett, a VCM-t desztillációval tisztítják a sósav és a reagálatlan EDC eltávolítására.

Ha az EDC krakkolásánál keletkező összes sósavat az oxiklórozó egységben újra használják, és sem EDC-t sem sósavat nem vezetnek ki illetve be a rendszerből ill. -be, abban az esetben 'kiegyensúlyozottnak' nevezik az üzemet. Amennyiben direkt klórozást és oxiklórozást is használnak az EDC előállítására, a kiegyensúlyozott üzemek magas szintű melléktermék hasznosítással dolgoznak. Lehetőség van az energia visszanyerésre és ismételt felhasználásra a nagy mértékben exoterm reakciók (direkt klórozás és oxiklórozás) és az energia fogyasztók (EDC krakkolás, EDC és VCM elválasztás) kombinálásával.

*Fogyasztás/kibocsátások:* A főbb nyersanyagok az etilén, klór, oxigén (levegő) és a folyamat konfigurációtól függően az energia.

A VCM, mint karcinogén, a leginkább elkerülendő légszennyező, de olyan anyagok, mint az EDC és más klórozott szénhidrogének (pl. széntetraklorid) is lehetséges szennyezők.

A fő vízszennyezők az illékony és a nem-illékony klórozott szerves anyagok (pl. EDC), más szerves vegyületek és a réz katalizátor.

Az EDC desztilláció folyadék állapotú maradékot termel, ami nehezebb klórozott gyűrűs és aromás vegyületeket tartalmaz, dioxinnal rokon anyagokat (elsősorban a rokon okta-klór-dibenzofuránt az oxiklórozásból), továbbá szuszpendált vas sókat a katalizátorból és könnyebb C<sub>1</sub> és C<sub>2</sub> klórozott szénhidrogéneket.

A főbb szilárd hulladékok a kimerült oxiklórozó katalizátor, a direkt klórozás maradékai, a kokszt a termikus krakkolásból és a kimerült mészt (amit egyes üzemekben a VCM semlegesítésére használnak).

BAT: a folyamat kiválasztás nyomán BAT a következő:

- az EDC/VCM előállítására a BAT az etilén klórozása
- az etilén klórozására BAT a direkt klórozás és az oxiklórozás
- a direkt klórozásra lehet BAT a kis és a nagy hőmérsékletű klórozás is
- az etilén oxiklórozására többféle oxidálószer (oxigén a BAT az új üzemekre és lehet a meglévő levegős üzemekre is) és reaktor típus (fix és fluid ágyas is lehet BAT)
- a folyamat mérleg optimalizálása (EDC/HCl források és nyelők) a folyamat áramok lehető legnagyobb mértékű visszaforgatása és teljes kiegyensúlyozása mellett.

Légszennyezők: a BAT a főbb kibocsátásokra:

- az etilén, EDC, VCM és más klórozott szerves vegyületek kinyerése direkt visszavezetéssel, kifagyasztással/kondenzációval, oldószeres abszorpcióval, vagy szilárd adszorbensekkel
- termikus vagy katalitikus oxidációval a kilépő gázban a következő koncentrációk biztosítása: EDC+VCM < 1mg/Nm<sup>3</sup>, dioxin < 0,1 ng iTEQ/Nm<sup>3</sup>, HCl < 10 mg/Nm<sup>3</sup>
- energia és sósav kinyerése a klórozott szerves vegyületek elégetéséből
- a kémény emissziók folyamatos, on-line ellenőrzése oxigén, szénmonoxid tartalomra, periodikus elemzés etilénre, VCM, EDC, klór, sósav és dioxin tartalomra.

A BAT a tömítetlenségekből származó emisszióra olyan technikák használata, amelyekkel < 5kg/h illékony klórozott szénhidrogén kibocsátás, az EDC-ből a munkahelyen < 2ppm, VCM-ből < 1ppm érhető el.

Víz szennyezők: a BAT a kibocsátás előkezelésére:

- gőzös vagy forró levegős sztrippelés a klórozott szerves vegyületekre, < 1mg/l koncentráció eléréséig, a lefűjt gázok kondenzációjával, visszanyeréssel vagy megsemmisítéssel
- a kissé vagy egyáltalán nem-illékony klórozott szerves anyagok flokkulálása, üleptése és szűrése, miután szemcsés anyagon felfogták ezeket
- a réz lúgos lecsapása, üleptése vagy elektrolízise < 1 mg/l koncentrációig.

A BAT a kibocsátás végső kezelésére a biológiai tisztítás annak elérésére, hogy a következők teljesüljenek: összes klórozott szénhidrogén 1mg/l, összes réz 1 mg/l, COD 125 mg/l (50-100 kétszeres nitrifikáció-denitrifikáció után), dioxinok 0,1 ng iTEQ/l, hexaklórbenzol+pentaklórbenzol 1 µg/l, hexaklórbutadién 1 µg/l.

A melléktermékekre (maradékokra) a BAT: keletkezésük minimalizálása a katalizátor és az üzemeltetési paraméterek kiválasztásával, továbbá a melléktermékek újra használatának maximalizálásával.

A BAT a hulladékokra a minimalizálásuk és visszaforgatásuk a folyamatba. A BAT a szennyvíz iszap és az EDC krakkolás kokszának a kezelésére a megsemmisítés erre célra szolgáló vagy többcélú veszélyes hulladék égetőben.

## **2.7 Bemutató folyamat: Toluol-diizocianát (Fejezet 10., 13. az eredeti dokumentumban)**

Általános információ: Az izocianátok, különösen a toluol-diizocianát (TDI) a poliuretánok előállításában fontosak (pl. rugalmas habok, bútorkészítésre szolgáló műanyagok, festékek, autóalkatrészek, fogyasztási cikkek). 1991-ben a világ TDI kapacitása 940 kt/év volt. Az európai kapacitás 540 kt/év, az üzemek Belgiumban, Franciaországban, Németországban és Olaszországban vannak.

Alkalmazott folyamat: A folyamat lépései a TDI előállításban a toluol nitrálása, a dinitrotoluolok(DNT) hidrogénezése, a toluoldiaminok (TDA) foszgéneezése oldatban. A foszgéneezés reakció körülményeinek megválasztása fontos, mert az izocianát csoport reakcióképes és mellékreakciók mehetnek végbe.

Fogyasztások/emissziók: a kiindulási anyagok a toluol és a nitráló sav (DNT intermediér előállítására, hidrogén (a DNT hidrogénezésére TDA-ná) és foszgén (a TDA foszgéneezésére TDI-tá). Az oldószereket és a katalizátorokat újra használják. A fő légszennyezők a szerves vegyületek (pl. toluol, TDA, oldószerek) az NO<sub>x</sub> és a sósav. A fő vízszennyezők a szerves vegyületek (nitroaromások) és a szulfátok. A hidrogénező lépés desztillációs maradékot és kimerült katalizátort eredményez. A foszgéneezés desztillációs maradékot, szennyezett oldószereket és aktív szenet termel, amit megsemmisítenek.

BAT: a BAT folyamat felépítése a foszgéneezésen alapul.

A BAT a fogyasztásra és újra használatra:

- a sósav és a kénsav újra használatának optimalizálása (DNT előállítás)
- az exoterm reakciókban és a véggáz elégetésénél termelődő energia felhasználás optimalizálása (anélkül, hogy a hozamot csökkentenék).

A BAT a hulladék gázokra a kezelésük mosóban (különösen a foszgén, a sósav és az illékony szerves anyagok eltávolítására), vagy a szerves anyagok és a nitrogénoxidok termikus megsemmisítése. A szerves anyagok kis koncentrációban kezelhetők más módszerekkel, mint például aktív szénrel. A nitrogénoxidok kiküszöbölhetőek részleges oxidáció esetén. A BAT lehet az alkalmas módszerek kombinációja is. Az említett technikákkal elérendő emissziós értékek (órás átlagok): < 0,5 mg/m<sup>3</sup> foszgén, < 10mg/m<sup>3</sup> sósav, illetve a megsemmisítésre < 20 mg össz szén/m<sup>3</sup>.

A BAT a nitrálás szennyvizére:

- a szennyvíz és nitrit/nitrát emisszió csökkentése a DNT folyamat optimalizálásával (szennyvíz térfogat < 1 m<sup>3</sup>/t)
- a folyamatban használt víz újra használatának maximalizálása
- a szerves anyag terhelés csökkentésére a nitroaromás vegyületek eltávolítása (DNT, nitrokrezolok) (< 1 kg TOC/t DNT), hogy biztosítsák a biológiai lebonthatóságot (>80%os hatás a Zahn-Wellens teszttel)

- megsemmisítés (a szennyvíz előkezelés és a biológiai tisztítás helyett)

A hidrogénezés szennyvizére a BAT:

- a nitroaromás vegyületek eltávolítása sztrippeléssel, desztillációval és/vagy extrakcióval
- az előkezelt víz újra használata, ezzel a szennyvíz mennyisége  $< 1 \text{ m}^3/\text{t DAT}$
- megsemmisítés (szennyvíz előkezelés és biológiai tisztítás helyett)

A BAT a foszgézés szennyvizére:

- a folyamat optimalizálása, hogy TOC terhelés  $< 0,5 \text{ kg/t TDI}$  legyen a biológiai tisztítás előtt.

A BAT az üzembiztonságra a foszgézési folyamat legveszélyesebb elemeinek részleges behatárolása vagy csökkentési intézkedések (pl. gőz vagy ammónia függöny) véletlen foszgén kiáramlás esetére.

A BREF **Összefoglaló megjegyzések (Fejezet 11., 14 az eredeti dokumentumban)** szerint az NVSV információ csere általában nagyon sikeres volt. A konszenzus magas szintjére jutottak, nincsenek eltérő nézetek a dokumentumban. Az ipari résztvevők és a tagállamok részvétele komoly volt és sok információt bocsátottak rendelkezésre. Mivel az NVSV folyamatok nagyon szerteágazóak, ezért a BREF nem vizsgálja részletesen az egész NVSV ágazatot, de jó első közelítést ad a BAT definíciójára általánosan és a kiválasztott bemutató folyamatokat tekintve is.

A kulcs időpontok az információ cserében az 1997-es Paris Workshop, a TWG indító találkozó 1999 áprilisban, a második TWG találkozó 2001 májusban. A BREF összeállítása a tervezettnél hosszabb ideig tartott, mivel a TWG tagok késedelmesen készítették el az adatközléseket és a részjelentéseket. Az első változat 2000. júliusban készült el, erre kb. 800 megjegyzés érkezett, mind elektronikus úton. Ez lehetővé tette a megjegyzések könnyű kezelését és az EIPPCB határozatok meghozását, átláthatóvá tette a megjegyzések beépítési folyamatát. A BREF második változata 2000. decemberben készült el és 700 megjegyzést kapott.

A leginkább vitatott pont a levegő és vízszennyezőkre vonatkozó általános BAT volt, mivel ennek rugalmasnak kell lenni, hogy lefedje az összes NVSV folyamatot, viszont elég specifikusnak kell lenni, hogy leírható formába lehessen hozni. Rontotta a dokumentumot, hogy hiányoztak az emissziós és a fogyasztási adatok, valamint a horizontális BREF (kiemelendően a BREF a szennyvíz és véggáz menedzsment és kezelés a kémiai iparban című).

Több mint 150 tételt nyújtottak be az információ csere keretében, jó volt az információ csere a NVSV iparvállalatai között. A bemutató folyamatok fejezetei a CEFIC által készített jelentésekből származnak, mivel ők jelentős erőfeszítéseket tettek a folyamatokról készülő jelentések összehangolására. További jelentős hozzájárulások érkeztek a következő országokból: Ausztria, Finnország, Németország, Olaszország, Hollandia, Svédország és Nagybritannia.

Több mint 140 dokumentumot helyeztek az EIPPCB honlapra a második TWG ülés után, ezeket több mint ezer alkalommal olvasták. Ez jelzi a TWG aktivitását, amit javított az elektronikus fórum.

Az NVSV ágazat jól kialakult folyamatokkal dolgozik, ezért a **Új Technikák (Fejezet 12., 15. az eredeti dokumentumban)** nem jelez azonnali technológia váltásokat. Nem tűnik

szükségesnek a BREF revíziója, de ezt újra kell gondolni a BREF használatának függvényében (különösen az általános BAT fejezetre). Számos területre vonatkozóan ajánlott az információ csere a jövőben:

- bemutató folyamatok-elsődleges figyelmet kell fordítani a 2-etil-hexanol, a fenol, adipinsav előállításra és az olyan NVSV-re, mint etilbenzol, sztírol, propilénoxid. Ajánlatos a TDI folyamat áttekintése is és megfontolandó a bemutató folyamatok kiválasztásának módszere.
- Kapcsolódás más BREF-hez-a NVSV BREF revíziója hiányok és átfedések felderítésére, amennyiben a horizontális és a kémiai iparra vonatkozó BREF-ek rendelkezésre állnak.
- Teljes Kibocsátás Becslés-nagyobb haszna lehet a NVSV szennyvizeire.
- Emissziók/fogyasztási adatok-több kvantitatívadat gyűjtése és környezeti teljesítmény értékelési metodológiák kidolgozása.
- Költség adatok-több költség adat gyűjtése és szabványos költség átszámítási módszerek kidolgozása.
- Más szennyezők/problémák- több információ beszerzése a rezgés, a zaj, üzemleállítás és baleset megelőzés területéről.
- Kémiai stratégia- áttekinteni, hogy a BREF miként viszonyul az EU kémiai veszély csökkentési stratégiájához.
- Bemutató folyamatok dokumentációjának leválasztása- annak megfontolása, hogy a BREF jobb lenne felosztva általános dokumentumra és bemutató folyamatok dokumentumaira.
- A légszennyezők osztályozó rendszere- a Környezeti Igazgatóság (CEC) felé ajánlották, hogy fontolja meg a légszennyezők szabványos európai osztályozási rendszerének szükségességét és létrehozását.
- Bemutató folyamatok szélesebb köre- megfontolandó, hogy a szűk folyamat leírások és az általános BAT kiegészüljenek, hogy a nem-bemutatott folyamatokról több információ legyen.
- Biotechnológia- ez olyan terület, ami további K+F erőfeszítéseket igényel.
- A kiszökő veszteségek javításánál az eresztési határértékek- a CEFIC és Hollandia által képviselt nézetek közelebb hozása.

## 3 ELŐSZÓ

### 3.1 A dokumentum állapota

Amennyiben másként nem rendelkeznek, az ebben a dokumentumban található „Utasítás” a Tanács 96/61/EC számú utasítása az integrált szennyezés megelőzéséről és ellenőrzéséről.

Ez a dokumentum egy sorozat részét képezi, amelyek az EU tagállamok és az iparvállalatok információcseréjének eredményeit tartalmazzák, a legjobb elérhető technikákról (BAT), az ezzel kapcsolatos ellenőrzésről és fejlesztésekről. Ezt az Európai Bizottság hozta nyilvánosságra az Utasítás (Directive) 16(2) cikke szerint, s ezért az Annex (Függelék) IV-nek megfelelően figyelembe kell venni a BAT meghatározásoknál.

### 3.2 Az „IPPC Directive” fontos törvényes kötelezettségei és a BAT meghatározása

Annak érdekében, hogy az olvasó megértse ennek a dokumentumnak a törvényi hátterét, az IPPC Directive legfontosabb intézkedéseit, ezen belül a BAT definícióját írtuk le ebben az előszóban.

A Directive célja az integrált szennyezés megelőzés és ellenőrzés megvalósítása azoknál a tevékenységeknél, amelyek az Annex (Függelék) I.-ben vannak felsorolva, s ennek révén a környezet egészének fokozott védelmét lehessen megvalósítani. Végrehajtásánál más uniós szempontokat, mint például az Unió iparának versenyképességét is figyelembe kell venni, hogy a fenntartható fejlődés megvalósulhasson.

Jobban kifejtve, ez az ipari üzemek bizonyos kategóriái számára jelent egy engedélyező rendszert, amivel, mint működtetők és szabályozók egy integrált, általános áttekintést szerezhetnek az üzem szennyező és fogyasztó potenciáljáról. Az ilyen integrált megközelítés általános célja az kell, hogy legyen, hogy javítsa az ipari folyamatok menedzselését és ellenőrzését, s ez által is biztosítsa a környezet egészének magas szintű védelmét. A megközelítés középpontjában álló általános elvet az Article 3 tartalmazza, miszerint az üzemeltetőnek minden megelőző intézkedést meg kell tennie a szennyezés ellen, különösen a BAT alkalmazásával, ami lehetővé teszi a környezeti teljesítmény fokozását.

A BAT fogalmát a Directive Article 2(11) határozza meg, „a leghatékonyabb és legfejlettebb állapota a tevékenység fejlesztésnek, a működtetés azon módja, ami szerint az egyes technikák gyakorlati alkalmazásával lehet bizonyos emissziós szinteket biztosítani, amik az emisszió és a környezet terhelésének megakadályozását, vagy ha ez nem lehetséges, a csökkentését eredményezik.” Az Article 2(11) tovább részletezi ezt a meghatározást:

- technikán értjük mind a használatos technológiát, továbbá az üzem tervezésének, építésének, fenntartásának, működtetésének és leszerelésének módját,
- „hozzáférhető” technikák azok, amelyeket megfelelő léptékben kifejlesztettek, s ily módon alkalmazhatóak az iparágazatban gazdaságosan és műszakilag életképesen, figyelembe veszik a költségeket, az előnyöket, továbbá, hogy a kérdéses tagállamban alkalmazzák vagy létrehozzák-e ezt a technikát, ameddig ez a működtetőnek észszerűen hozzáférhető,
- a „legjobb” azt jelenti, hogy a leghatásosabb a teljes környezet magas szintű védelmének elérésére.

Továbbá a Directive Annex IV tartalmaz egy listát „azokról a szempontokról, melyeket a BAT meghatározásainak speciális eseteiben kell figyelembe venni, ezek a valószínű költségekre, az intézkedések előnyeire és a megelőzés és elővigyázatosság elveire vonatkoznak.” Ezek a szempontok magukban foglalják a Bizottság által az Article 16(2) szerint publikált információkat is.

Az engedélyeket kibocsátó hatóságoknak figyelembe kell venniük az Article 3-ban megadott általános elveket, amikor meghatározzák az engedély feltételeit. Ezeknek a feltételeknek tartalmazniuk kell az emissziós határértékeket, kiegészítve vagy helyettesítve, ha szükséges, egyenértékű paraméterekkel vagy műszaki intézkedésekkel. A Directive Article 9(4) szerint ezek az emissziós határértékek, egyenértékű paraméterek és műszaki intézkedések a BAT-on kell, hogy alapuljanak, nem lehet engedményeket tenni környezet minőségi szabványoknak, nem lehet továbbá előírni bizonyos technikák vagy technológiák használatát, de figyelembe kell venni az üzem műszaki jellemzőit, földrajzi helyzetét és a helyi környezeti viszonyokat. Minden körülmények között az engedély feltételei között szerepelni kell a nagy távolságú, határokon átnyúló szennyezés minimalizálására szolgáló intézkedéseknek és biztosítania kell a teljes környezet magas szintű védelmét.

A tagállamok kötelessége, hogy a Directive Article 11 szerint az érintett hatóságaik kövessék a BAT fejlesztéseket, illetve informálódjanak erről.

### **3.3 A dokumentum célja**

A Directive Article 16(2) előírja a Bizottságnak, hogy szervezze meg „a tagállamok és az érintett iparágak közötti információ cserét a BAT-ról, ami összekapcsolódik ellenőrzésükkel és fejlesztésükkel”, és publikálja az információ csere eredményét.

Az információ csere célját a Directive 25 fejezete adja meg, ami azt mondja, hogy „az EU szintjén az információ csere és fejlesztés a BAT-ról segíti kiegyenlíteni a Unión belüli technológiai egyenlőtlenségeket, elősegíti világszerte a határértékek nyilvánosságát és az Unióban használt technológiák ismertségét, segít a tagállamoknak a Directive hathatós megvalósításában”.

A Bizottság (Environment DG) létrehozott egy információ csere fórumot (IEF), hogy az Article 16(2) szerinti munkát segítse és az IEF keretében több technikai munkacsoport jött létre. Mind az IEF-ben mind a munkacsoportokban mind a tagállamok, mind az ipar képviselve volt az Article 16(2)-nek megfelelően.

Ennek a dokumentum sorozatnak az a célja, hogy tükrözze pontosan az információ cserét, ami az Article 16(2) szerint zajlott, referencia információval szolgáljon az engedélyező hatóságok számára, amit figyelembe vesznek az engedélyek feltételeinek meghatározásánál. A BAT-ra vonatkozó, megfelelő információ biztosításával ezek a dokumentumok értékes eszközei a környezeti teljesítmény növelésének.

### **3.4 Információs források**

Ezek a dokumentumok összegzett információkat tartalmaznak, amelyeket számos forrásból gyűjtöttek össze, különösen fontosak voltak azok a csoportok, amelyek segítve a Bizottság munkáját, szakértelmükkel hozzájárultak az eredményhez. Ezeket a Bizottság nagyra értékeli.

### **3.5 A dokumentum értelmezése és használata**

A dokumentum által adott információt arra célszerű használni, hogy meghatározzák a BAT-ot speciális esetekben. A BAT meghatározásakor, illetve a BAT alapú engedély feltételek



meghatározásakor mindig figyelembe kell venni azt az általános célt, hogy a teljes környezet védelme magas szintű legyen.

A dokumentum többi része a következő információkat tartalmazza:

- Fejezet 1 általános háttér információkat ad az NVSV folyamatok gazdasági és logisztikai vonatkozásairól, hogy a következő fejezetekben eligazítson.
- Fejezet 2 összefoglalja a közös tevékenységeket (alapfolyamatok és alapl műveletek), amik több NVSV folyamatban előfordulnak.
- Fejezet 3 megadja a főbb NVSV termékek előállításának rövid leírását és áttekinti azokat a speciális technikákat, amiket a környezeti problémák megoldására alkalmaznak.
- Fejezet 4 megadja a levegő, víz és hulladék emissziók általános eredetét és lehetséges összetételüket.
- Fejezet 5 általános formában leírja az emisszió csökkentési és más technikákat, amelyek a legfontosabbak a BAT és a BAT alapú engedélyezési feltételek meghatározásánál. Ezek az információk tartalmaznak elérendő emissziós szinteket, költségbebecsléseket, ágazatok közötti ügyeket, továbbá milyen technika alkalmazható az IPPC engedély köteles üzemekben.
- Fejezet 6 adja meg a technikákat és emissziós/fogyasztási szinteket, amiket BAT-ként lehet tekinteni az NVSV ágazatban.
- Fejezet 7-13 áttekintik részletesen a bemutató folyamatokat, amelyek hivatottak értelmezni a BAT alkalmazását a NVSV ágazatban.

A Fejezet 6 és a 7-13 megfelelő részei adják meg azokat a technikákat, emissziós és fogyasztási szinteket, amelyek általános értelemben a BAT. A cél az, hogy általános jelzést adjanak az emissziós szintek és fogyasztások tekintetében, mintegy referencia pontként szolgálva a BAT alapú engedélyezési feltételek és megkötések meghatározásánál az Article 9(8) szerint. Hangsúlyozni kell, hogy ez a dokumentum nem ajánl emissziós határértékeket. A megfelelő engedélyezési feltételek meghatározása magában foglalja a helyi specifikus faktorokat is, mint például az üzem műszaki jellemzőit, földrajzi helyzetét és a helyi környezeti viszonyokat. Meglévő üzemek esetén tekintetbe kell venni felújításuk gazdaságossági és műszaki lehetőségeit is. Ha a teljes környezet magas szintű védelmét, mint egyetlen szempontot nézzük, akkor különböző környezeti hatású, kompromisszumos javaslatokhoz juthatunk, amiket a helyi tényezők jelentősen befolyásolhatnak.

Bár történt kísérlet ezeknek a szempontoknak a hangsúlyozására, teljes mértékben nem lehet ezeket kifejtteni. A megfelelő fejezetekben megadott technikák és szintek nem lesznek szükségszerűen alkalmazhatók minden üzemben. Másrészt a környezet magas szintű védelme, különös tekintettel a távolra ható és határokon túli szennyeződések minimalizálására, igényli, hogy az engedélyezési feltételeket ne csupán helyi szempontok szerint határozzák meg. Ezért különösen fontos, hogy az ebben a dokumentumban foglalt információkat az engedélyező hatóságok teljes mértékben vegyék figyelembe.

Mivel a BAT idővel változik, ezt a dokumentumot időnként át kell tekinteni és felújítani. Minden megjegyzést és javaslatot az Európai IPPC irodájához, Institute for Prospective Technological Studies kell eljuttatni a következő címre:

Edificio Expo-WTC, C/Inca Garcilaso, s/n E-41092 Seville, Spain

Tel. +34 95 4488 284

Fax. +34 95 4488 426

Email. [eippcb@jrc.es](mailto:eippcb@jrc.es)

Internet. <http://eippcb.jrc.es>

## 4 A DOKUMENT TÉMAKÖREI ÉS SZERKEZETE

A NVSV termelési folyamataival kapcsolatos információ csere különleges kihívást jelentett a TWG számára. Ez a fejezet szolgál arra, hogy megvilágítsa, többek között az előbbieket miatt a BREF-el kapcsolatos megfontolásokat és magyarázza a dokumentum használatát.

A kémiai iparról tudott, hogy komplex ipari ágazat, nagyon nagyszámú és sokféle termékkel. Világszerte mintegy 70000 kémiai vegyületet állítanak elő, mindegyik saját kémiai tulajdonságokkal, előállítási módszerrel és felhasználással rendelkezik. Szerves kémiai becslések szerint mintegy 16 millió szerves vegyület létezik, annak ellenére, hogy az alkotó elemek száma korlátozott. [CITEPA, 1997#47]

A kémiai ipar változatossága és komplexitása lehetetlenné teszi a BAT információ cserét minden egyes kémiai eljárásra vagy termékre. Ezért a hasonló vagy kapcsolódó folyamatokat/termékeket általános családokba rendezték, hogy a BREF megírásához alkalmas egységeket képezzenek. A kémiai ipart szerves és szervetlen iparra osztották. A szerves kémiai ipart tovább osztották három alcsoportra: 'Nagy Volumenű Szerves Vegyületek', 'Polimerek', 'Finom Kemikáliák', mindegyikre külön BREF-et szerkesztve. A NVSV BREF a másik két BREF-el együtt a sorozatban, lefedik azt a tevékenységet, amit a Council Directive 96/61/EC Annex 1 definiál:

*„Ebben a részben olyan termelési tevékenység kategóriákat foglaltak össze, amelyek a következő felsorolás szerint, bizonyos anyagok illetve anyag csoportok, kémiai műveletekkel történő, ipari léptékű termelésére vonatkoznak:*

*4.1 Kémiai üzemek az alábbi alapvető szerves vegyületek termelésére:*

- a) egyszerű szénhidrogének (nyíltláncú, gyűrűs, telített, telítetlen, alifás, aromás)*
- b) oxigén tartalmú szénhidrogének, alkoholok, aldehidek, ketonok, karbonsavak, észterek, acetálok, éterek, peroxidok*
- c) kéntartalmú szénhidrogének*
- d) nitrogén tartalmú szénhidrogének, aminok, amidok, nitrozó vegyületek, nitro vegyületek, nitrát vegyületek, nitrilek, cianátok, izocianátok*
- e) foszfor tartalmú szénhidrogének*
- f) halogénezett szénhidrogének*
- g) fém-organikus vegyületek”*

A NVSV meghatározás nem szerepel az IPPC utasításban és ez nem tartalmaz küszöb termelési értékeket a 'nagy volumenű' meghatározására. Azt ajánlották, hogy a 'nagy' volumen a 20 kt/év [SEPA, 2000#76], vagy a 100 kt/év [UBA Ger. 2000#92][InfoMil, 2000#83] legyen. Európában a 100 kt/év küszöböt mintegy 90 szerves vegyületre alkalmazták, mint nagy volument.

Általában NVSV folyamatnak a következő jellemzőkkel rendelkezőket tekintették:

- a termék nem vagy ritkán közvetlen fogyasztásra szánt anyag, de nagy volumenben használt vegyület, amit nagy mennyiségben használnak más anyagok előállítására
- a termelés folyamatos üzemmódban történik
- a terméket nem formulált vagy kevert formában állítják elő
- a termék viszonylag kis hozzáadott értékű

- a termék specifikációt úgy adják meg, hogy széles körű alkalmazást tesz lehetővé ( a finom kemikáliákkal összehasonlításban például).

**BREF szerkezete:** mivel a NVSV területe nagyon széles, ez a BREF általános és részletes információk elegyét tartalmazza, három részben:

- **A rész:** a menedzsment rendszerek, alapfolyamatok, alpműveletek és infrastruktúra általános elvei, amelyek az NVSV folyamatokra érvényesek
- **B rész:** az NVSV kategóriát alágazatokra osztották termékcsoportok szerint, amelyek bizonyos kémiai műveletekhez vagy eljárásokhoz köthetők. Minden alágazathoz tartozik a kulcsfolyamat leírása, környezeti hatásokkal és a szennyezés megelőzés illetve ellenőrzés alkalmas technikáival.
- **C rész:** specifikus információ kisszámú kiválasztott bemutató folyamatról, a BAT alkalmazásának bemutatására. Ezeket a bemutató folyamatokat két kritérium alapján választották: először, hogy a folyamat nagy jelentőségű. A legnagyobb mennyiségben előállított vegyületek eljárásait választották, mert ezekhez kapcsolódik a legtöbb üzem és ezek terjedtek el a tagállamokban mindenütt. Másodszor a bemutató folyamatnak van olyan környezeti problémája, amiről az információ csere különösen értékes a működtetők és a hatóságok részére is. Ezek alapján a TWG a következő bemutató folyamatokat választotta ki:

ALÁGAZAT	BEMUTATÓ FOLYAMAT
Kisebb olefinok	Pirolízis
Aromások	BTX
Oxigéntartalmú vegyületek	Etilénoxid&etilénglikol, Formaldehid
Nitrogéntartalmú vegyületek	Akrilnitril, Toluoldiizocianát
Halogénezett vegyületek	Etiléndiklorid(EDC)&Vinilklorid (VCM)
Kénvegyületek	-
Foszfor vegyületek	-
Fémorganikus vegyületek	-

#### 4. Táblázat Az alágazatok és bemutató folyamatok

A bemutató folyamatok számát és választékát úgy alakították ki, hogy egyensúly legyen a fontos dolgok megjelenítése és a BREF készítés folyamata között. Az csak technikai kérdés, hogy újabb bemutató folyamatokat illesszenek be, de ezt előbb vitára kell bocsátani. A kiválasztott folyamatoknak teljesíteni kell az ipari és környezeti fontosság kritériumait egyaránt.

A BREF tervezett szerkezete a következő:

Tervezett felosztás	Tényleges BREF fejezetek
A rész	Fejezet 2
Általános technikák	Általános NVSV termelési eljárások
B rész	Fejezet 3 Alkalmazott folyamatok és technikák
Ipari alágazatok	Fejezet 4 Általános emissziók
	Fejezet 5 A BAT meghatározáshoz alkalmazott

	technikák
	Fejezet 6 Általános BAT
C rész	Fejezet 7 Kisebb olefinek
Bemutató folyamatok	Fejezet 8 Aromások
	<i>Fejezet 9 Etilénoxid/etilénglikolok</i>
	<i>Fejezet 10 Formaldehid</i>
	<i>Fejezet 11 Akrilnitril (a magyar változatban nem szerepelnek)</i>
	Fejezet 9 EDC/VCM
	Fejezet 10 TDI

### 5. Táblázat A dokumentum felosztása

A BREF használói érzékelhetik, hogy az A résztől a C rész felé haladva a BREF növekvő részletességű, és egyre inkább mozdul a kvalitatív-tól a kvantitatív jellegű információk felé. A BAT részletes leírást és ehhez tartozó emissziós és fogyasztási értékeket csak a C részben leírtakról ad, bár a B rész tartalmazza (Fejezet 6) az ágazat általános BAT-t.

Az egyes bemutató folyamatok engedélyezési feltételeinek meghatározását nézve, a C rész megadja a specifikus információkat a termelési eljárások, emissziós szintek, ellenőrzési technikák és a BAT vonatkozásában. Más folyamatok engedélyezésénél az A és B részekben felvázolt elvek szerint lehet eljárni az engedélyezési feltételek meghatározásánál, ami egyenértékű a szennyezés megelőzéssel és ellenőrzéssel. Minden esetben az engedélyezési feltételeknek tekintettel kell lenni a BREF-re, ami viszont figyelembe veszi az üzem műszaki jellemzőit, földrajzi helyzetét, a helyi környezeti viszonyokat és a határon átnyúló szennyezést.

**Kapcsolódás más BREF-ekkel:** az NVSV folyamatokhoz a BAT meghatározása igényelheti más ágazatok BREF tanulmányozását is. A fontos BREF-ek lehetnek horizontálisak (több iparág közös problematikájáról) és vertikálisak, a rokon folyamatokról. A BREF szerkesztésének idején a következő, a NVSV ágazattal kapcsolódó BREF-eket tervezték:

- Vegyipari szennyvizek és véggázok kezelése
- Raktározás közbeni emisszió
- Hűtő rendszerek
- Emisszió ellenőrzés
- Kapcsolódások és gazdasági tényezők
- Égetőművek
- Hulladékmegsemmisítés
- Hulladékhasznosítás/ lerakás

A NVSV BREF célja az átfedések minimalizálása a horizontális BREF-ekkel, de tartalmazhat a részletesebb leírásoknál horizontális jellegű fejezeteket. A horizontális BREF-t idézhetik a NVSV BREF-ben a teljesség és érthetőség kedvéért, amivel felhívják a használók figyelmét a kiegészítő információkra. Ha nincs specifikus információ a NVSV BREF-ben akkor ez arra utal, hogy a horizontális BREF túlnyomórészt általános információkat ad.

**Költség adatok.** A termelő egységekre és a szennyezés ellenőrző technikákra nehéz a költségeket összehasonlíthatóvá tenni, mert eltérő lehet a gyártás éve, a helyi viszonyok, a munka terjedelme. A BREF a költség adatokat olyan formában tartalmazza, ahogy azok az eredeti dokumentumban szerepeltek. Nem kísérelték meg az adatokat valuta vagy időpont szerint szabványosítani. Ez ugyan megnehezíti a költség adatok összehasonlítását, de a döntést a szabványosítási módszer hiányában kénytelenek voltak meghozni. Ezt a hiányosságot a kiküszöbölendők között említik a Fejezet 14-ben.

## 5 HÁTTÉR INFORMÁCIÓK

Ez a rövid bevezető fejezet általános információkat ad a NVSV iparról, a számára illetve belőle dolgozó iparágakkal való kapcsolódásról, gazdasági és egyéb tényezőkről.

Az ipari szerves kémiát az jellemzi, hogy nagy változatosságban állít elő vegyületeket, lépcsős módon, természetes szénforrásokból. Ezt a termelési piramist mutatja be a 6. ábra a szokásos vegyipari nomenklaturát használva.

<b>Anyagok kb. száma</b>		<b>Általános tevékenység</b>
3	Természetes források ←	
		Elválasztás
10 ↓	Nyersanyagok ←	
		Átalakítás
50 ↓	Alapanyagok ←	
		Funkcionalizálás
500 ↓	Intermedierek és monomerek ←	
		Szintézis
70000	Finom termékek és polimerek	

### 6. ábra Az ipari szerves kémia szerkezete

A kiindulási elválasztási lépéseket a finomítóknál végzik a kevés számú természetes forrás (nyersolaj, földgáz, kőszén) felhasználásával, ezekből behatárolt számú, nagy volumenű nyersanyagot állítanak elő a kémiai ipar számára (pl. vegyipari benzin). A szerves vegyületek 95%-át manapság olajból és gázból kapják. Kevés szerves vegyületet nyernek kőszénből (csökkenő) illetve megújuló biomasszából (növekvő).

A finomítók átadják ezeket az anyagokat a petrolkémiai üzemeknek, ahol fizikai és kémiai műveletek komplex kombinációjával alapanyagokat állítanak elő (pl. etilén, C3-C4 olefinek, BTX aromások, szintézis gáz, acetilén).

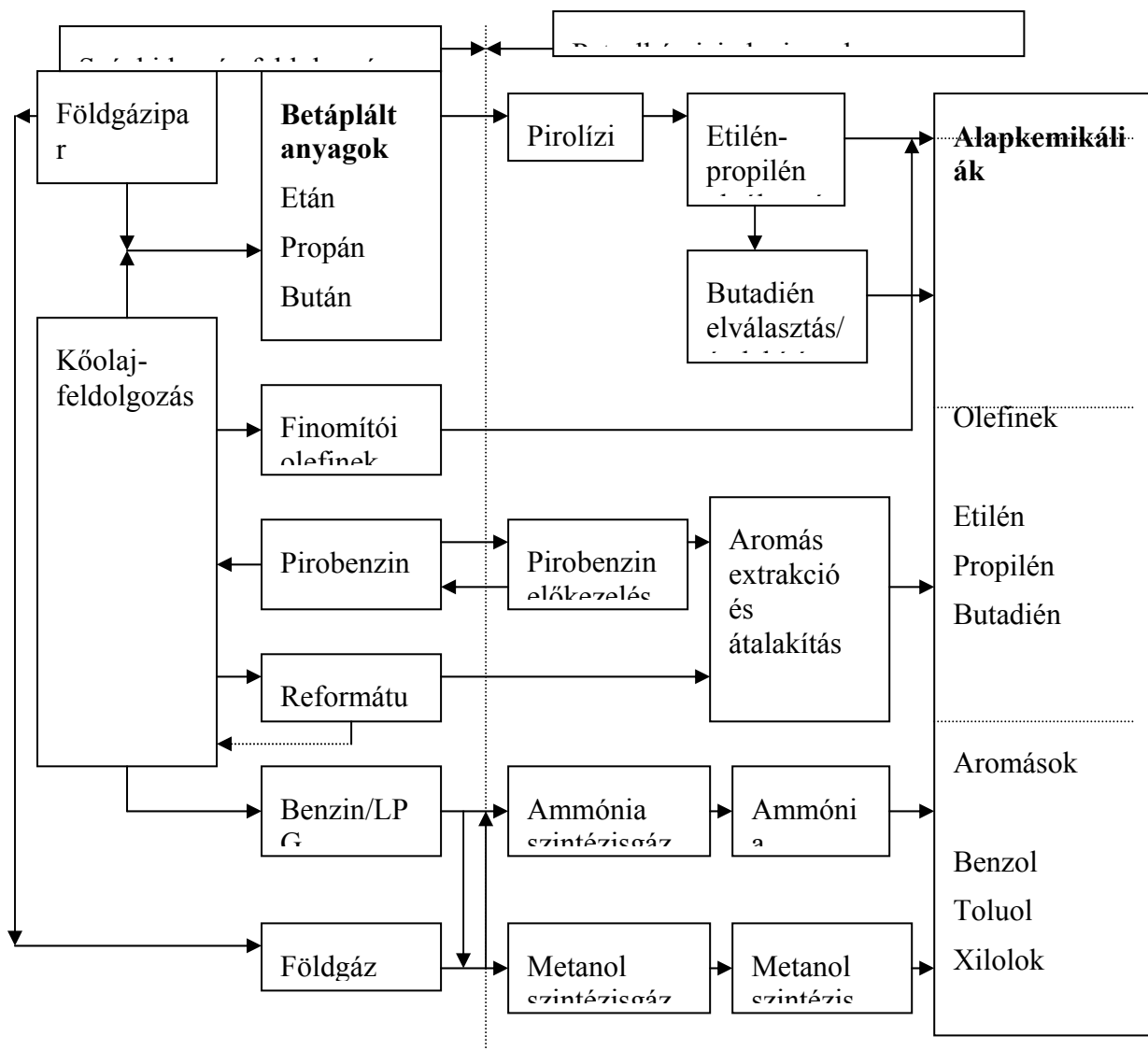
Az alapanyagokba további műveletekkel funkciós csoportokat visznek be és ezzel még több intermedier és monomer keletkezik (pl. alkoholok, aldehidek, ketonok, savak, nitrilek, aminok, kloridok).

Az intermediereket átalakítják nagyszámú, sokfunkciós és értékes finom terméké és polimerré (pl. oldószerek, mosószerek, műanyagok, színezékek, gyógyszerek).

Ez a termelési piramis lefedi az egész szerves vegyipart, az egyes részek közötti határvonal gyakran bizonytalan. Általánosságban azt mondhatjuk, hogy a NVSV BREF a piramis három középső részére vonatkozik (6. ábra), kiindulva a nyersanyagokból, előállítva alapanyagokat,

intermediereket és monomereket. Ezeket szokás kereskedelmi vagy tömeg kemikáliáknak nevezni.

A tényleges termelés a NVSV folyamatok egyszerű megjelenítésénél sokkal bonyolultabb. A kapcsolódás a beszállító finomítókkal elmosódott, mivel az ágazati üzemek gyakran egy telephelyen vannak, közösek a termékeik (olefinek, aromások). Bár a finomítók által kiadott frakciók (szénhidrogén elegyek) elsősorban üzemanyagként vagy adalékként használatosak, a petrokémiai ipar speciális szénhidrogéneket termel, amiket a tág kémiai ipar használ építőkövekként. A finomítói elválasztási folyamatokra külön BREF készült. A kapcsolódás a két ágazat között látható a 7. ábrán.



**7. ábra A szénhidrogén feldolgozó és a petrokémiai ipar kapcsolódása [EC DGXI, 1993#8]**

A NVSV ágazat termék kibocsátása ismét kapcsolódik a kémiai ipar többi részéhez, itt is nehéz a határvonalakat meghúzni. Az IPPC információ csere céljára külön BREF készült a finom kemikáliák és a polimerek területéről.

Az 8. ábra illusztrálja még jobban az iparág komplexitását, bemutatva a termékpalettát, amit a szénhidrogén alapanyagokból állítanak elő. A termékek jó része intermediereként szolgál a kémiai ipar többi részének, önmagukban csekély felhasználásuk van.

A termékek komplex, lépcsőről-lépcsőre történő szintézise miatt kevés önálló, egy terméket gyártó üzem van. A kémiai üzemek általában nagyok, nagy integráltságúak, több üzem kombinációjából állnak. A termelő egységek integrációja jelentős gazdasági és környezeti előnyökkel jár:

- nagymértékű flexibilitás a folyamatoknál, emiatt a működési körülmények finoman beállíthatók és a termelés hatékonysága nő
- az energiafogyasztás optimalizálható, a fogyasztók és termelők összehangolása révén
- a melléktermékek hasznosíthatók más eljárások betápjaként (krakkoló, kemencék, reaktorok), így nem kell megsemmisíteni vagy eltüntetni ezeket
- gazdaságos méretűvé válik a hulladék áramok kezelése
- az intermedierek szállítási vesztesége csökken.

Mindazonáltal az integrált termelő egységek is okozhatnak problémákat a BAT meghatározásánál. Az ilyen üzemek egyedi folyamat konfigurációval és működési körülményekkel rendelkeznek. Ezért nehéz a részletes összehasonlításuk, mert a helyi tényezők fontosak. Ez fokozottan jelentkezik a közös megsemmisítő rendszerek környezeti hatását tekintve, bár bizonyos üzemeken belüli konzisztencia megvalósult, ott, ahol a nemzetközi licencadók által tervezett és épített NVSV technológiák működnek.

## 5.1 Ágazat gazdaságosság.

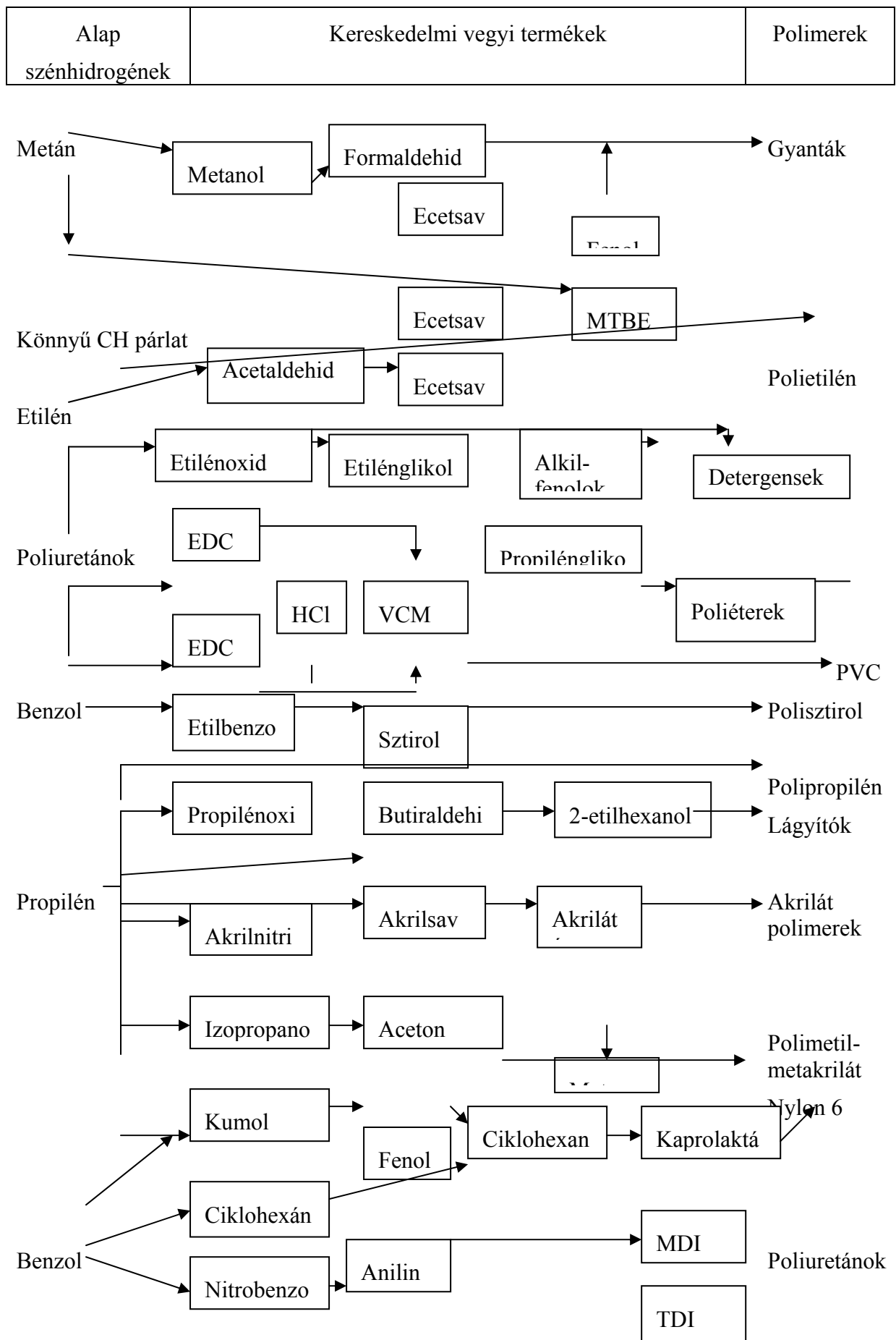
A NVSV termelés jelentős gazdasági tényező Európában. Annak ellenére, hogy sokféle vegyi anyagot állítanak elő, a termelési érték nagyobb hányadát a nagy vállalatok által előállított kevészámú anyag adja. Németország Európa legnagyobb gyártója, de jól működő NVSV iparvállalatok vannak Hollandiában, Franciaországban, Nagy Britanniában, Olaszországban, Spanyolországban és Belgiumban. A többi tagállam termelése sokkal kisebb. A legfontosabb vegyi anyagok termelési értékei alágazatok szerint a Fejezet 3-ban található.

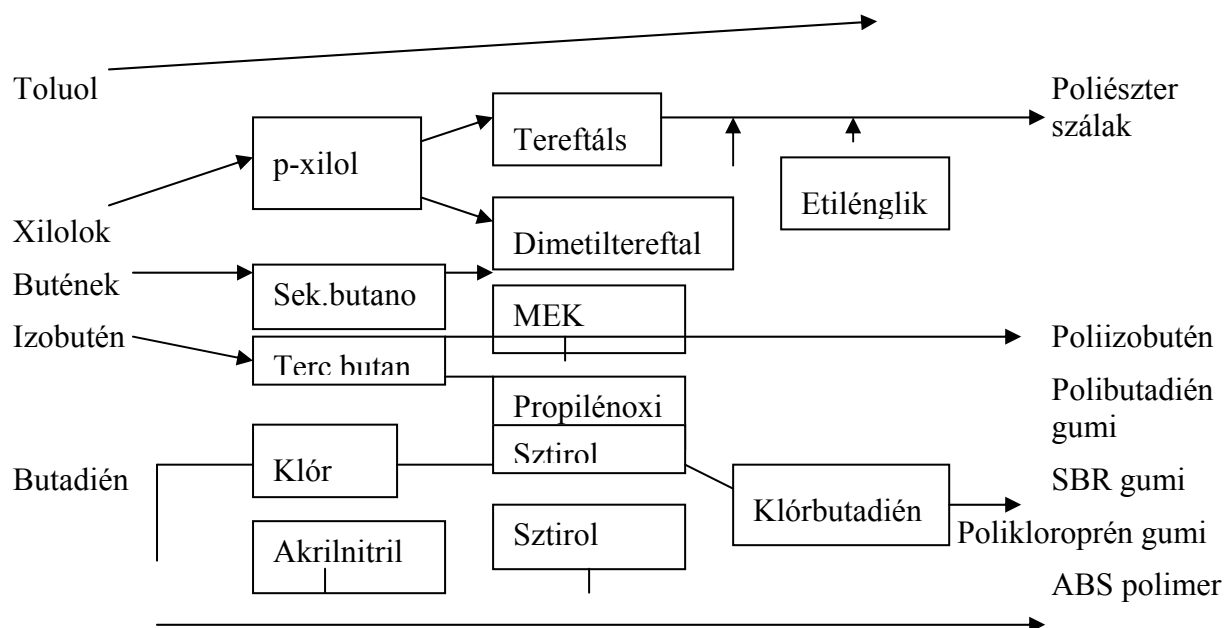
Nehéz a NVSV iparról speciális gazdasági adatokat szerezni, mert nem definiálható pontosan az ágazat és nagyon eltérő az egyes termelő egységek üzleti háttere. Az Eurostat Panorama adatbázisa tartalmaz ilyen adatokat a vegyipar, ezen belül 'alap ipari kemikáliák' és 'petrokemikáliák' címen.

## 5.2 Világhelyzet.

Mindent összevéve az EU a világ legnagyobb vegyipari termelője, mintegy a világtermelés egyharmadával. Pénzügyi adatokkal ez azt jelenti, hogy az európai vegyipar termelési értéke 1998-ban 441 milliárd euro volt, amiből 367 származott az EU tagállamokból. Ez több, mint amit más régiók ipara produkál, (USA 343Mrd euro, Japán 159 Mrd euro), a világtermelés 1224 Mrd euro volt.[Cefic publ.99 nov.] Az európai vegyi anyag piacon a szerves termékek a dominálóak, forgalmuk mintegy négyszerese a szerves anyagok forgalmának. 1995-ben az EU alapvető kemikáliákban exportőr volt, az USA és az EFTA voltak a fő befogadók. Ez a mérleg át fog várhatóan billenni, mivel nő a kelet-európai konkurencia, növekszenek a távol-keleti és közel-keleti kapacitások, versenyben van a nagyon jól szervezett amerikai vegyipar is.







8. ábra A szerves vegyipar reakcióútjai

### 5.3 Verseny.

Az alapvető petrokémiai termékeket specifikációjuk alapján értékesítik, nem márkanev vagy használhatóság alapján. Minden régióban a különböző termelők eltérő termelési költségekkel dolgoznak, függően az üzemmérettől, alapanyagtól, üzem konfigurációtól. A termékek nem különböznek jelentősen, így az üzemméret a döntő. Hasonlóan más kereskedelmi termékekhez, a petrokémiai üzlet is árversennyel jellemezhető, amiben döntőek a termelési költségek. A tömeg vegyi anyagok piaca erősen kompetitív, a piaci részesedést világméretben nézik.

### 5.4 Integráció.

A folyamat integráció elsődleges gazdaságossági faktor ebben az elsődleges kémiai iparban. Az integráció mind az alapanyag termeléssel, azaz a finomítókkal, mind a felvevő ágazatokkal lehetséges. Ez az integráció növelheti a versenyképességet, viszont megnehezíti a költség összehasonlításokat az üzemek között. Az NVSV árát nagymértékben meghatározza a felhasználók gazdasági helyzete és igényei, ezért is nehéz a felhasználókra áthárítani az árnövekedéseket.

### 5.5 Profit termelő képesség.

Az európai NVSV ipar profit termelő képessége ciklikusan változik. Ez egyrészt adódik a kereskedelmi igények ciklikus változásából, ezt a ciklust kihangsúlyozza az új technológiák nagy beruházási költség igénye, eszerint a cégek csak akkor létesítenek új kapacitást, ha pénzügyi helyzetük jó. Az új kapacitások létesítése hosszú időt vesz igénybe, s ha belépnek a termelésbe, akkor fölös kapacitás keletkezik, ami időszakosan lenyomja az árakat. Ebből adódik, hogy a gyártási költségek helyi csökkenése más üzemeket elavulttá tesz.

A NVSV ipara nagyon energia igényes, jövedelmezősége erősen függ az olaj árártól. Minél távolabb esik a felhasználói sorban egy gyártás, annál inkább csillapítottabban érzi meg a petrokémiai ciklusokat.

Trendek. 1986-87 és 1990-91 időszakában kisebb igény volt, az európai gazdaság általános állapota miatt, a kémiai termelés növekedése igen alacsony volt. Az ezt követő periódusban nőtt az igény a termékekre és a főbb vállalatok stratégiai szövetségeket és közös vállalkozásokat indítottak. Ez racionalizálást hozott a kutatás, a termelés, a piacra jutás területén, növelte a jövedelmezőséget.

Az alkalmazottak száma csökken, 1985 és 95 között 23%-al. 1995-ben további 3.8%-al lett kisebb a létszám, 1998-ban 1.677.000 főt alkalmazott az EU vegyipara [CEFIC].

## 6 ÁLTALÁNOS NVSV TERMELÉSI ELJÁRÁS

Bár a NVSV termelési eljárások nagyon sokfélék és bonyolultak, hasonló tudományos elvek szerint működő tevékenységek és eszközök illetve ezek kombinációjának használatán alapulnak. A közös tevékenységek felismerése nyilvánul meg a horizontális BREF-ek megszerkesztésében, a további közös témák ebben a dokumentumban is leírásra kerülnek.

A kémiai termelési folyamatok lényegében a nyersanyagok átalakítása a kívánt termékké a szükséges kémiai reakciókkal (alapfolyamatok) és fizikai változtatásokkal (alpműveletek). Ennek öt lépése a következő:

1. Nyersanyag előkészítés és beadagolás
2. Szintézis (átalakítás kémiai reakcióval, gyakran katalizátor jelenlétében, alapfolyamat)
3. Termék elválasztás és tisztítás (alpműveletek)
4. Termék kezelése, raktározása
5. Emissziók kezelése

A technológiák működtetőinek célja a hatékony és a dolgozókra, valamint a környezetre nem káros üzemeltetés, amihez a következők szükségesek:

- teljes körű infrastruktúra (hűtés, vákuum, biztonsági berendezések)
- energia ellátás
- menedzsment rendszer (biztosítja a működést minden körülmények között).

Mivel a BREF nem adja meg minden NVSV folyamat részletes leírását, fontos az alapfolyamatok és alpműveletek elveinek megértése, hogy potenciális környezeti hatásukat, valamint az emissziók megelőzésének és ellenőrzésének mikéntjét megismerjük. A következő fejezetek ezt tartalmazzák, további részleteket, pl. Ullmann technológiai enciklopédiájában találhatunk.

### 6.1 Alapfolyamatok

Hozzávetőlegesen 35 különböző kémiai reakcióval állítanak elő NVSV anyagokat, ezek közül vannak, amelyeket csak egy-két anyag előállításánál, vannak olyanok, amelyeket számos anyag szintézisében használnak. Ez az oka, hogy a NVSV gyártásoknál az emisszió viszonylag kevés számú, de sok helyen használt folyamatból származik (9. Táblázat)

Alapfolyamat	Termékek száma	Alkalmazó eljárások száma	Kezelés előtti légszennyezés részarány %
Oxidáció	63	43	48,3
Halogénezés	67	43	14,5
Hidrogénezés	26	13	10,8
Észteresítés	24	8	6,9
Alkilezés	15	5	4,0

Alapfolyamat	Termékek száma	Alkalmazó eljárások száma	Kezelés előtti légszennyezés részarány %
Szulfonálás	11	6	3,4
Dehidrogénezés	15	4	2,7
Hidrolízis	27	8	2,4
Reformálás	1	1	2,2
Karbonilezés	10	8	1,2
Oxiacetilezés	1	2	1,0
Nitrálás	12	1	0,8
Dehidratálás	18	4	0,7

### 9. táblázat Alapfolyamatok alkalmazási gyakorisága és légszennyezésük

A következő táblázat a legfontosabb alapfolyamatok jellemzőit tartalmazza.

Folyamat	Betáplált anyagok		Körülmények		Termékek
	Reagensek	Szubsztrátumok	Katalízis	Fázis	
Oxidáció	Oxigén (levegő)	Paraffinok Olefinok Aromások	Heterogén	Gáz	Savak, anhidridek, epoxidok
			Homogén	Gáz-folyadék	Alkoholok, aldehidek, ketonok, savak
			Nincs	Gáz-folyadék	Hidroperoxidok
Ammo oxidáció	Oxigén, ammónia	Olefinok, alkilaromások	Heterogén	Gáz	Nitrilek
Klórozás	Klór	Olefinok, aromások	Homogén	Gáz-folyadék	Szerves klórvegyületek
		Olefinok, paraffinok	Nincs		
Hidrogénezés	Hidrogén	CO, aldehidek, nitrilek, nitrovegyületek, aromások, olefinok	Heterogén	Gáz Gáz-folyadék	Alkoholok, aminok, naftének
Hidroformilezés	H <sub>2</sub> , CO	Olefinok	Homogén	Gáz-folyadék	Aldehidek, alkoholok
Dehidrogénezés		Paraffinok, olefinok, alkil-aromások, alkoholok	Heterogén	Gáz	Olefinok, diolefinok, aromások, aldehidek, ketonok
Alkilezés	Olefinok, alkoholok, szerves klórvegyületek	Aromások	Heterogén	Gáz	Alkil-aromások
			Homogén	Gáz-folyadék	Alkil-aromások

## 10. táblázat Legfontosabb alapfolyamatok jellemzői

### 6.1.1 Oxidáció

Az oxidáció körébe számos folyamat sorolható, általában az oxigén bevitelével járó reakciókat nevezzük oxidációnak. Az oxidáló szerek a levegő és az oxigén mellett pl. a salétromsav, hidrogénperoxid, szerves peroxidok, hipoklórossav stb. Az oxidációk között a legfontosabbak a katalitikus reakciók, a katalizátorok lehetnek heterogének (nemes fémek, ezüst, oxidok (V, Sb, U, Mo)), lehetnek homogének (Pd komplex, Co, Mo sók). A fontosabb oxidációs eljárások az etilénoxid, ecetsav, vinilacetát, ftálsavanhidrid, tereftálsav, formaldehid, fenol előállítására szolgálnak. Az oxidációs reakciók erősen exotermek, különösen a gázfázisú reakcióknál kell vigyázni a megfelelő hőelvezetésre és természetesen a hőhasznosításra is.

#### Oxidációs folyamatok környezeti hatásai

Az oxidációs folyamatokban számos melléktermék is keletkezik részleges és teljes oxidációban. A részleges oxidáció szelektivitása fontos a káros termékek elkerülésére, ilyenek pl. a CO<sub>2</sub>, vagy más káros anyagok.

**Levegő:** illékony szerves anyagok, például aldehidek, savak keletkezhetnek melléktermékként, CO<sub>2</sub> mindig van jelen, hiszen a teljes oxidáció nem zárható ki. A véggázok kezelést igényelnek, hogy a mérgező anyag kibocsátást elkerüljék.

**Víz:** a biológiai tisztítás előtt szükséges a semlegesítés és a klórozott anyagok eltávolítása, amik ronthatják a biológiai aktivitást.

**Hulladékok:** az oxidációs reakciókban keletkezhetnek kátrányos és hamu melléktermékek, kimerült katalizátorok.

### 6.1.2 Halogénezés

A halogénezés halogén atomok bevitele szerves molekulákba addíciós (halogén vagy halogénhidrogénsav) vagy szubsztitúciós reakciókban. A legfontosabb a klórozás, aromások, foszgén, metán, etán származékok állíthatók elő, rendszerint mérgező anyagok.

#### Halogénezés környezeti hatásai

**Levegő:** a halogénezésnél keletkeznek savas gázok, ezek kezelésére megfelelő szerkezeti anyagból készült eszközök kellene. A halogén tartalmú komponenseket a szennyezés megelőzési műveletben vissza is lehet nyerni újrafelhasználásra:

Termék visszanyerés, savas gáz mosása halogénezési reakcióval egybekötve, vizes elnyelés, majd ezt követő lúgos mosás, szerves oldószeres mosás, melléktermékek kondenzációja és másik folyamatban történő felhasználása.

**Víz:** A halogénezett szénhidrogének biológiai lebonthatósága csökken a halogén tartalom növekedésével és a halogénezett vegyületek koncentrációjának növekedésével együtt. Ezért biológiai tisztítás előtt a klórozott vegyületeket sztrippeléssel, extrakcióval, adszorpcióval el kell távolítani. A sósav eltávolításnál a vizes mosást kiküszöbölve, száraz desztillációt alkalmazva, hűtéssel a szennyvíz klórtartalma csökkenthető.

**Hulladékok:** szilárd hulladékok a reaktor maradékokból és kimerült katalizátorokból keletkezhetnek, általános módszer a megsemmisítés, de a körülményekre ügyelni kell, a dioxinok keletkezésének elkerülésére.

### 6.1.3 Hidrogénezés

A hidrogénezés hidrogén bevitelét jelenti szerves molekulákba katalizátorral. A sokféle funkciós csoport hidrogénezése lehet addíciós vagy szubsztitúciós reakció, ez utóbbit hidrogenolízisnek nevezzük. A hidrogénezések exotermek, az egyensúly a hidrogénezés irányába van eltolva az alkalmazott körülmények között. A heterogén és homogén katalizátorokkal számos terméket állítanak elő, mint a ciklohexán, anilin, TDI, 2-etilhexanol stb. A katalizátorok alkotói lehetnek fémek (Pt fémek, Ni, Fe, Co) és oxidok (Cu, Mo, Cr, Zn), valamint szulfidok (Ni, Mo, Co, Cr).

A hidrogénezés körülményeit, berendezéseit, műveleteit úgy kell megválasztani, hogy figyelembe veszik a tűz és robbanás veszélyességét az alkalmazott elegyeknek, különös tekintettel a hidrogénre, ami széles koncentrációtartományban robbanó elegyet ad levegővel.

<b>Hidrogénezés környezeti hatásai</b>
<b>Levegő:</b> illékony szerves anyagok emissziója hidrogénezésekből általában csekély, a véggázokat rendszerint elégetik. A hidrogén előállításakor keletkező kénvegyületektől meg kell tisztítani a betáplálendő hidrogént, ez történhet lúgos mosással, adszorpcióval vagy kéné átalakítással (Claus eljárás).
<b>Víz:</b> az oxigéntartalmú vegyületek redukciója vizet ad, a szennyvíz tisztítása általában nem gond, kivéve az anilin tartalmút.
<b>Hulladékok:</b> a kimerült katalizátorok lehetnek hulladékok, a nemesfém tartalmúakat feldolgozzák a fémek kinyerésére.

### 6.1.4 Észteresítés

Az észteresítés szerves sav és alkohol reakcióját jelenti, leggyakrabban víz eltávolításával, vagy valamelyik reaktáns feleslegét alkalmazva eltolják az egyensúlyt, forralás közben, ásványi sav katalízissal. Katalizátorként használhatók még savas fázisban lévő kation cserélő gyanták és Lewis savak is. Legfontosabb termékek: dimetiltereftalát, akrilát észterek, etilacetát. Sokféle alkalmazásuk van, szálak, filmek, ragasztók, műanyagok előállításánál, illatanyagok, kozmetikumok, élelmiszerek gyártásánál.

<b>Az észteresítés környezeti hatásai</b>
<b>Levegő:</b> az oldószer gőzöket kell kinyerni és kezelni.
<b>Víz:</b> a kibocsátás általában kicsi, ioncserélő gyanta katalizátor használatakor nincs semlegesítendő sav. Az észterek kis toxicitásúak, könnyen hidrolizálhatók, ezért is fontosabbak az alkotó savak és alkoholok tulajdonságai.
<b>Hulladékok:</b> a hulladék áramokat csökkenteni lehet az oldószerek és reaktánsok regenerálásával.

### 6.1.5 Alkilezés

Az alkilezés alkilcsoport szerves molekulába történő bevitele, ez történhet szénatomra, nitrogénre, oxigénre, fémre, kénre, szilíciumra.

Az alkilezés legnagyobb volumenű hasznosítása a finomítói alkilát gyártás, ez a finomítói BREF témakörébe tartozik. Más főbb alkilezési termékek az etilbenzol, kumul, lineáris

alkilbenzolok és ólom alkilek. Alkilező ágensek az olefinek, alkoholok, alkil szulfátok és halogenidek. A katalizátorok ásványi savak vagy Lewis savak, újabban zeolitokat is alkalmaznak, ezek környezetbarát eljárások.

<b>Alkilezés környezeti hatásai</b>
<b>Levegő:</b> Az etilbenzol, kumol és alkilbenzolok előállításai adatai szerint az alkilezés kisebb szennyeződést okoz, mint más alapfolyamatok.
<b>Hulladékok:</b> az alkilhalogenidek és szulfátok okozhatnak problémát a hulladék kezelésnél.

### 6.1.6 Szulfonálás

A szulfonsav csoport bevitelét szénatomra nevezzük szulfonálásnak, gyakran így nevezik az oxigén, illetve nitrogén atomra történő bevitelt is, amelyek kénsav észterek illetve szulfonamidok keletkezésével járnak, a folyamatot elsősorban detergensok előállítására használják. Szulfonáló szerként a kéntrioxidot és különböző víztartalmú származékait (óleum, kénsav) használják. A reakcióelegy feldolgozása, a termék kinyerése bonyolult folyamat és rendszerint jelentős mennyiségű sóoldatot termel semlegesítés után.

Szulfonálás környezeti hatásai
<b>Levegő:</b> Savas gőzök lehetnek, reagens feleslegről.
<b>Víz:</b> A reaktorból és a termék mosásából származó szennyvíz semlegesítendő, a termékeltávolítás szűrlete szintén tartalmazhat savat vagy kiindulási anyagot.
<b>Hulladék:</b> mivel az oleum erős dehidratáló és oxidáló reagens, kátrányos melléktermékek képződhetnek, aminek az elhelyezését meg kell oldani.

### 6.1.7 Dehidrogénezés

A dehidrogénezés olyan folyamat, amiben hidrogént vonunk el a szerves molekulából, ily módon előállítanak aldehideket és ketonokat alkoholokból, illetve olefineket és aromásokat szénhidrogénekből. A krakkolási eljárás, a reformálás és a pirolízis során is lejátszódnak dehidrogénezési reakciók, amelyekben pl. etilén, propilén, butadién, benzol stb. képződnek. A dehidrogénezési reakciók lejátszódhatnak termikusan vagy katalitikusan (fém, fémoxid és zeolit katalizátorokon). A katalitikus krakkolással elsősorban üzemanyagokat állítanak elő, míg az olefinek előállítására a termikus pirolízis, vagy más néven „steam-cracking” alkalmas, ennek mellékterméke a pirobenzin.

<b>Dehidrogénezési folyamatok környezeti hatásai</b>
<b>Levegő:</b> A hidrogénben gazdag kilépő áramokat fűtőanyagként lehet használni, az illékony szénhidrogéneket vissza kell nyerni vagy tüzelőanyagként hasznosítani. Kéndioxid és nitrogénoxid kibocsátás is lehetséges, az előbbi a gáztisztítókból, az utóbbi a kemencékből jön.
<b>Víz:</b> a quench-víz, a hígító gőz, a koksztmentesítéshez használt víz és a fáklyából kicsapódó vizek igényelnek kezelést. A nagyobb szennyezettségűeket előkezelni kell a biológiai kezelés előtt. Más folyadékok, mint az acetilén konverzióból származó ún. „zöld olaj” elégetendők.
<b>Hulladékok:</b> A hulladékok lúgok, aminok, savak, katalizátorok, kátrányok, polimerek, hulladék olajok, koks, extraháló ágensek, amiket nem lehet visszaforgatni.



### 6.1.8 Hidrolízis

A hidrolízis víz és szerves anyag reakciója, két vagy több termék képződésével, mint például alkoholok, glikolok, fenol, aceton. Etilén glikol a bemutató folyamat.

<b>Hidrolízis környezeti hatásai</b>
<b>Levegő:</b> A reaktorokból kevés illékony szerves anyag távozik.
<b>Víz:</b> Legtöbb esetben a hidrolízis termékei biológiailag lebonthatók.

### 6.1.9 Reformálás

A reformálás szénhidrogének átalakítása, elsősorban Pt/alumíniumoxid katalizátorral, jó oktánszámú benzín keverőkomponens előállítására. A lejátszódó reakciók ciklizálás, dehidrogénezés, izomerizáció és a nem kívánatos hidrokrakkolódás. A reformátum fő termék komponensei az aromások és az izoparaffinok. Reformálásnak hívják a metán konverzióját is szintézis gázzá. A reformálás folyadék és gáz halmazállapotú termékeit egyaránt felhasználják, így közvetlen környezeti hatása minimális.

### 6.1.10 Karbonilezés

A karbonilezés szénmonoxid reakciója szerves vegyülettel, ily módon elsősorban aldehidek, alkoholok, savak, észterek állíthatóak elő, amelyek a kiindulási vegyülethez (olefin vagy alkohol) képest egy szénatommal többet tartalmaznak. A hidroformilezés olefinek reakciója szénmonoxiddal és hidrogénnel aldehidek előállítására Co vagy Rh komplex katalizátorral folyadék fázisban.

<b>Karbonilezés környezeti hatásai</b>
<b>Levegő:</b> a véggázok a szénmonoxid és hidrogén mellett illékony szerves anyagokat is tartalmaznak, fűtőanyagként hasznosítják vagy fáklyára küldik ezeket.
<b>Víz:</b> a nehézfémeket el kell távolítani a biológiai tisztítás előtt.
<b>Hulladék:</b> kimerült katalizátor

### 6.1.11 Oxiacetilezés

Az oxiacetilezés oxigén és acetyl csoport addíciója olefinre katalitikus reakcióban telítetlen acetát észter előállítására. Manapság vinilacetátot állítanak elő leginkább etilénből, ecetsavból és oxigénből Pd katalizátorral.

### 6.1.12 Nitrálás

A nitrálás hidrogén atom cseréje nitro (NO<sub>2</sub>) csoportra szénatomon vagy oxigéneken. Nitrálni lehet alifás és aromás szénhidrogéneket, előbbieket gyökös reakcióban salétromsavval, utóbbiakat ionos reakcióban, általában kevert savval (HNO<sub>3</sub> és H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> elegye). Az erősen exoterm nitrálásokat célszerű intenzív hűtéssel végezni a melléktermék képződés és a reakció közben tarthatósága miatt. A nitrált termékek egy része (TNT, nitroglicerin) robbanóanyag, vagy nagyon bomlékony, ezért fokozottan veszélyes.

**Nitrálás környezeti hatásai**

**Levegő:** Savas gőzök, illékony szerves anyagok és nitrogénoxidok lehetnek a kimenő gázokban.

**Víz:** A nagy tömegű kevert sav regenerálása, semlegesítése és elhelyezése szükséges. A termékek és melléktermékek nehezen bonthatók biológiailag, ezért kivonásuk a szennyvízből vagy a szennyvíz égetése szükséges.

**6.1.13 Dehidratálás**

A dehidratálás olyan bontási reakció, aminek során vízkilépéssel új szerves anyag képződik. Ilyen pl. a karbamid gyártása ammóniumkarbamáttól.

**6.1.14 Ammonolízis**

Az ammonolízis aminok előállítására szolgál, a reagensek lehetnek az ammónia vagy aminok. Ide sorolható a karbonil vegyületek reakciója ammóniával vagy aminokkal és hidrogénnel hidrogénező katalizátorok (Ni, Pd) jelenlétében. A legfontosabb termékek a karbaminsav, etanolaminok és alkilaminok.

**Ammonolízis környezeti hatásai**

**Levegő:** Az etanolamin gyártásnál a szennyezők elsősorban a desztillációból erednek, a véggázokat mossák, ne legyen szagos kibocsátás.

**Víz:** A reagálatlan ammónia visszanyerhető és újra felhasználható, a maradék semlegesítendő. A szennyvizek (metanol és amin tartalommal) megsemmisíthetők vagy biológiailag tisztíthatók.

**Hulladékok:** szilárd hulladékok, a sztripperek fenéktermékei megsemmisítendőek, a kimerült katalizátorok regenerálendőek.

**6.1.15 Kondenzáció**

A kondenzáció olyan reakció, amiben két vagy több molekula víz, vagy más kis molekula kilépése közben reagál. Fontosabb kondenzációs termékek: ecetsavanhidrid, biszfenol-A, 2-etilhexén.

**Kondenzáció környezeti hatásai**

**Levegő:** a reaktorok emissziója kicsi, desztilláció lehet szennyező forrás, általában égetéssel ártalmatlaníthatók.

**Víz:** a szennyvíz a reakcióból származik, elsősorban magas forrponú melléktermékeket, kis biológiai lebonthatóságúakat, és illékonyabb komponenseket, általában jobb

lebonthatóságukat, tartalmaz.
-------------------------------

### 6.1.16 Dezalkilezés

A toluol dezalkilezését az aromás előállítások között tárgyaljuk.

### 6.1.17 Ammoxidáció

Az ammoxidáció akrilnitril vagy aromás nitrilek előállítása a megfelelő olefinből, illetve alkilaromásból ammónia jelenlétében végzett katalitikus oxidációval (V, Mo, Sn, U oxid tartalmú katalizátorokon). Sok melléktermék, közte hidrogénianid keletkezik.

## 6.2 Alapműveletek

Az alapműveletek az energia és anyagátadással járó fizikai folyamatok a lehetséges fáziskombinációkban. A következő táblázatban található azok az adatok, amelyek az egyes műveletek légszennyezésben elfoglalt hányadát adják meg.

Alapművelet	Alkalmazások száma	Szennyezés kibocsátási hányad %
Abszorpció	475	58,1
Mosás	543	27,9
Desztilláció	3651	10,4
Szárítás	251	3,3
Szűrés	120	0,1

### 11. Táblázat Alapműveletek kibocsátása 140 szerves anyag előállítása alapján

A NVSV folyamatokban nincs tökéletes szelektivitás, ezért nagy jelentőségűek a terméket a hulladéktól elválasztó műveletek. Az elválasztások fajtái:

- folyadék-gáz (desztilláció, bepárlás, sztrippelés),
- folyadék-folyadék (extrakció, dekantálás, centrifugálás),
- szilárd-folyadék (centrifugálás, szűrés, ülepités, szárítás, kristályosítás)
- szilárd-gáz (szűrés, ciklon, ülepités, elektrosztatikus),
- szilárd-szilárd (szitálás, elektrosztatikus, flotáció, gravitációs).

Az alapműveletek alkalmazását a kezelendő anyagok kémiai és fizikai tulajdonságai határozzák meg. A műveletek környezeti hatása az alkalmazás körülményeitől (hőmérséklet, nyomás) függ, hatékonyságuk ritkán éri el a 100%-ot ezért kibocsátással járnak, gyakran új anyagokat használnak, amik szintén kezelést igényelnek (pl. adszorbensek, szűrőanyagok).

#### 6.2.1 Abszorpció

Az abszorpciónál a folyadék fázisba beoldódik a gáz, ezt a műveletet nemcsak a termelési folyamatokban, hanem a környezetvédelmi műveletekben is használják. Az abszorpció alapulhat fizikai és kémiai kölcsönhatásokon. Az oldott gáz koncentrációja és a gáztéri parciális nyomása egyenesen arányosak. Mivel a gáz-folyadék anyagátadás viszonylag lassú, nagy reakcióterfogatokra van szükség. Az abszorpciót általában kolonnákban végzik, amikben

töltet vagy tányérok vannak, az érintkeztetés felületének növelésére, és ellenáramban vezetik a folyadék és a gáz fázist.

#### **Abszorpció környezeti hatásai**

**Levegő:** a tisztított gáz a kolonna tetejéről távozik és célszerűen újra használják, ha nem lehet, akkor további kezelést igényel.

**Víz:** A telített abszorbens a kolonna alján távozik, az oldószer regenerálható. Ha víz az abszorbens, a szennyezőket eltávolítják és így újrahasználik, ha nem akkor biológiai tisztításra viszik. Gyakran az abszorbátum a termék, pl. sósav.

### **6.2.2 Desztilláció**

A desztilláció a legfontosabb elválasztási művelet, a folyadék elpárologtatásával és kondenzációjával jár, miközben a könnyebb illetve nehezebb komponensek feldúsulnak a gőz, illetve a folyadék fázisban. A desztilláció változatait a működés módja szerint lehet megkülönböztetni: folyamatos vagy szakaszos működési mód, vákuum, atmoszférikus vagy nyomás alatti, lépcsők száma, inert gáz bevezetés, segédkomponens használata, azeotrop, extraktív desztilláció.

Az egyszerű desztilláció sokszor nem elegendő az elválasztásra, rektifikálás kell, aminél az oszlop sok egyszerű desztillációnak felel meg. A rektifikálás kolonnákban zajlik, amik lehetnek tányérosak vagy töltött oszlopok, aljuknál forraló, tetejükön kondenzáló résszel. A rektifikálásnál lehetőség van az energia visszanyerésre.

#### **Desztilláció környezeti hatásai**

A desztillációkból háromféle emisszió lehetséges: szennyezések maradnak a termékben, polimerek képződnek túlhevülés miatt, nem teljes a kondenzáció.

**Levegő:** a kibocsátások elsősorban a nem tökéletes kondenzációból adódnak. Egyéb emissziós források a kondenzátor, a gyűjtőedény, forró kiömlések, gőzkivezetések, vákuum szivattyúk, biztonsági szelepek. A kibocsátott gázok mennyisége függ a tömítetlenségtől, az inert gáz térfogattól, a beoldott gáz mennyiségtől, kondenzátor hatékonyságtól és a szerves anyagok fizikai tulajdonságaitól.

**Víz:** a vizes kibocsátások lehetnek fenék és fejtermékek egyaránt, mennyiségük függ a desztilláció és az esetleges fázis elválasztási műveletek hatékonyságától.

**Hulladékok:** a koncentrált fenéktermékeket rendszerint megsemmisítésre viszik.

### **6.2.3 Extrakció**

Az extrakció az egyik legfontosabb folyadék-folyadék elválasztási művelet, jellemző alkalmazásai:

- hasonló forrpontú komponensek elválasztása,
- nagy forrpontú anyagok kinyerése vizes oldatból,
- nagy forrpontú elegyek szétválasztása,
- hőre érzékeny vegyületek elválasztása,

- azeotrop elegyek elválasztása,
- hulladékvizek szennyezőinek kinyerése.

Az extrakcióhoz használt extraháló oldószert a kinyert anyagtól általában bepárlással választják el, visszaforgatva az extraháló szert. Néha az extrakciót desztillációval együtt használják, mint például az aromások kinyerésében. Fontosabb extraháló szerek a poláros, szénhidrogénnel kevésbé elegyedő oldószerek, mint a dimetilszulfoxid, morfolin, dimetilformamid, acetonitril. Az extrakció készülékei: mixer-settler (keverő-ülepítő), centrifugális, kolonna extraktorok, aminek az alján a nehéz, felül a könnyű fázis távozik.

#### **Extrakció környezeti hatásai**

**Víz:** Az extraháló oldószert általában visszaforgatják, a vizes fázist biológiai tisztításra viszik, miután a nagy töménységű szennyezőket kivonták. Más oldószermaradékokat általában meg kell semmisíteni.

### **6.2.4 Szilárd anyagok elválasztása**

A szilárd anyagok folyadékoktól és gázoktól való elválasztása ipari folyamatokban a termék kinyeréshez és por emissziók csökkentéséhez kapcsolható, ilyen például a katalizátorok elválasztása, vagy szilárd termékek, melléktermékek kinyerése. A berendezések gáz-szilárd rendszerekhez ciklonok, szűrők textil, papír vagy kerámia betéttel, nedves ülepítők, porleválasztók, elektrosztatikus leválasztók, venturi mosók stb. Folyadék-szilárd rendszerekhez centrifuga, szűrő, ülepítő, szárító, kristályosító műveletek és eszközök használhatóak. Az alkalmazható technika függ a szemcsék és a gázáram tulajdonságaitól, a hőmérséklettől, nyomástól, a készülék felülettől, kialakítástól.

#### **Szilárd anyagok elválasztásának környezeti hatásai**

**Hulladékok:** az összegyűjtött szilárd anyagok gyakran ismét felhasználhatóak, bár rosszabb minőségben. A szűrőanyagok gyakran megsemmisítendő hulladékok.

### **6.2.5 Adszorpció**

Az adszorpciónál a gáz vagy folyadék komponenst szilárd anyag felületén kötik meg. Az ipari adszorpciós folyamatokban a mobil fázisból választanak le komponenseket elválasztás céljából, ezek a műveletek lehetnek kezelések a szennyezés csökkentés céljára. A legjobb adszorbensek nagy felületű, pórusos anyagok, mint aktív szén, zeolitok, szilikagél, alumíniumoxid. A zeolitok azonos méretű pórusaikban elsősorban polárosabb anyagokat képesek megkötni molekula mérettől függően, az aktív szenek hidrofób jellegűek, az apoláros szerves anyagokat kötik meg jól.

#### **Adszorpció környezeti hatásai**

**Levegő:** lefűvatott gázok keletkeznek az adszorbens regenerálásakor.

**Hulladékok:** a már nem regenerálható, kimerült adszorbensek megsemmisítendő hulladékok.

## 6.2.6 Kondenzáció

Gáz-gőz elegyek komponensei elválaszthatóak folyadék vagy szilárd állapotban frakcionált kondenzációval, a paraméterek a tenziótól és a koncentrációktól függenek. Inert komponens jelenlétében 100%-os kondenzáció nem lehetséges. A kondenzációval le lehet választani értékes komponenseket hulladék áramokból, amiket hasznosítani lehet. Légszennyezők kondenzációs leválasztásánál a kellő hatékonysághoz mélyhűtésű kondenzátor kell.

<b>Kondenzáció környezeti hatásai</b>
<b>Levegő:</b> maradék, nem kondenzált komponensek.
<b>Víz:</b> a kondenzáció önmagában nem ad szennyvizet, csak akkor, ha a kondenzátum víz.
<b>Hulladékok:</b> a kondenzáció önmagában nem ad hulladékot, csak akkor, ha a kondenzátum maga hulladék.

## 6.3 A folyamat berendezései és infrastruktúrája

A NVSV üzemek fejlett infrastruktúrával rendelkeznek, amelyek összekapcsolják és kiszolgálják a termelő egységeket a hatékony, biztonságos és környezetet nem szennyező üzemmódhoz. A következő részekben a reaktorokat és a kiszolgáló infrastruktúrát részletezzük.

### 6.3.1 Reaktorok

A reaktorok a folyamatok lényegi részei, az anyag átalakító kémiai reakciók lejátszatására szolgálnak. Osztályozásuk szempontjai:

- Működési mód: folyamatos, szakaszos (NVSV folyamatokban többnyire folyamatos).
- Fázisok szerint: egy, két, több fázisú, gáz, folyadék, gáz-folyadék, gáz-szilárd, folyadék-szilárd, gáz-folyadék-szilárd.
- Reaktor alakja szerint csöves, sok csöves, fluid ágyas, kevert tank.
- Hőtani szempontból izoterm, adiabatikus, hőelvonással vagy hőközléssel működik.

A reaktorok szerkezeti anyaga szénacél vagy speciális ötvözött (hőálló, saválló) acél, esetenként titán, tantál bélést alkalmaznak.

A reaktorok tervezésénél a következő fontosabb szempontokat veszik figyelembe: reakció kinetikája, tömeg és hőátadási viszonyok, az emberi és környezeti biztonság.

Normál üzemelési körülmények között a reaktorokban a következő szennyező források lehetnek: a betáplált anyagok primer reakciói, szekunder reakciók, betáplálás szennyezői, katalizátorbomlás vagy veszteség, a reagálatlan kiindulási anyagok nem tökéletes visszacirkuláltatása. Ezzel együtt a kibocsátás ritkán származik a reaktorokból, inkább az elválasztási műveletekből. Folyadék fázisú reaktorok szellőzése, visszanyerő eszközök lefűtatásai, gáz fázisú reaktorok lefűtatásai, égetők kibocsátása, szerelvényekből az elszökő anyagok.

A reaktorok be- és kivezetései, mérő, mintavevő helyek, szerelő nyílások, keverő berendezések lehetnek kibocsátó helyek, amiknek a számát csökkenteni kell. A reaktorok lehetnek külső vagy belső hőcserélővel ellátva, a hőveszteségek csökkentésére szigetelni kell

őket. A reaktorok üritése, töltése veszteségeket okozhat, ezért a ki- és bevezetések elhelyezésével, az átöblítéssel csökkenteni kell ezeket.

### 6.3.1.1 Emisszió kezelés

Az emisszió kezelésére szolgáló berendezések a kiszolgáló infrastruktúra legfontosabb részei közé tartoznak. A sokféle kezelési technikát más BREF-ekben leírták részletesen (szennyvíz és véggáz kezelés a vegyiparban, veszélyes hulladékkezelés, hulladékégetés).

A kibocsátás kezelő technológiák erősen specifikusak. Előnyös a központi tisztító berendezések használata, mivel ezek hatékonyabbak, stabilabb működésűek. A kibocsátás elosztatását biztosítani kell a környezetben, például a megfelelő kéménymagassággal. Bizonyos kezelési technológiák a szennyeződések egyik közegből a másikba történő áttevődésével járhatnak, ennek ellenőrzésére hivatott az integrált értékelési eljárás (horizontális BREF . Kapcsolódások és gazdasági tényezők).

### 6.3.2 Energiaellátás

A kémiai reakciók és az elválasztási műveletek többsége energia igényes. Az energiaforrás és az ellátás többféle lehet: külső vagy belső termelő, helyi vagy központi egység. A berendezések lehetnek kemencék, kazánok, generátorok, hőcserélők. A kémiai reaktorok lehetnek hőfogyasztók (endoterm reakciók), vagy hőtermelők, ez utóbbiakat gőztermelésre lehet használni.

A nagyobb üzemekben többféle nyomású gőzt használnak hőközlésre, általában hőcserélőkben, a kondenzvizet közösen gyűjtik.

Az elektromos energiát szivattyúk, kompresszorok, keverők, világítás táplálására használják, ha az előállítás helyben történik, ennek leggazdaságosabb módja a kombinált ciklusú erőművek alkalmazása, ezeknél az ideális az 1:1 arányú hő és elektromos energia igény az év legalább 6000 órájában.

### 6.3.3 Hűtés

Hűtő rendszereket csak akkor tesznek a folyamatba, ha a hőintegráció minden lehetőségét már kihasználták. A hűtés elengedhetetlen exoterm reakciók megvalósításakor és bizonyos reakciók termosztálásakor. A legtöbb NVSV folyamathoz kiterjedt hűtőrendszer tartozik, hűtőközegként vizet használnak, de nő a léghűtés alkalmazása. 20°C alatt más közegek alkalmazhatók.

A hűtőrendszerek hőcserélőt, hőátadó közeget és hőleadó mechanizmust tartalmaznak. A sokféle hűtési technológiát horizontális BREF foglalja össze, alkalmazásukkor a következő szempontokat veszik figyelembe:

- Hűtőrendszer függő kondenzációs veszteségek,
- Felhasználások,
- Víz, levegőszennyezés, zaj, füst, hulladék kibocsátás,
- Kockázati tényezők,
- Speciális események miatti szennyezés,
- Tervezési, szerkezeti anyag és karbantartási feltételek,

- Berendezés leszerelés.

A hűtővizek hűtőtornyainak megfelelő működését kell biztosítani és ezt folyamatosan ellenőrizni kell.

### 6.3.4 Mélyhűtés

A mélyhűtésre van szükség azokon a helyeken, ahol a hűtővíz hőmérsékleténél alacsonyabb hőmérsékletet kell biztosítani. A hűtőgépekben ma már nem használnak freonokat, hanem környezetbarát közeget. Az üzemi hűtőkörökben általában a korábban használt sós víz helyett metanol-víz, vagy célszerűen glikol-víz elegyet cirkuláltatnak. A hűtőrendszer eresztését ellenőrizni kell folyamatosan.

### 6.3.5 Tárolás és kezelés

Az emisszió nyersanyagok, intermedierek, termékek és hulladékok tárolása során származhat a rutin műveletekből és a balesetekből egyaránt. Az anyagok előfordulnak mindhárom halmazállapotban, ettől függően a tároló berendezések lehetnek hordók, konténerek, tartályok. Az emisszió akkor is történhet, amikor a tárolókat töltik vagy ürítik.

Az integrált kémiai üzemekben jobban elkerülhető a kiömlés, mivel céleszközeik vannak az anyagok mozgására, bár a kiterjedt csővezeték rendszer is meghibásodhat.

A tárolás és anyagmozgatás közben előforduló emisszió megelőzésének módszerei az ipar minden területén elterjedtek és ezért az egyik horizontális BREF foglalkozik velük: 'Emisszió a tárolásnál' [EIPPCB, Draft#49].

### 6.3.6 Nyomáscsökkentés

Minden nyomástartó edény használata során előfordulhat olyan esemény, ami minden beépített szint, nyomás és hőmérséklet mérés és szabályzás ellenére igényli a hirtelen nyomáscsökkentést leeresztő szelepek vagy hasadó tárcsák révén. Ezek tervezésére megvannak az előírások. A kieresztett anyagáram felfogására illetve kezelésére megfelelő eszközöket kell beépíteni, ezek lehetnek megsemmisítésre (fáklya) vagy csak tárolásra (kármentő tartály) alkalmasak.

A nyomáscsökkentő biztonsági berendezéseket csak ritkán használják, ennek ellenére a karbantartásoknál és az üzem átalakításnál meg kell vizsgálni működőképességüket. Korszerű eszközökkel és műszerezéssel lehetőség van a nyomás hirtelen csökkentésére szolgáló eszközök beépítésének elkerülésére, viszont ilyen esetben alaposan elemezni kell a kockázatokat, biztosítani kell a hiba elfogadhatóan kicsi valószínűségét.

### 6.3.7 Vákuum

Csökkentett nyomást sok esetben alkalmaznak NVSV előállításánál, a vákuum igény az elvezetendő gáz, gőz mennyiségétől és a hűtés/kondenzáció mértékétől függ. Háromféle főbb vákuum előállító eszközt használnak:

- Gőzsugár szivattyú, egyszerű, megbízható, viszont zajos
- Folyadékgyűrűs szivattyú, a zárófolyadék felvehet szennyező anyagokat a gázáramból
- Száraz vákuumszivattyú, nincs kibocsátás, gyakori karbantartást igényel, nem használható potenciális robbanó anyagok kezelésénél.



A vákuum rendszerek hatékonysága a tömítettségtől nagyban függ, ezért ezt a gondos tervezéssel, használatlaltal és karbantartással kell biztosítani.

### 6.3.8 Szivattyúk, kompresszorok, fúvók

Szivattyúkat, kompresszorokat és fúvókat sok helyen használnak, ahol szükség van a gázok és folyadékok mozgatására, illetve nyomásuk fokozására. Három főbb típusuk van: centrifugális, rotációs és dugattyús. A nyomás fokozó eszközök működésénél a környezeti hatás szempontjából a legfontosabbak a tömítések és a kenés. A nagy fordulatszámú eszközöknél a forgórész kiegyensúlyozottsága alapvető fontosságú.

### 6.3.9 Csővezetékek

A folyadékok és gázok továbbítására csővezetékek használatosak. Ezek tervezése, kialakítása meghatározó a későbbi működés biztonsága tekintetében. Meghatározó a csatlakozó szerelvények, a tömítések működése. Törekednek a csőhossz és a szerelvények számának minimalizálására. Alapvető a csővezetékek rendszeres szemléje és karbantartása.

### 6.3.10 Szelepek

A szelepek a berendezéseken a fluidumok áramlását szabályozzák, illetve zárják el. Típusaik: tolózár, gömbcsap, tányérszelep, szabályzó szelep. A szelepek működtetése kívülről történik, ezért a szelepszár tömítéssel van ellátva, ennek megbízhatósága szabja meg az eresztés mértékét. A tömítések a használat közben károsodhatnak, a hő, vibráció, nyomás és a korrózió miatt. A veszteségek csökkenthetők azzal, hogy elválasztják a fluidumot a szelepműködtető rendszertől, de ezek drága és nem minden esetben használható megoldások.

A rugós szelepek jobb teljesítményt nyújtanak még hosszú távon is. A szelephibák elsősorban a hibás használatból erednek, ezért biztosítani kell a használat szabályozását és a rendszeres karbantartást.

### 6.3.11 Üzemi gázok

Az üzemekben használnak gázokat, amelyek a berendezések öblítésére, működtetésére szolgálnak, ilyenek a nitrogén, a levegő, a széndioxid. Az öblítő gázok mennyiségét a lehető legkisebbre kell csökkenteni, mert ezek szennyező anyagokat vihetnek magukkal. Ugyan akkor tekintetbe kell venni a biztonsági és egészségvédelmi szempontokat is. Természetesen a levegő csak olyan esetben használható öblítésre, ahol nem áll fenn tűz vagy robbanás veszély.

A pneumatikus működtetésű eszközök lassan kiszorúlnak a vegyiparból.

## 6.4 Menedzsment rendszerek

A menedzsment rendszerek fontos részeit képezik az általános termelési folyamatnak, így fontosak a szennyezés megelőzésben is, leírásuk az 5.1 részben található.

## 7 ÁLTALÁNOSAN HASZNÁLT FOLYAMATOK ÉS TECHNIKÁK

Az ipari szerves kémiában használt alapfolyamatokat, alapléteket és infrastruktúrát a 2. fejezetben írtuk le. A NVSV folyamatok sokfélék, emiatt, s mivel az információcsere csak néhány folyamatra terjedt ki, a bemutató folyamatok a NVSV terület csak egy részét fedik le. Az áttekintés céljára szolgál az ebben a fejezetben lévő rövid leírás sorozat, ami érinti az összes NVSV alágazatot, a folyamatokat a szerint válogatva, hogy milyen a gazdasági, környezeti jelentőségük és milyen információ hozzáférhető. A kiválasztást befolyásolta, hogy milyen az európai kapacitás az adott anyagra, a tagállamok által javasolt határérték 100 kt/év volt.

A leírások a folyamatok rövid ismertetését, a jelentősebb emissziókat és a szennyezés megelőzés és ellenőrzés módját adják meg. A leírások nem tartalmazzák az összes előállítási módot, de kiindulási alapként szolgálhatnak a BAT meghatározásához. További információkat a technológiai kézikönyvekből (Ullmann, Winnacker-Küchler) és a hollandiai NVSV folyamatok leírását tartalmazó anyagból szerezhetnek.

Acetaldehid	Etilbenzol
Ecetsav	Etiléndiamin
Ecetsavanhidrid	Etilhexanol
Aceton	Hangyasav
Acetilén	Glikoléterek
Akrilamid	Hexametiléndiamin
Akrilát	Nagyobb olefinek
Akrilsav	Izobutén
Adipinsav	Izopropilalkohol
Adiponitril	Maleinsavanhidrid
Allilklorid	Melamin
Anilin	Metakrilsav
Biszfénol-aceton	Metanol
Butén	Metilamainok
Kaprolaktám	Metiletilketon
Széndiszulfid	Metilizobutilketon
Karbonsav	Metiltercierbutil-éter
Klór-fluor-szénhidrogének	Naftalin
Klórecetsav	Oxoalkoholok
Kumol	Fenol

Ciklohexanon-ol	Ftálsavanhidrid
Ciklohexilamin	Propionsav
Dimetiltereftalát	Propilénglikol
Difenilmetán-diizocianát	Propilénoxid
Ditiokarbamátok	Piridin
Epiklórhidrin	Kveterner ammóniumsók
Etanol	Sztirol
Etanolamin	Tereftálsav
Etilacetát	Tercierbutanol
Etil-pentaklórtiofén	Tiolok
Etilaminok, izopropilaminok	Tiofén
Karbamid	Vinilacetát

## 12. Vegyi termékek folyamat leírásai

### 7.1 Kisebb olefinek

Az európai olefin termelés adatai láthatók a 13. táblázatban. A legfontosabb eljárás, a pirolízis a 7. fejezetben részletesen le van írva.

Termék	Kapacitás kt/év	Folyamat leírás
Etilén	18700	Bemutató
Propilén	12100	Bemutató
1,3-butadién	2282	Bemutató
Izobutén	374	+
1-butén	170	+
Nonén	150	
Acetilén	409	+

### 13. táblázat Kisebb olefinek európai termelési kapacitásai (2000)

Fontosabb folyamatok:

#### ACETILÉN

Az acetilén kémiai felhasználása csökken, előállítás a butándiol szintézis és a Dissous-gáz felhasználás céljára történik. Két fontosabb út van az előállítására, az egyik a kalciumkarbid száraz vagy nedves hidrolízise, a másik metán oxidatív pirolízise.

Környezeti hatások
<b>Levegő:</b> acetilén, ammónia, kénhidrogén és foszfin a generátor adagoló öblítésénél, acetilén a tisztító oszlop regenerálásakor, ammónia és kénhidrogén a mézsgödörből.
<b>Víz:</b> glikol a nyers gáz tároló tartály kondenzátumából, kondenzvíz az acetilén hűtéséből, a gáz tartály glikolos vízzárból. Kalciumklorid a szárító lefűvatójából, ammónia és kénhidrogén

a nyers acetilén mosóból.

**Hulladékok:** szén és ferroszilikátok a generátorból, króm és higany a kimerült tisztító töltetből, a méshidrárt ismét felhasználható, cementgyártáshoz, semlegesítéshez.

**BUTÉN:** a krakkolásnál és pirolízisnél keletkező C4 olefinek frakcionált desztillációjával állítják elő, a maradék desztillációs áramokat más folyamatokban hasznosítják, így nincs pont emisszió.

**NAGYOBB OLEFINEK:** ezek a C6-C20 lineáris olefinek, előállításukra két eljárás szolgál. Az egyik az etilén oligomerizációja átmeneti fém komplex katalizátorral a másik C4 könnyű olefinek és C20+ olefinek katalitikus izomerizációja és diszproporcionálása C6-C14 közbülső olefinekké.

**IZOBUTÉN:** az un. butil-kaucsuk előállítására szolgál többek között, MTBE gyártásra is alkalmazzák. A pirolízisnél keletkező C4 olefin elegyből nyerik desztillációval.

#### **Szennyvíz a kisebb olefinek előállításánál.**

A német olefin üzemek adatai szerint az olefinek gyártásánál keletkező szennyvíz mennyisége 0,1-1 m<sup>3</sup>/t termék intervallumba esik, KOI értéke 0,1-1 kg/t termék, biológiai tisztítás előtt sztrippeléssel hajtják ki belőle a szénhidrogéneket.

## **7.2 Aromások**

A következő 14. táblázatban tüntettük fel az európai aromás termelés adatait és az eljárás leírások fajtáját, ami lehet a bemutató és a rövid leírás (+):

<b>Termék</b>	<b>Kapacitás kt/év</b>	<b>Eljárás leírás</b>
Benzol	8056	Bemutató elj.
Etilbenzol	4881	+
Sztirol	4155	+
Xilolok kevert	2872	Bemutató elj.
Toluol	2635	Bemutató elj.
Kumol	2315	+
Para-xilol	1342	Bemutató elj.
<i>Ciklohexán</i>	1099	
Orto-xilol	727	Bemutató elj.
Alkilbenzolok	490	
Naftalin	289	+

#### **14. táblázat Az európai aromás termelés adatai (1996)**

**KUMOL:** benzol és propilén sav katalizált (foszforsav/szilikagél katalizátor) alkilezési reakciójával állítják elő nyomás alatt 250°C-on, benzol felesleggel, a túlalkilezett származékok visszaforgatásával.

#### **Környezeti hatások**

**Levegő:** tároló tartály gázok, lefuvatási gázok, rendszerint fáklyára küldik

<b>Víz:</b> foszforsav, szénhidrogén és amin szennyezés mosófolyadékokból
<b>Hulladékok:</b> Kimerült katalizátor és a folyamat maradékai

**ETILBENZOL:** a sztirol és a propilénoxid előállításánál szerepel kiindulási anyagként. A benzol gázfázisú vagy folyadékfázisú alkilezésével állítják elő etilénnel, alumíniumklorid vagy zeolit katalizátorokkal. A folyadék fázisú reakciónál a benzol elválasztásánál, a gáz fázisú reakciónál a katalizátor regenerálásánál keletkeznek melléktermék gázok, amiket általában elégetnek. A benzol szennyezés megakadályozása dupla tömítésekkel, a tároló tartályokból elszökő gőzök kondenzáltatásával és a szennyvizek sztrippelésével történhet.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> szénhidrogének és nitrogénhidrogének a katalizátor regenerálásából, benzol a tárolók töltése és ürítése során, elszökő anyagokból.
<b>Víz:</b> benzol a dehidratálás vízből, kondenzátumból, kezelés nedves oxidációval
<b>Hulladékok:</b> kimerült molekulaszita, zeolit katalizátor regenerálása, nehéz frakciók újra használata vagy elégetése
<b>Energia:</b> a reakció exoterm, hulladék gázok és folyadékok eltüzelhetők.

**NAFTALIN:** szerves szintézisek intermediere, kőszén kátrányból nyerik.

**SZTIROL:** az etilbenzolból dehidrogénezéssel állítják elő, keletkezik még a propilénoxid előállításánál is. A dehidrogénezés vízgőz jelenlétében vasoxid katalizátoron történik. A nyers sztirolt vákuumdesztillációval tisztítják, polimerizációt gátló adalékot adnak hozzá. A benzolt és etilbenzolt visszaviszik a folyamatba.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> hidrogén és aromás vegyületek
<b>Víz:</b> gőz kondenzátumot sztrippelni kell az aromások eltávolítására
<b>Hulladékok:</b> desztillációs maradékok, kimerült katalizátor

### 7.3 Oxigéntartalmú vegyületek

Az IPPC Direktíva az oxigéntartalmú vegyületeket a következő csoportok szerint definiálja: alkoholok, aldehidek, ketonok, karbonsavak, észterek, acetátok, éterek és peroxidok. Ezek közül választották ki a bemutató folyamatokat. A következő táblázat tartalmazza a legfontosabb oxigén tartalmú termékeket, a kapacitásokkal és hogy milyen leírásuk van az anyagban.

Termék	Termelési kapacitás kt/év	Leírás
Formaldehid	6866	Bemutató
Metil-tercier-butiléter	3159	+
Metanol	2834	+
Etilénoxid	1887	Bemutató
Fenol	1459	+

Propilénoxid	1418	+
Tereftálsav	1310	+
Ecetsav	1302	+
Etilénglikol	1210	Bemutató
Aceton	1117	+
Tercier-butanol	1098	
Ftálsavanhidrid	1008	+
Adipinsav	920	+
Akrilsav	860	+
Dimetil-tereftalát	855	+
Acetaldehid	844	+
2-etilhexanol	838	+
Izopropanol	811	+
Etanol	705	+
Vinilacetát	655	+
Akrilát észterek	645	
Biszfenol-A	598	+
n-butanol	555	+
Glikoléter	535	+
Metil-metakrilát	522	
Ecetsavanhidrid	504	+
Szorbit	458	
Propilén-glikol	447	+
Citromsav	347	
Termék	Termelési kapacitás kt/év	Leírás
n-butil-acetát	338	
Hangyasav	328	+
Etilacetát	322	+
Metil-etilketon	300	+
2-butanol	285	
Izobutiraldehid	255	
Klórecetsav	235	+
1,4-butándiol	210	
Ftálsav	180	

Maleinsav-anhidrid	176	+
Pentaeritrit	159	
Benzoésav	153	
Izobutanol	138	
Nonil-fenol	132	
Paraformaldehid	117	
Propionsav	112	+
Metil-izobutil-keton	109	+

## 15. táblázat Oxigéntartalmú vegyületek európai termelési kapacitásai

### 7.3.1 Alkohokok

**ETILHEXANOL:** a 2-etil-hexanolt a PVC lágyító dioktil-ftalát alkohol komponenseként, továbbá akrilát, nitrát és foszfát észterként használják bevonó anyagok, üzemanyag adalékok és kenőolaj adalékok előállításánál. A világ kapacitás 3000 kt/év, ennek kb. egyharmada az európai kapacitás.

A 2-etil-hexanolt butiraldehidből (ennek gyártása a homogén katalitikus hidroformilezéssel történik propilénből) állítják elő négy fő lépésben:

1. Aldol reakció és dehidratálás lúgos közegben
2. Fázisválasztás és tisztítás desztillációval, a vizes fázisok részben visszavezethetők, részben tisztítás után eleresztendők.
3. Hidrogénezés, ez gőz vagy folyadék fázisban Ni vagy Cu katalizátorokkal történhet. A megfelelő termelékenység, terméktisztaság és a kevés melléktermék képződés biztosítására a reakció kivitelezését gondosan szabályozott körülmények között végzik, amibe beletartozik az energia visszanyerés is. Általában két lépcsőben végzik a hidrogénezést a teljes konverzió elérésére, optimalizált katalizátorokkal, hidrogén felesleggel.
4. Desztilláció. Három lépcsőben választják el a könnyű termékeket, a főterméket és a nehéz komponenseket.

Az eljárásnak több változata működik, létezik olyan is, amelyben a hidroformilezést, az aldol dimerizációt és a hidrogénezést együtt végzik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Fogyasztás:</b> 1 t 2-etilhexanolra 1145 kg butiraldehid, 360 m <sup>3</sup> hidrogén és 1 kg Ni vagy Cu katalizátor fogy.
<b>Levegő:</b> a hidrogénezés és az intermedier tárolás gázait el kell égetni.
<b>Víz:</b> a kondenzációs reakcióból és a mosó lépésből származó víz csak kémiai és/vagy biológiai tisztítás után engedhető ki.
<b>Hulladékok:</b> a desztilláció fenékterméke és a kimerült katalizátor, ez utóbbi regenerálható.

**BISZFENOL-ACETON (BPA):** polikarbonát és epoxi gyanták nyersanyaga, fenol és acetone kondenzációjával állítják elő. A kétféle eljárás a savas kondenzációban használt molarányokban és a tisztítás módszereiben különbözik, azonos a termék kikristályosítása. Az eljárásokban keletkeznek nehéz kátrányos frakciók.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> savas, fenol és BPA tartalmú gázkibocsátások lehetségesek, amiket fáklyázni vagy elégetni szükséges semlegesítés után
<b>Víz:</b> a reakciótermék vizet mosás és desztillációs tisztítás után lehet biológiai tisztításra vinni.
<b>Hulladék:</b> a nehéz fenékterméket elégetik.
<b>Energia:</b> a reakció exoterm.

**ETANOL:** az ipari etanolt leginkább etilén katalitikus hidratálásával állítják elő agyag hordozós foszforsav katalizátorral 240 °C-on és 70 bar nyomáson. Az etanolt vízzel mossák ki a gázokból és desztillációval tisztítják.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> szénhidrogének a lefúvatásokból
<b>Víz:</b> lúgos és réztartalmú vizes mosófolyadék
<b>Hulladék:</b> szerves oldószerek, foszforsav és foszfátok a kimerült katalizátorból

**IZOPROPANOL:** közvetlen vagy közvetett hidratálással állítják elő propilénből, a közvetett hidratálás kénsav katalizátorral történik, keletkezik még diizopropil-éter, aceton, butanol, metil-etilketon. A termékeket desztillációval dolgozzák fel. A közvetlen hidratálás gőzfázisú, vagy folyadékfázisú, a katalizátora agyaghordozós foszforsav. A terméket a gázból vízzel mossák ki, a propilént recirkuláltatják. Az izopropanolt azeotróp desztillációval tisztítják.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> szénhidrogének a lefúvatásokból, szén, nitrogénoxidok és kén a lefúvatott gázok égetésénél, izopropanol a hűtőtoronyból, nikkal a lúgos maradék égetéséből.
<b>Víz:</b> alkoholok, ketonok, furfurol, Cu, Zn, kimerült kénsav vagy foszforsav, lúgos maradék.
<b>Hulladék:</b> kimerült katalizátorok, égető hamuja.

**METANOL:** felhasználása oldószerként, formaldehid, ecetsav és MTBE előállítására. Előállítása szintézisgázelegyből (CO+H<sub>2</sub>) katalizátoron történik, a szintézisgázt földgázból vízgőzös katalitikus bontással nyerik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a lefűjt gázokat fáklyázzák, fő kibocsátás a széndioxid és a nitrogénoxidok.
<b>Víz:</b> a szennyvizet biológiai kezelésre viszik, szervesetlen kloridok vannak benne.
<b>Hulladék:</b> a hulladékokat elégetik.
<b>Energia:</b> energetikailag semleges folyamat



**OXO-ALKOHOLOK:** az oxo alkoholok C4-C20 tartományú alkoholok, hidroformilezéssel vagy karbonilezéssel állítják elő őket. Például olefinek hidroformilezésével és ezt követő hidrogénezéssel kapják. A nehéz és könnyű párlat melléktermékeket hasznosítják. A reakciókat homogén átmenetifémkomplex katalizátorral, nyomás alatt, emelt hőmérsékleten végzik. Az aldehidek hidrogénezésére nikkel katalizátort alkalmaznak. A termékelegyet kondenzáltatják, majd desztillációval tisztítják.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> szénhidrogének a lefúvatásokból, szén, nitrogénoxidok és kén a lefúvatott gázok égésénél, butanol és szénhidrogének a véggázokban.
<b>Víz:</b> szilárd anyagok, alkoholok, aldehidek, acetálok a vizes kifolyásokban.
<b>Hulladék:</b> kimerült katalizátorok, aktívszén az adszorberből.

**FENOL:** a fenolt a biszfenol-A, fenoplasztok, kaprolaktám és alkilfenolok előállítására használják. A világon a fenol kapacitás 6400 kt/év, az európai kapacitás 2300 kt/év. A világtermelés 90%-át a kumolos eljárással állítják elő. A technológia két lépéses, az elsőben a benzolt propilénnel alkilezik kumollá, azaz izoprpopil-benzollá, célszerűen zeolit katalizátorral, a túl alkilezett származékokat visszaalakítják kumollá. A desztillációval tisztított kumolt levegővel hidroperoxiddá oxidálják, amit betöményítve kénsavval fenollá és acetonná hidrolizálnak. A melléktermék acetofenont és metilsztirolt, ez utóbbit hidrogénezés után, felhasználják. A nehéz melléktermékeket vagy krakkolják, vagy elégetik. A két lépés hozama 98,7-99,6 illetve 93%. A BAT kumolra a zeolitos alkilezés, a metilsztirol hidrogénezésére a Pd katalizátor alkalmazása.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a tipikus emisszió kg/t fenol: 0,4 propilén, 0,2 propán, 0,2 benzol, 0,9 aceton, 0,4 kumol 0,3 NO <sub>x</sub> , 0,01 SO <sub>2</sub> , 520 CO <sub>2</sub> .
<b>Víz:</b> szennyvíz, mennyisége 0,5 t/t termék, biológiai tisztítás után a fenol eltávolítás hatásfoka 99,9 %.
<b>Hulladék:</b> a fenol tartalmú textilanyagok, laboratóriumi maradékok, ioncserélők különleges kezelést igényelnek, égetéssel vagy deponálással ártalmatlaníthatók.

A másik két eljárás, amelyik a kumolos mellett még használatos a toluolból benzoésavon át, illetve a benzolból klórbenzolon átmenő reakcióút. Az előbbinél a fenol mellett nátriumbenzoát képződik.

A fenol előállítás jövőben lehetséges megoldásai: famaradékok vákuumpirólízise 500 °C-on, a kapott kb. 30% olaj frakcionálása. A másik javított eljárás a benzol és a propilén reaktív desztillációja a kumol előállítására. A harmadik lehetőség a benzol direkt oxidációja N<sub>2</sub>O-dal ZSM zeolit katalizátorral, jelenleg még kísérleti üzemi stádiumban van.

**PROPILÉNGLIKOL:** oldószerként és szerves szintézisekben használatos, propilénoxid hidratálásával állítják elő. Desztillációval tisztítják, elválasztva a dipropilénglikoltól és a tripropilénglikoltól.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> széndioxid a fő kibocsátás.
<b>Víz:</b> a szóda oldatot a szennyvízkezelőbe viszik
<b>Hulladék:</b> a savak és lúgok a biológiai tisztításra vihetők.
<b>Energia:</b> exoterm folyamat energia visszanyeréssel

**TERCIER-BUTANOL:** az MTBE gyártás alapanyaga. Több eljárásban keletkezik: izobutilén direkt és indirekt hidratálásakor, propilénoxid gyártásánál melléktermékként.

### 7.3.2 Aldehidek

**ACETALDEHID:** az etilén oxidációjával állítják elő, vizes sósavas oldatban, Pd és Cu klorid katalizátorral. Melléktermékként klórozott származékok keletkeznek, amelyek hidrolízissel elbonthatók.

### 7.3.3 Ketonok

**ACETON:** propilén oxidációjában, izopropanol dehidrogénezésében és a kumolos fenol eljárásban keletkezik.

**CIKLOHEXANON (OL):** a ciklohexán oxidációjával és fenol szelektív hidrogénezésével állítják elő. Az oxidációban melléktermékként savak keletkeznek. A szennyvíz lúgos mosólét is jelent. A katalizátor kinyerhető a savas szennyvízből, a savak egy részének kinyerése után a szennyvíz biológiailag tisztítható.

**METIL-ETILKETON:** 2-butanol katalitikus dehidrogénezésével állítják elő.

**METIL-IZOBUTILKETON:** más néven hexon, acetone önkondenzációjával majd ezt követő hidrogénezéssel állítják elő, a kondenzációhoz savas ioncserélő gyantát, a hidrogénezéshez Pd katalizátort használnak.

### 7.3.4 Karbonsavak

**ECETSAV:** három úton állítható elő.

- A. Acetaldehid oxidációja levegővel Mn és Co só katalizátorral, a keletkezett termékek desztillációs szétválasztásával. Melléktermékként metilacetát, acetone, formaldehid, hangyasav keletkezik.
- B. Könnyű szénhidrogének folyadékfázisú katalitikus oxidációja levegővel, a vizes termékelegy desztillációs szétválasztásával, főtermékek az ecetsav mellett a hangyasav és a propionsav. A reaktor lefűjt gázát szárítják és aktívszenes oszlopon tisztítják majd elégetik.

<b>Környezeti hatások</b>
---------------------------

<b>Levegő:</b> kibocsátások szénhidrogéneket, reakciótermékeket tartalmaznak. A reaktor véggázokat hővisszanyeréssel, szabályozott égetéssel ártalmatlanítják.
<b>Víz:</b> a szennyvíz ecetsavat, acetont, metanolt, acetaldehidet, propionsavat tartalmazhat.
<b>Hulladék:</b> szárítók, aktív szenes oszlopok, katalizátorok maradékai, korróziós savas maradékok nikkel, vas és króm tartalommal..

C. Metanol karbonilezése homogén katalitikus eljárás, Rh illetve Ir komplex katalizátorokat használnak, kokatalizátorként metiljodidot. A reakcióelegy feldolgozása desztillációval történik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a reaktor és a desztillációs oszlopok lefűjt gázait mosással majd égetéssel, katalitikus oxidációval ártalmatlanítják, kismennyiségű metiljodid előfordulhat.
<b>Víz:</b> katalizátor beadásnál jódtartalmú folyadék, véggázmosóból ecetsav.
<b>Hulladék:</b> katalizátor és sótartalmú desztillációs maradék.

**AKRILSAV:** manapság túlnyomórészt a propilén gőzfázisú katalitikus oxidációjával állítják elő vízgőz és levegő jelenlétében. A terméket a vizes oldatból extrakcióval nyerik ki. Az emisszió minimalizálható a hulladék víz és gáz elégetésével.

**ADIPINSAV:** az adipinsav előállítása kapcsolódik a ciklohexanon(ol) előállításához, ugyanis ennek oxidációjával nyerik, amit katalizátorral (Cu és V) és salétromsavval végeznek. A termék kristályosítással nyerhető ki.

A kibocsátások közül a legnagyobb problémát az oxidációban keletkező N<sub>2</sub>O jelenti. (300 kg/t adipinsav). A véggázok ártalmatlanítására és egyidejű hasznosítására több lehetőséget használnak ki: elégetik a dinitrogénoxidot salétromsavat állítva elő, benzol szelektív, fenollá történő oxidációjára használják. Amennyiben nincs újra hasznosítás, akkor termikus vagy katalitikus bontást alkalmaznak. A katalitikus reakcióban keletkező hőt gőz termelésre hasznosítják. A termikus bontásnál szénhidrogénnel, például metánnal együtt égetik el a dinitrogénoxidot, a keletkező hőt gőztermelésre hasznosítva szintén. Mindegyik módszer hatékonysága 94% feletti, költség szempontból a salétromsav előállítás tűnik a legkedvezőbbnek.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> N <sub>2</sub> O
<b>Víz:</b> mind a katalizátor, mind a melléktermék savak bekerülnek a szennyvízbe, ezért ioncserés tisztítás, extrakció és a mosólevek visszaforgatása lehet a megoldás, mielőtt a szennyvizet biológiai tisztításra viszik.
<b>Hulladék:</b> a ciklohexanon előállítás katalizátora, szerves desztillációs maradékok, leálláskori hulladékok, szennyezett homok, lúgos mosólé maradék.

**GLIOXILSAV:** a glioxilsavat vanillin, etil-vanillin, allantoin, ioncserélő gyanták előállításánál és gyógyszeripari intermediereként használják.

Előállítására a következő módszereket használják:

Glioxál oxidációja vizes oldatban salétromsavval, majd a reakcióelegy hűtés közbeni kristályosítása.

Acetaldehid oxidációja glioxállá, eközben keletkezik mintegy 10% glioxilsav is, minél magasabb hőmérsékleten és nagyobb koncentrációban dolgoznak, annál több glioxilsav képződik.

Etilén oxidációja salétromsavval Pd só jelenlétében glioxilsavat ad.

Maleinsavanhidrid ozonolízise alacsony hőmérsékleten. Ezzel a salétromsav kiváltható, viszont az ózon generálása drága a szükséges elektromos energia miatt.

**KLÓRECETSAV:** ecetsav klórozásával állítják elő, a melléktermék sósavat, diklórecetsavat és hidrogént visszaforgatják az eljárásba. A szennyvíz tartalmaz klórozott anyagokat, de biológiai tisztításra vihető.

**HANGYASAV:** mellékterméke az ecetsav gyártásnak, keletkezik még metilformiátból illetve nátriumformiátból.

**METAKRILSAV:** az aceton-ciánhidrin úton vagy izobutilén/tercier-butanol gőzfázisú oxidációjával nyerik. Az aceton-ciánhidrin eljárás ötlépéses, ciánhidrin képzés, hidrolízis amiddá majd savvá, fázis elválasztás és desztilláció.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a lefűjt gázok szénmonoxidot, kéndioxidot, szerves anyagokat tartalmaznak, égetésre viszik.
<b>Víz:</b> a szerves anyag tartalmú szennyvíz a vákuum rendszerből, a visszaforgató egységből származik.

**PROPIONSAV:** az ecetsav gyártás mellékterméke, illetve karbonilezéssel lehet előállítani.

**TEREFTÁLSAV:** a para-xilol oxidációjával állítják elő, ecetsav oldószerben, Co, Mn só katalizátorral, levegővel. Az oxidációt katalitikus hidrogénezés követi a melléktermékek eltávolítására. A főterméket kristályosítással nyerik ki, centrifugálással, szűréssel választják el. A melléktermék savakat és a katalizátor maradékot szilárd maradékban kapják. A szennyvizek kibocsátását külön medencében áteresztve ellenőrzik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a lefűjt gázok (oxidáló, oldószer regeneráló kolonna, abszorber, mosó, szárító) szénmonoxidot és szerves anyagokat tartalmaznak, égetésre viszik.
<b>Víz:</b> a vizes kondenzátumok, mosóvizek ecetsavat, formaldehidet, metilacetátot, para-xilolt, metanolt, toluolsavat, benzoésavat, egyéb szerves savakat és a Mn Co sókat tartalmazzák, biológiai tisztítás szükséges.
<b>Hulladék:</b> szűrési maradékok.

### 7.3.5 Észterek

**AKRILÁTOK:** akrilsav és különböző alkoholok észteresítési reakciójával állítják elő őket. Az emissziók nagyon erősen szaglanak, ezért a szennyvizet és a véggázokat is elégetik.

**DIMETIL-TEREFTALÁT:** poliészter gyanták és fotofilmelek előállítására használják, metanolos oldatban oxidálják a para-xilolt és a keletkező savat észteresítik. A folyamat több lépéses, oxidáció toluolsavvá, észteresítés toluolsav-metilészterre, oxidáció monometil-tereftaláttá, végül észteresítés dimetil-tereftaláttá. A metanolt a dimetil-tereftalát alkalmazásánál, a polimerizációnál visszanyerik és visszaforgatják.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> az oxidáló reaktorból kilépő gázt hűtik a szálló anyagok csökkentésére, mossák és aktív szénen vezetik át.
<b>Víz:</b> a szennyvizet égetik
<b>Hulladék:</b> a hulladékot égetik, az égetések véggázait szűrik és mossák.
<b>Energia:</b> exoterm folyamat energia visszanyeréssel.

**ETILACETÁT:** az etilacetátot ecetsav és etanol észteresítésével illetve acetaldehid Tyiscsenko reakciójával állítják elő.

### 7.3.6 Acetátok

**VINILACETÁT:** etilén és ecetsav oxidációs reakciójában és acetilén és ecetsav reakciójában állítható elő. Az etilén és ecetsav oxidációja szilika hordozós Pd katalizátorral meggy gőz fázisban, a terméket hűtik, az etilént visszaviszik a reakcióba. A terméket az ecetsavtól desztillációval választják el.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> szénhidrogének a reaktor körből, széndioxid az adszorpcióból.
<b>Víz:</b> nátriumacetát a semlegesített vizes kibocsátásban.
<b>Hulladék:</b> a könnyű és nehéz párlatok tüzelőanyagként használhatók.

### 7.3.7 Éterek

**GLIKOLÉTEREK:** a mono, di vagy triglikolétereket oxirán (etilén- vagy propilénoxid) és alkohol katalizált reakciójában állítják elő. A termékeket desztillációval tisztítják, a maradékokat elégetik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> szénhidrogének, etilén, propilénoxid eresztésekből.
<b>Víz:</b> biológiai tisztítás.
<b>Hulladék:</b> nem jelentős
<b>Energia:</b> exoterm folyamat.

**METIL-TERCIERBUTILÉTER:** az MTBE legfontosabb előállítási módja a metanol és az izobutilén savval katalizált reakciója. A nyers terméket desztillációval tisztítják. Betáplált elegy a finomítói C4 frakció, aminek nem reagált részét visszaviszik a finomítóba. A melléktermékeket tüzelésre használják.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> csővégi technológia gáz visszanyerő rendszerrel.
<b>Víz:</b> a szennyvizet derítéssel, szűréssel, majd biológiai tisztítással kezelik.
<b>Hulladék:</b> nincs jelentős hulladék, kimerült katalizátort külön kezelik.
<b>Energia:</b> exoterm folyamat.

### 7.3.8 Epoxidok

Etilénoxid külön szerepel a bemutató folyamatokban.

**PROPILÉNOXID:** előállítható a propilén közvetett oxidációjával (hidroperoxidok vagy persavak alkalmazásával), vagy a klórhidrines eljárással. Az ún. Oxirane eljárásban izobutánt hidroperoxiddá oxidálnak, majd katalizátor jelenlétében ezt propilénnel reagáltatják. A propilénoxid mellett tercier-butanol keletkezik. Újabban az izobutánt etilbenzollal helyettesítik, amikor is sztirolt kapnak melléktermékként.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> izobután az oxidáció és a desztilláció után, lefűjt gázok elégetése.
<b>Víz:</b> a lúgos mosásnál keletkező vizes fázis szénhidrogéneket tartalmaz, ezért a biológiai tisztítás előtt sztrippelni kell.
<b>Hulladék:</b> a katalizátor visszanyerésnél képződő szilárd anyag elégethető.
<b>Energia:</b> a reakció exoterm, gőz fejleszhető, a lefűjt gázok tüzelőanyagként hasznosíthatóak.

### 7.3.9 Anhidridek

**ECETSAVANHIDRID:** előállítására két lehetőség van, az egyik az ecetsav/ketén út, a másik a metilacetát karbonilezése.

Az elsőnél az ecetsavat keténné krakkolják, majd ezt ecetsavval reagáltatva ecetsavanhidridet kapnak, a termékelegyet desztillációval választják el.

A másodiknál a metanolt észteresítik metilacetáttá, majd ezt homogén katalizátorral ecetsavanhidriddé karbonilezik, ezt olyan üzemben alkalmazzák, ahol a metanol karbonilezését is végzik.

**MALEINSAVANHIDRID:** a maleinsavanhidridet poliészterek, fumársav, maleinsav előállítására, intermedierként növényvédő szerek előállításában és kenőolaj adalékok előállításánál használják. Kb. egyharmadát benzol, a többit C4 frakció oxidációjával állítják elő.

Benzol oxidációja. Fix vagy fluid ágyas katalitikus technológiák működnek, a katalizátorok  $V_2O_5$  alapúak, különböző promotorokat tartalmaznak. A reaktorok több ezer csövet

tartalmazzak, amik között hőelvonó közegként sóoldadékot keringetnek, amivel gőzt fejlesztenek. A kijövő gázelegyet hűtik és a maleinsavanhidridet ill. maleinsavat elválasztják.

Butén illetve bután oxidációja. A reaktor, a katalizátor hasonló a benzol oxidációjában használhoz. A promotorok tekintetében más, egyéb anyagokat is tartalmaz. A hőelvonásnál használnak nyomott vizes reaktort is. A kilépő gázokat mosás után elégetik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> az adszorber lefűjt gázai CO-t, formaldehidet, hangyasavat, benzolt, maleinsavat tartalmaznak, a benzolt aktív szenes oszlopban adszorbeáltatják és a folyamatba visszaviszik. A tárolásnál elszökő gázok, gőzök benzolt, maleinsavanhidridet, xilolt tartalmazhatnak.
<b>Víz:</b> az elfolyó szennyvíz xilol tartalmát extrahálják, a szennyvizet központi biológiai tisztítóban kezelik.
<b>Energia:</b> erősen exoterm reakció.

**FTÁLSAVANHIDRID:** orto-xilol gőzfázisú oxidációjával állítják elő szintén vanádiumpentoxid tartalmú katalizátorral. A termékelegyet kondenzáltatják, a termék szublimációval és desztillációval tisztítható.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a mosó kondenzátor, a desztilláció és az égető véggázait célszerűen katalitikus égetésre viszik, a szénhidrogén maradékokat szintén elégetik.
<b>Víz:</b> a savas mosó, a kondenzátor és a maleinsavanhidrid visszanyerő mosófolyadékai a szennyvizek.
<b>Hulladék:</b> a desztilláló oszlopok fenéktermékei.

Az oxigéntartalmú vegyületek előállításánál keletkező szennyvizek jellemzői és kezelési módszerei: a német adatok felhasználásával készült értékelés szerint az oxigéntartalmú vegyületek előállítása során keletkező szennyvizek közepes vagy nagyobb mennyiségűek (0,1-1 és 1-10 m<sup>3</sup>/t termék) és kémiai oxigén igényük is jórészt közepes (0,1-10 kg/t termék).

A nem biológiai kezelések közül az égetést, sztrippelést, desztillációt és extrakciót alkalmazzák.

#### 7.4 Nitrogéntartalmú vegyületek

Az IPPC Direktiva a nitrogéntartalmú vegyületek közé a következőket sorolja: aminok, amidok, nitrozó vegyületek, nitro vegyületek, nitrátok, nitrilek, cianátok és izocianátok.

Ezek közül az akrilnitril és a toluoldiizocianát előállítása került a bemutató folyamatok közé.

Termék	Termelési kapacitás kt/év	Leírás
Nitrobenzol	1218	
Akrilnitril	1130	Bemutató folyamat
Kaprolaktám	1095	+
Anilin	839	+

MDI	832	+
Adiponitril	500	+
Hexametilén-diamin	440	+
TDI	413	Bemutató folyamat
Melamin	270	+
Metilamin	248	+
Etanolamin	223	+
Eilénamin	138	+
Akrilamid	114	+

## 16. táblázat Nitrogéntartalmú vegyületek európai termelési kapacitásai

### 7.4.1 Aminok

Az aminok az ammóniából vezethetők le úgy, hogy egy vagy több hidrogénjét alkil vagy aril csoporttal helyettesítjük, az amin rendűségét a lecserélt hidrogének száma szerint adjuk meg, első, másod, harmad vagy negyed rendű aminok illetve ammóniumsók esetére.

### 7.4.2 Alifás aminok

**ETANOLAMINOK:** az etanolaminokat ammónia és etilénoxid reakciójával állítják elő, a reakciót emelt hőmérsékleten és nyomáson végzik, ammónia felesleggel, az etanolaminok arányát a reaktáns molaránnyal lehet szabályozni. Nagy ammónia felesleggel a mono és dietanolamin keletkezik.

**ETILAMINOK & IZOPROPILAMINOK,** előállításuk ugyanazon üzemben történik, itt is primer, szekunder és tercier aminok is keletkeznek, a piaci igényeknek megfelelően alakítják a termékösszetételt. A reaktorban ammóniát etanollal és izopropanollal reagáltatnak hidrogénező katalizátor jelenlétében, a termékelegyet desztillációval dolgozzák fel.

**METILAMINOK:** a metilaminokat ammónia és metanol reakciójával állítják elő aluminoszilikát katalizátorral, 260-320 fokon 20 bar nyomáson, a reakcióelegyet desztillációval dolgozzák fel.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a folyamat lefűjt gázait abszorpcióval tisztítják és a metilaminokat visszaviszik. Mivel az érzékelhető szagküszöb igen kicsi a metilaminokra, ezért az üzemekben külön gondot fordítanak a tárolás közbeni veszteségek minimalizálására, a tömítettségre, a szerelvények számának csökkentésére. Bio-tisztítás vagy égetés szükséges lehet a bűz elkerülésére.
<b>Víz:</b> szennyvizek keletkeznek a reakcióban és a mosókban, ezzel együtt a mosóvíz felhasználást minimalizálják. Biológiai tisztítás szükséges.
<b>Hulladék:</b> kimerült katalizátor.



**KVATERNER AMMÓNIUMSÓK:** a kvaterner sókat az aminok kimerítő alkilezésével lehet előállítani, általában tercier amint alkilhalogeniddel vagy alkilszulfáttal reagáltatnak, exoterm, szakaszos készülékben végrehajtott reakcióban.

#### 7.4.2.1 Aromás aminok

**ANILIN:** az egyik legfontosabb aromás amin, nitrobenzol katalitikus hidrogénezésével állítják elő, a nitrobenzol és anilin előállítása gyakran egy helyütt zajlik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> NO <sub>x</sub> emissziót lúgos mosással csökkentik, a lefűjt gázokat eltüzelik.
<b>Víz:</b> a lúgos szennyvizek különösen mérgezőek, mert nitrofenolokat, pikrátokat tartalmaznak. Az ártalmatlanítási technikák a levegős oxidáció, égetés vagy aktív szén adszorpció. A savas vizet semlegesítés után biológiailag tisztítják.
<b>Hulladék:</b> kimerült katalizátort (Cu/SiO <sub>2</sub> ) deponálják vagy reciklálják..

**CIKLOHEXILAMIN:** anilin katalitikus (Co, Ni, Pd, Ru) hidrogénezésével állítják elő gőz vagy folyadék fázisban.

**ETILÉNDIAMIN:** az etiléndiamint diklóretán és ammónia reakciójában állítják elő, dietiléntriámin kapnak intermediereként. Ezt lúggal semlegesítik és tovább alakítják aminná. A terméket kristályosítással és desztillációval nyerik ki, az ammóniát és a lúgot visszanyerik. Melléktermékként poliaminok, ammónium sók és vinilklorid képződnek.

Svédországban etanolaminból állítják elő a az etiléndiamint, ammóniás reakcióban, az átalakulatlan ammóniát recirkuláltatják, a terméket desztillációval tisztítják.

**MELAMIN:** (2,4,6-triamino-triazin) melamin gyanták, ragasztók és felületi bevonatok készítésére használják. Előállíthatják diciánamidból és karbamidból, diciánamidot exoterm reakcióban, folyadék fázisban oldószerben ammóniával reagáltatnak.

Karbamidot katalitikus endoterm reakcióban, nagy nyomáson alakítják melaminná, a karbamid jó része elbomlik ammóniára és széndioxidra, amit a karbamid gyártáshoz visszavezetnek.

#### 7.4.3 Amidok

Az amidokban a –CONH<sub>2</sub> csoport kapcsolódik szerves maradékhoz vagy atomcsoporthoz.

**AKRILAMID:** akrilnitril és víz reakciójával állítják elő kevert tartályreaktorban Cu katalizátorral. Hidrogénnel aktiválják a katalizátort. A terméket és az át nem alakult akrilnitrilt elválasztják és ez utóbbit recirkuláltatják.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a maradék lefűjt gázokat mosóban kezelik.
<b>Víz:</b> Cu kerülhet a katalizátorból a vízbe szűrés után.
<b>Hulladék:</b> polimer a termékből, Cu tartalmú katalizátor iszap, szennyvíziszap.
<b>Energia:</b> exoterm folyamat energia visszanyeréssel.

**KARBAMID:**  $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  műtrágyában, gyanták, ragasztók, melamin, szinezékek és bevonatok előállításánál használják. Ammónia és széndioxid folyadék fázisú reakciójában állítják elő (250 bar, 200 C fok), először ammóniumkarbamátot kapnak, az ammóniumkarbamát endoterm reakcióban elbontható karbamidra és vízre. A karbamid oldatot töményítik, a karbamidot kristályosítják és centrifugálják. Újabban légbefuvatással működő tornyokban szárítják és kristályosítják.

#### Környezeti hatások

**Levegő:** a szárító és granuláló folyamatból ammónia és karbamid por kibocsátás, ez mosó, vagy porleválasztó beiktatását igényli. Az ammónia savas mosóban megköthető, de így nem vihető vissza. A karbamid oldat bepárlásból ammónia és széndioxid kibocsátás van.

**Víz:** a reakciótermék vizet (300 kg/t karbamid) meg kell szabadítani az ammóniától és széndioxidtól.

#### 7.4.4 Nitrozó/Nitro/Nitrát vegyületek

A nitrálást két főbb vegyületcsoport előállítására használják, az egyikben a nitrogén szénatomhoz, a másikban oxigén atomhoz kapcsolódik. Mindkét csoportban előfordulnak robbanóanyagok, s ez meghatározza, hogy limitált a hozzáférhető információ a technológiákról.

A nitrálási folyamat jellemzői: sokféle kiindulási anyag és termék, nagy mennyiségű savas gázkibocsátás a folyamatból, nagy mennyiségű savat kell használni a reakciók teljességéig, NO<sub>x</sub> tartalmú gázok fejlődnek, amiket mosással kell eltávolítani, ciklonokat gyakran használnak a folyadékcseppek leválasztására.

Az aromások nitrálására leggyakrabban ún. kevert savat használnak, ami kénsav és salétromsav elegye. A nitrálást folyadék fázisban intenzív keverés mellett végzik, a jelentős hőfejlődést belső hűtéssel ellensúlyozva. A reakció végén gyakran vízzel (jéggel) hígítják a reakcióelegyet. A reaktorból savas gázok, reagálatlan nitrálószert, szerves anyagok és savas vizes fázis távozhat.

Az elválasztásnál, pl. szűrésnél, ha szilárd anyag a termék, szennyeződhet savval, kiindulási anyaggal. A kimerült savat visszavihetjük a folyamatba, ha betöményítjük, de a szerves anyag tartalmát ellenőrizni kell. A híg savas levek semlegesítésre kerülnek.

A glicerin és a cellulóz nitrálásánál, ahol tipikusan robbanóanyagok keletkeznek, a reakciót alacsony hőmérsékleten végzik, célszerűen kis térfogatban. A hűtött emulziót vízzel és nátriumkarbonát oldattal mossák. Az elválasztott savas fázist desztillálják a savak visszanyerésére. Mindezen műveletek savas folyadékot és savas gázkibocsátást eredményeznek.

#### 7.4.5 Nitrilek

Akrilnitril a legfontosabb termék, amiről bemutató anyag készült.

**ADIPONITRIL:** a nylon szintézisének intermedierje, butadiénre hidrogéncianid addícióval és akrilnitril elektrohidrodimerizációjával állítható elő. Ólomborítású acél elektródákat használnak, a reaktorból kijövő elegyet vákuumdesztillálják, az elektrolit foszfát és borát komponenseit kristályosítással nyerik vissza. Az elektrolit ólom tartalmát szulfid formában nyerik ki centrifugálással.

**HEXAMETILÉNDIAMIN:** adiponitril katalitikus hidrogénezésével állítják elő, a szekunder és terciér amin képződés visszaszorítására vagy ammóniás közeget alkalmaznak (nagy nyomás ~ 300 bar ), a másik technológiában lúgos vizes/alkoholos közegben dolgoznak. Katalizátorként Co, Fe, Ni és Ru alkalmazható.

#### 7.4.6 Cianátok/Izocianátok

A termékcsoport elsősorban a diizocianátokat jelenti.

**DIFENILMETÁN-DIIZOCIANÁT:** (MDI) poliuretán gyanták nyersanyaga. Diamino-difenilmetán foszgenézésével állítják elő, a foszgen és az amin előállítás is integrált folyamatban történik. A foszgent klór és szénmonoxid aktív szénrel katalizált reakciójában állítják elő. A diamino-difenilmetánt pedig anilin és formaldehid sósav katalizálta reakciójában nyerik. A nyers termék mosásából és a reakcióból származó vizes oldatból az anilint visszanyerik. A lefűjt gázokat kezelik. A foszgenezés véggázaiból a sósavat kinyerik és értékesítik.

A nyers MDI elegyet az oldószer klórbenzoltól három lépésben választják el, ezekben foszgent, sósavat és fenilizocianátot nyernek. Az MDI elegyet tiszta 4,4'-MDI-re, izomer elegyre és polimer MDI-re választják szét, mind hasznos termékek.

A véggázkezelőben tisztítják az összes a folyamatból származó gáznemű anyagot, ez kondenzátorból, vizes és lúgos mosóból áll. A mosófolyadékot a vízkezelőben tisztítják.

A vízkezelő két részből áll, az elsőben nyerik ki az aminokat és a metanolt, a másik szolgál a klórbenzol kinyerésére, amit elválasztással és sztrippeléssel oldanak meg. A kezelt szennyvizet a központi biológiai tisztítóba viszik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a véggáz kezelőből kijövő gázok, amelyekből az összes hasznos komponens kinyerték. Az összes folyamatból és tárolásból származó lefűjt gázt mossák mielőtt a levegőbe engednék..
<b>Víz:</b> extrakcióval és sztrippeléssel tisztítják a szennyvizet, mielőtt a biológiai tisztításra vinnék, legfontosabb szennyezés a fenol.
<b>Hulladék:</b> a klórbenzol visszanyerés égetési maradékai.
<b>Energia:</b> exoterm folyamatok, de az energia visszanyerés nem kifizetődő.

#### 7.4.7 Egyebek

**KAPROLAKTÁM:** a poliamidok egyik fő nyersanyaga, jellemzően ciklohexanonból állítják elő. A kaprolaktám üzem általában négy részből áll:

ciklohexanon előállítás, vagy fenol szelektív heterogén katalitikus hidrogénezésével, vagy ciklohexán oxidációjával,

oximképzési reakció, amiben a ciklohexanont hidroxilaminnal kondenzáltatják,

az átrendeződési reakció, amiben a kaprolaktám képződik a ciklohexanonoxim savas átrendeződésével,

a kaprolaktám kinyerés és tisztítás, ami extrakcióval és desztillációval történik.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a kibocsátások tartalmaznak szerves komponenseket a reaktánsok és oldószerek révén, ezeket általában elégetik. A szerves gáz kibocsátások a NO <sub>x</sub> és ammónia, ezeket katalitikusan bontják el. A tároló tartályok légzőit mosókba vezetik.
<b>Víz:</b> a szennyvizet sztrippeléssel kezelik, így a legfőbb szennyező a kaprolaktám. Az ammónia tartalom miatt denitrifikálás szükséges
<b>Hulladék:</b> a ciklohexanon gyártásból a kátrányt elégetik, a katalizátort regenerálják.
<b>Energia:</b> a hulladékhő hasznosítását széles körben alkalmazzák.

**PIRIDIN:** acetaldehid, formaldehid és ammónia katalitikus reakciójában állítják elő. Metilpiridinek, dimetilpiridinek a melléktermékek.

Nitrogéntartalmú vegyületek előállításánál keletkező szennyvizek jellemzése és előkezelési eljárásai:

A szennyvizek mennyisége a közepes kategóriába esik, 0,1-1 és 1-10 m<sup>3</sup>/t termék, a kémiai oxigén igény szintén a közepes kategóriába sorolható, 0,1-1, 1-10 kg/t termék.

A szennyvizek előkezelésére az égetést, sztrippelést, desztillációt és extrakciót alkalmazzák.

### 3.5 Halogénezett vegyületek

A legfontosabb halogénvegyületek európai termelési adatait tartalmazza a következő táblázat.

Termék	Termelési kapacitás kt/év	Leírás
1,2-diklóretán	10817	Bemutató eljárás
Vinilklorid	6025	Bemutató eljárás
Metilklorid	466	
Perklóretilén	434	
Metilénklorid	321	
Kloroform	318	
Epiklórhidrin	290	+
Allilklorid	244	+
Klórbenzol	233	
Tetraklóretán	205	
Triklóretilén	202	
Etilklorid	107	

#### 17. táblázat Klórozott vegyületek európai termelési kapacitásai

A klórozott vegyületek a legfontosabbak, kevés nagy volumenű brómozott származékot állítanak elő. A kereskedelmi szempontból legjelentősebb anyagok a diklóretán és a vinilklorid, illetve ezek tovább klórozott származékai, továbbá a metilklorid és a

metilénklorid, ezen kívül a fluorozott anyagok, amiket a megfelelő klórvegyületből halogén cserével nyernek.

A halogénező üzemek tipikusan nagy volumenűek, ahol a betáplált szénhidrogént elemi halogénnel vagy halogénhidrogénsavval reagáltatják, általában folytonos üzemű reaktorban, katalizátor jelenlétében. A termékelegyet desztillációval választják szét és az anyagok egy részét visszaviszik a reakcióba. Úgyszintén a reagálatlan halogént ill. vegyületét recirkuláltatják vagy értékesítik. A lefűjt áramokat kezelik, a biztonsági szelepekből kiáramló anyagot is gyűjtik és kezelik. A desztillációs maradékokat elégetik.

A halogénezési eljárások ugyan sokfélék, ezzel együtt vannak közös vonásaik a környezeti hatások szempontjából:

- -szerves halogén vegyületek potenciális forrásai, amelyek kijuthatnak a levegőbe, vizekbe illetve a talajba,
- -dioxinok képződésének lehetőségét adják,
- -különleges tárolási és kezelési technikákat igényelnek,
- -a halogénsavak, elemi halogének keletkeznek, amelyek vizes/lúgos mosást igényelnek.

A halogénezésre többféle halogénező szert használhatunk a kémiai reakciótól függően, ezeknek vannak előnyei és hátrányai. Nyilvánvalóan a kémiai, műszaki, gazdasági tényezőket a környezeti hatással együtt kell értékelni és eszerint választani.

A halogénezési folyamatban többnyire valamilyen reaktort alkalmaznak a halogénező szer és a szerves anyag reagáltatására, majd elválasztási lépések következnek a termék kinyerésre, tisztításra. A fő kibocsátások szerves halogén vegyületek, halogénsavak illetve sók.

**ALLILKLORID:** propilén klórozásával állítják elő, a melléktermékek diklórpropán és 1,3-diklórpropilén, a desztillációs elválasztás után ezeket elégetik. A sósavat kinyerik. A véggázokat vagy mossák vagy közvetlenül elégetik.

**KLÓR-FLUOR SZÉNHIIDROGÉNEK:** hűtőközegként használják őket, illetve a PTFE monomerje tartozik ide. A metán származékokat kloroformból és hidrogénfluoridból állítják elő katalizátorral. A keletkező sósavat hasznosítják. A freonok károsítják az ózonréteget, ezért gyártásukat és forgalmazásukat szabályozták.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> a véggázokat elégetik, a HF-ot vizes oldatban értékesítik. Az eresztésekből szerves anyagok, freonok, aromás halogénvegyületek kerülhetnek a levegőbe.
<b>Víz:</b> az illékony anyagokat a vizes oldatokból kiűzik, szervesetlen sók a fő szennyezők.
<b>Hulladék:</b> a használt katalizátort regenerálják.
<b>Energia:</b> endoterm reakciók.

**EPIKLÓRHIDRIN:** kétlépes vizes fázisú reakcióban gyártják, az elsőben allilklorid és hipoklorit reagálnak, a másodikban a diklórhidrin reagál diklórizopropanollal, epiklórhidrint adva. Az elválasztás desztillációval történik, semlegesítéshez meszet vagy lúgot használnak. Hipoklorit adagolásával a szennyvízhez csökkenteni lehet a kémiai és biológiai oxigén igényt.

Halogénezett vegyületek előállításával kapcsolatos szennyvizek jellemzése: a szennyvíz mennyiségek jelentősen eltérnek, ugyanígy az oxigén igény adatok is. Előkezelési technikák a sztrippelés, ülepités és a hidrolízis.

## 7.5 Kénvegyületek

A kénvegyületeket a következő csoportokba oszthatjuk: merkaptánok, szulfonátok, szulfátok, szulfidok, diszulfidok, szulfoxidok.

A legfontosabb tioalkoholok szerepelnek a kereskedelmi kemikáliák között, például a metilmerkaptán évi kapacitása Európában 150 kt. A fontosabb kéntartalmú termékek:

- Kéntartalmú aminosavak, metionin, cisztein
- Merkaptánok, metil-, etil-, butil,
- Szulfidok, dimetil, dietil,
- Tiurám szulfidok, tetrametil-tiurám monoszulfid,
- Savak, tioecetsav, tioglikolsav,
- Ditiokarbamátok, dimetil, dibutil,
- Heterociklusok, tiofén, tiazol,
- Dimetilszulfoxid,
- Lineáris alkil-benzol-szulfonátok, lineáris alkil-szulfátok, mosószeralapanyagok.

A szulfonálás két értelemben használatos, egyrészt a szulfonsav csoport bevitele aromás gyűrűre és az alkoholos hidroxil észteresítése kénsavval, ez utóbbit szokás még szulfatálásnak is nevezni. A reakciókban sokféle terméket állítanak elő, ami közös az a savfelesleg és a savas gázok kilépése.

Az aromás vegyületek szulfonálását leggyakrabban az ún. kevert savval végzik atmoszférás nyomáson, 100°C-ig terjedő hőmérsékleten. A reakció végén az elegyet vízzel vagy jéggel hígítják. A reaktorból savas gázok, felesleg szulfonáló szer, szerves anyagok és savas szennyvizek távozhatnak. Az elválasztási lépésben további nyersanyag és sav, illetve savas mosólé keletkezik, amit ártalmatlanítani kell.

Gyakran alkalmaznak kéntrioxidot szulfonálásra/szulfatálásra, például alkilszulfátok előállítására. Itt is kilépnek savas gázok, savas mosólevek, bár ezek kezelése a kéntrioxid előállításánál keletkezőkhöz hasonlóan történhet.

**SZÉNDISZULFID:** kéngőzök és szénhidrogének nagy hőmérsékletű reakciójában állítják elő, amikor a széndiszulfid mellett kénhidrogén keletkezik. A gázáramot kerozinnal mossák a CS<sub>2</sub> kivonására, a kénhidrogént Claus üzemben kénné alakítják.

<b>Környezeti hatások</b>
<b>Levegő:</b> mivel a CS <sub>2</sub> és a H <sub>2</sub> S egyaránt mérgező és kellemetlen szagú, ezért a tárolás és az üzem közbeni lefűvásokat kezelni kell, például fáklyára küldeni metánnal együtt.
<b>Víz:</b> a kigázosításból származó kondenzátumok, az olaj kénmentesítés maradéka a speciális szennyvizek.
<b>Hulladék:</b> a kéniszűrők diatomaföldet használnak, ezt időnként cserélni kell.

**DITIOKARBAMÁTOK:** széndiszulfid és aminok lúgos közegben végzett reakciójában állítják elő, fém sókkal lecsapják a Zn, Ni, Cu ditiokarbamátokat, majd szűrik.

**ETIL-PENTAKLÓRTIOFÉN:** foszforpentaszulfid és etanol reakciójában dietil-ditiofoszforsavat kapnak, majd ezt klórozzák.

<b>Környezeti hatások</b>
---------------------------

<b>Levegő:</b> a tartályokból, a reaktorból és a mosóból lefűjt gázokat elégetik.
---

<b>Víz:</b> a mosólevet időnként leeresztik, a keletkezett sósavat felhasználják.
---

<b>Hulladék:</b> a szűrőbetéteket és a klórozási maradékot deponálják.
--

**TIOLOK:** sokféle eljárást alkalmaznak az előállításukra, általában olefin és kénhidrogén katalitikus addíciós reakcióját, illetve klórbenzol és kénhidrogén reakcióját tiofenol előállítására. Tároláshoz nem lehet réztartalmú ötvözetet használni, gumi tömítések szintén nem használhatók.

<b>Környezeti hatások</b>
---------------------------

<b>Levegő:</b> a tárolás, töltés, ürítés és szállítás közben is el kell nyeletni a kifűjt gázokat, gőzöket, amire adszorbenseket használnak, vagy elégetik a bűzös anyagokat.
---

<b>Víz:</b> a tartályok mosásánál használt hipokloritot kezelni kell.
---

<b>Hulladék:</b> a kezelésnél kapott iszapot és szüredéket deponálják.
--

**TIOFÉN:** három különböző úton állítják elő, furán+H<sub>2</sub>S, C<sub>4</sub>+CS<sub>2</sub>, bután+S katalitikus reakciójában, nagy hőmérsékleten (300-600°C).

### 7.5.1 Kénvegyületek előállításának általános problémái

A kéntartalmú vegyületek előállításánál a következő általános technikákat alkalmazzák:

**Véggázok:**

- A kénhidrogént tartalmazó gázokat kénvisszanyerésre lehet vinni,
- A széndiszulfidot a gázokból kerozinnal kimossák, a maradékot elégethetik, a keletkező kéndioxidot célszerűen kénvisszanyerésre használják,
- A szennyezett levegőt égetésre viszik, de használható biotisztítás vagy szénműtrő is. Aminós, lúgos mosás is alkalmazható,
- A szagkibocsátás megakadályozására adszorpciót vagy bioszűrőket lehet használni,
- Ciklonokat használnak a folyadékcsappék leválasztására gázáramokból,
- Mivel a legtöbb kénvegyület szagérzékelési küszöbe alacsony, ezért az eresztéseket ki kell küszöbölni, például hegesztett, csatlakozás nélküli vezetékkel, zárt szivattyúkkal és mosóberendezésekkel.

**Folyadékok.**

- A folyadékok mosókból, a folyamat maradékaiból és készülékek tisztításából keletkeznek, tartalmazhatnak széndiszulfidot, kénhidrogént, merkaptánokat vagy más kénvegyületeket,

- Környezetbe kiengedés előtt többszöri tisztítást igényelhetnek,
- A gőzös vagy levegős sztrippeléssel a kifolyó levet biológiai tisztításra alkalmassá tehetjük, de ekkor a keletkező gáznemű anyagot kell megsemmisíteni,
- Kerozin tartalmú szennyvizet elválasztással kell olajmentesíteni, a szennyezett kerozint sztrippelni,
- A kimerült mosóleveket hipoklorittal vagy hidrogénperoxiddal kell kezelni, ezáltal szagtalanítás is elérhető.

**Hulladékok:**

- A hulladékok kénvegyületeket tartalmazhatnak, deponálás előtt ezektől mentesíteni kell a hulladékot.

A kénvisszanyerés fontos gazdasági és környezetvédelmi szempontból is, általában abszorpciót használnak. A szokásos abszorbensek: etanolaminok, káliumkarbonát, szulfínol és dietilglicin vizes oldatai. Ezeket az abszorbenseket jól lehet regenerálni.

A kénvisszanyerés módszere lehet a Claus eljárás, ezt nagyobb kéntartalomnál alkalmazzák. Kisebb kéntartalmú gázoknál a folyadékfázisú Stretford eljárást használják, ahol lúgos oldatban vanadátok jelenlétében oxidálják a kénhidrogént kénné.

## 7.6 Foszfor vegyületek

A foszfor tartalmú vegyületek között a fontosabbak mezőgazdaságban használt rovarölőszerek. Ezek a foszfor, foszforos vagy tiofoszforsav észterei, gyártási volumenük 100kt/év alatti.

## 7.7 Szerves fémvegyületek

A szerves fémvegyületek előállítási kapacitásai nem tartoznak a NVSV körébe, a legfontosabb ilyen anyagok az Pb, Li, Sn, Mg, Al, B alkil vagy alkoxi származékai.

Az előállításuknál fontos szempontok: erősen exoterm reakciók, oxigén és nedvesség érzékenység, vízmentes szerves oldószerek használata, szerves és fémszennyezés a szennyvizekben, kisebb hozam a mellékreakciók miatt.

Magyarországon szerves fémvegyületekkel elsősorban a gyógyszeriparban találkozhatunk, felhasználásuk kisebb tételekben történik, vagy a reakcióelegyben állítják elő őket. (pl. Grignard reakció).



## 8 ÁLTALÁNOS EMISSZIÓK

A fogyasztási és emissziós szintek minden folyamatra specifikusak, nehezen definiálhatók és kvantifikálhatók. Bizonyos becslések tehetők, de ezek az információk szűkek és csak bizonyos időszakra érvényesek.

A folyamatokból származó emisszió okai specifikusak, a legfontosabbak a következők:

- A nyersanyagok szennyeződései átalakulás nélkül végighaladnak a folyamaton és kilépnek a véggázokkal vagy a szennyvízzel,
- Levegőt, mint oxidálószer használva a kilépő nitrogént a levegőbe kell kibocsátani,
- A reakcióban termelődő víz keveredik a termékkel, elválasztást igényel,
- Mellékreakciókban melléktermékek képződnek, amiket el kell választani a főterméktől, felhasználásuk lehetséges, mint nyersanyagok, vagy mint tüzelőanyagok,
- Adalékanyagokat használnak a folyamatban, amiket nem lehet teljesen visszanyerni,
- A nem reagált kiindulási anyagok, amiket nem lehet gazdaságosan visszanyerni és felhasználni.

Az emissziók jellege és mértéke változó, de szorosan összefügg az üzem életkorával, további befolyásoló tényezők a nyersanyagok összetétele, termék választék, intermedierek fajtái, adalékok, eljárás paraméterei, emisszió megelőzési technikák használata, csővégi kezelés típusa.

A hulladék áramok minden folyamatnál változnak az idővel, függenek a működési helyzettől, ezért meg kell határozni lehetséges előfordulásait speciális üzemmódok esetén, azaz a normál üzemvitel, indítás és leállítás, karbantartás, tisztítás esetén, illetve havária szituációkban, mint a tüzek, robbanások.

Mindazonáltal a NVSV folyamatok sokféle közös tevékenységet, műveletet foglalnak magukba, ennek folytán meghatározhatók a hulladék áramok keletkezési helyei és lehetséges összetételük. A következő felsorolás ilyen általános emissziós forrásokat tartalmaz, mint egy „checklist”, amivel az ellenőrző szerv megvalósíthatja egy adott folyamat vizsgálatát.

### 8.1 Légszennyezők

A légszennyezés más és más lehet az alkalmazott folyamat üzemmódjától, nevezetesen.

- Szakaszos folyamat vizes oldatban,
- Szakaszos folyamat oldószerben,
- Folyamatos eljárás vizes oldatban,
- Folyamatos eljárás oldószerben,
- Folyamatos eljárás gázfázisban.

A szakaszos eljárásokat kisebb mértékben, a folyamatosakat gyakrabban alkalmazzák a NVSV területén.

### 8.1.1 Emissziós források

A BREF 2. fejezetében bemutatták a NVSV előállításánál alkalmazott, általános folyamat elvét. Az általános folyamat részei megfelelő keretet adnak a lehetséges emissziós forrásokról, ezeket soroljuk fel a továbbiakban.

#### Nyersanyag ellátás és feldolgozás

- Nyersanyag desztilláló és szennyeződést eltávolító, sztrippelő oszlopok lefűvései
- Előkeverő edények lefűvései (illékony szerves anyagok, szemcsés anyagok).

#### Szintézis

- Reaktorok külön szellőzése (öblítések, kondenzátorok leeresztései, leürítő edények, mosóberendezések)
- Katalizátor készíttéssel és regenerálással kapcsolatos lefűvéstések (illékony szerves anyagok, CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>)
- A biztonságos üzemelést szolgáló táguló tartályok (biztonsági szelepek, hasadó tárcsák után)

#### Termék elválasztás és tisztítás

- Az elválasztó berendezéseket kiszolgáló lefűvéstések (desztilláló oszlopok, sztrippelő oszlopok, kristályosítók, kondenzátorok)
- Szemcsés anyagok a szárításból és a szilárd anyagok feldolgozásából
- CO<sub>x</sub> és illékony szerves anyagok a tisztítóberendezésekből
- Oldószer regenerálás

#### Terméktárolás és kezelés

Részletes információ az emissziós forrásokról a tárolás BREF-ben található, általánosságban ezek a következők:

- Tartály veszteségek töltés közben, környezeti hőmérsékletváltozásból adódó légzés (főleg illékony anyagoknál, gőznyomástól függően)
- Tárolók és szállító tartályok töltése és ürítése (közúti, vasúti és vízi szállításnál)
- Tároló tartályokban használt fedő gázok
- Szállítószalagról szemcsés anyagszóródás
- Kifolyások párolgási vesztesége.

#### Emisszió csökkentés

- A véggáz égetők (fáklyák, megsemmisítők) szekunder szennyezőket tartalmazhatnak, amelyek nem voltak az eredeti hulladék áramban, továbbá füstgázokat bocsátanak ki
- A szennyvizek sztrippelésénél az oldott szerves anyagok gázfázisba kerülnek
- Illékony szerves anyagok a szennyvízgyűjtő rendszerből (csatornák, kiegyenlítő)
- Illékony szerves anyagok a szennyvízkezelőből (a biológiai tisztításnál a párolgás)
- Illékony szerves anyagok és szemcsés anyagok szilárd hulladékok tárolásából és kezeléséből.

### Energia/szolgáltatások

- A tüzelő egységeket elterjedten használják, gőzt, elektromos áramot, hőt fejlesztenek, ezek a szokásos füstgázokat (CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, porok) termelik, más szennyezőket (savas gázok, dioxinok) is, ha hulladékokat is égetnek.

### Infrastruktúra

- Eresztések, például illékony szerves anyagok, készülékekből (kompresszorok, szivattyúk) és szerelvényekből (karimák, szelepek)
- Hűtővíz, amit a folyamatból származó anyagok szennyeznek, ha áthalad a hűtőtornyokon
- A munkahelyi légtér szellőztetése elsődleges egészségvédelmi és biztonsági szempont. A szennyező koncentráció ugyan kicsi a levegőben, de a szellőztetésnél mozgatott nagy térfogat miatt az összes tömeg nagy lehet.
- Analizátorok és mintavevő helyek
- A berendezések leszívása és tisztítása karbantartás során.

### Menedzsment rendszerek

A menedzsment rendszer tökéletlenségei, a kezelők hibái olyan folyamatokat indíthatnak, amelyek az előállítási folyamat hibáját eredményezhetik, s ennek következménye lehet további emisszió is.

## 8.1.2 Szennyezők típusai

A légszennyezők fő típusai a NVSV folyamatokból az illékony szerves anyagok, emellett jelentős emissziót képviselnek a szemcsés anyagok, savas gázok és füstgázok.

### 8.1.2.1 Illékony szerves anyagok (VOCS)

VOCS emisszió jelentős környezeti terhelést jelent, mivel potenciális ózonképző, ózonréteg károsító, általános felmelegedést elősegítő, mérgező, karcinogén, bűzös anyagok lehetnek benne. Ezért a VOCS emisszió megelőzése az egyik legfontosabb szempont a NVSV folyamatokban.

A VOCS meghatározás különböző anyagcsoportokat jelent, magában foglalja mindazokat a szerves anyagokat, amelyek a levegőbe jutnak gázállapotban, legyenek azok szénhidrogének, vagy funkcionális szénhidrogének. Tulajdonságaik és ezzel ellenőrzésük szükségessége nagymértékben változó, ezért rendszerezésükre kategóriákat alakítottak ki, káros hatásuk mértékétől függően.

A német TA-LUFT osztályozási rendszert számos tagállam használja, mint alapot az engedélyezésnél, törvénykezésnél és irányításban. Ez az alapja az Egyesült Királyságban alkalmazott rendszernek is, ami három osztályt határozza meg a VOCS-nak és hozzárendeli a megelőzés és ellenőrzés megfelelő szintjét is az egyes osztályokhoz. A három osztály a következő:

- Egészségre különösen káros-mint a benzol, vinilklorid, 1,2-diklóretán
- A osztályú vegyületek, amik jelentős környezeti kárt okoznak, mint az acetaldehid, anilin, benzil-klorid

- B osztályú vegyületek, amiknek kisebb környezeti hatásuk van.

VOCS-ként definiálhatjuk azokat az anyagokat, amelyeknek a gőznyomása nagyobb, mint 0,3 kPa 20°C-on (ez közel van az USA-ban használt definícióhoz, amit a tömítetlenség vizsgálatánál alkalmaznak). Ezt az értéket az USEPA határozta meg két dolog alapján:

- A nehezebb termékek szivárgása általában kicsi és szemmel észlelhető
- A beszívásos érzékelő módszer nem megfelelő nehéz termékeknél.

Egyes VOCS erős szagúak, mint például az aldehidek, merkaptánok, aminok és más kénvegyületek. Ez szükségessé tehet szigorúbb megelőzési intézkedéseket (nagyobb integritású berendezéseket) és a veszteségek csökkentését.

VOCS a következő helyekről származnak: a folyamat lefűvései, tárolási és szállítási műveletek, eresztések, időszakos lefűvések. A legnagyobb a veszteség ott lehet, ahol a reaktánsok gázok, ez elérheti a teljes termelés 2%-át is. A VOCS pontforrásait jól ellenőrizhetővé tették az utóbbi években, az eresztések, elszökő anyagok jelenleg a kibocsátások fő forrásai.

Bizonyos alapfolyamatokban (hidroformilezés, klórozás, dehidrogénezés, kondenzáció, oxiklórozás, hidroklorozás) a reaktorok nagy VOCS emissziós faktorok, de a kibocsátások nagy kalorikus értéke lehetővé teszi a csökkentést égetéssel. Más alapfolyamatokban (aminálás, ammonolízis, hasítás, észteresítés, fluorozás, hidratálás, semlegesítés, oligomerizáció, foszfénezés, pirolízis, szulfurizálás) nem jelentős a reaktor lefűvés, viszont jelentős VOCS emisszió lehet a következő desztillációs lépésekben.

### 8.1.2.2 Szemcsés anyagok

Általában a szemcsés anyag kibocsátás nem jellemző a NVSV előállításra, egyébként a következő tevékenységekből származhat:

- Szilárd nyersanyag előkészítése
- Szilárd termékek szárítása
- Katalizátor regenerálás
- Hulladékkezelés.

### 8.1.2.3 Füstgázok

A füstgázok egyrészt primer forrásokból (kemencék, kazánok, turbinák, motorok), másrészt szennyezés csökkentő műveletekből (megsemmisítők, fáklyák) származnak. Amíg a kemencék hozzárendelhetők egy eljárásához, addig a gőz és elektromosság előállító egységek egy egész telepet kiszolgálnak, így emissziójuk nem rendelhető hozzá egyszerűen egy eljárásához.

A tüzelő berendezések által képzett emisszió (CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>O, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, korom) összefüggésben van a tüzelés paramétereivel és a tüzelőanyag összetételével.

A szokásos tüzelőanyagok a NVSV iparágban a földgáz és a folyamatokból kikerülő, alacsony forrpointú frakciók (H<sub>2</sub>, szénhidrogének). Általában a gáz halmazállapotú tüzelőanyagok tisztán, kis emisszióval égethetők. A kén és nitrogén tartalmuk kicsi, ezért a SO<sub>x</sub> és NO<sub>x</sub> kibocsátásuk is viszonylag kicsi. Az emisszió növekszik, ha a levegőt előmelegítik, ezzel az NO<sub>x</sub> termikus képződését növelik. Hasonló a helyzet a nagy hőmérsékletű kemencékben, amikben a termikus NO<sub>x</sub> emisszió nagyobb.

A NVSV folyamatokban folyékony tüzelőanyagokat is használnak, ezek a kémiai eljárások nehéz frakciói és a gázolajok, tüzelőolajok. Az emisszió elsősorban a szennyeződéseiktől függ, különösen a nehéz fűtőolajok okoznak por és nehézfém emissziót, NO<sub>x</sub> és SO<sub>2</sub> kibocsátást, nagyobb esetükben a korom képződés is.

#### 8.1.2.4 Savas gázok

Leginkább a sósav és hidrogénfluorid képződés fordul elő halogénezési eljárásokban, halogénező szerek kibocsátása is lehetséges.

#### 8.1.2.5 Dioxinok

Poliklórozott dibenzodioxinok, poliklórozott dibenzofuránok és poliklórozott bifenilek keletkezhetnek szennyezőként bizonyos eljárásokban, ahol klórt használnak. Dioxinok előfordulhatnak klórozott anyagok megsemmisítésénél, ha az üzemelés körülményei nem megfelelőek.

### 8.2 Víz szennyezések

A víz szennyezések eltérőek lehetnek a következő folyamatokra:

- Nem vizes eljárások
- Eljárások, ahol a folyamatban használt víz gőzként, hígítóként vagy abszorbeáló közegként használatos
- Eljárás folyadék fázisú reakcióval
- Szakaszos eljárások, ahol a vizet berendezések tisztítására használják.

A NVSV eljárásaiban a szakaszos eljárások kivételével a többit használják.

#### 8.2.1 Emissziós források

Az általános NVSV folyamat leírás használható megoldást kínál a víz szennyezések azonosítására. Figyelmet kell fordítani nemcsak a felszíni vizekbe történő, hanem a talajvízbe jutó szennyezésekre is.

A források a következők:

##### Nyersanyagellátás és feldolgozás

- Tároló tartályok túlfolyása
- Edényzetek összecserélése

##### Szintézis

- víz hozzáadás, mint oldószer vagy hordozó
- víz képződik a reakcióban
- víz van jelen a nyersanyagban
- a folyamatból származó eresztés vagy tisztítási áram, azaz anyalúgok
- szerves gőzök kvencselésénél

##### Termék elválasztás és tisztítás

- termék mosásához használt víz, szerves anyagokkal szennyeződik
- kimerült semlegesítő oldatok, savas vagy lúgos
- ioncserélők regenerálásából
- oldószer visszanyerésből

### **Terméktárolás és kezelés**

Részletes információ az emissziós forrásokról a tárolás BREF-ben található, általánosságban ezek a következők:

- tartály túltöltés
- töltés és ürítés közbeni kifolyások
- tárolók és vezetékek kilyukadása
- hordók és dobok tökéletlen zárása

### **Emisszió csökkentés**

- a kifolyások (lúgos vagy savas) semlegesítésre használhatók
- levegő csökkentő rendszerek, kimerült mosó folyadék
- iszapok vízmentesítése
- mosóvíz a hordók tisztításából.

### **Energia/szolgáltatások**

- víz-hűtő rendszerek szénhidrogén szennyezése
- kazántápvíz szivárgás, ami korróziós inhibitorokat tartalmaz
- szivárgás a víz sótalanításnál
- hűtő rendszer meghibásodás
- kondenzvíz, ami szerves anyaggal szennyeződött készülék kilyukadás miatt

### **Infrastruktúra**

- tisztítási műveletek, készülékek, csövek, tárolók kimosása hozzáférés biztosítására
- tűzoltó víz
- esővíz, tetőről és kültéri eszközökről
- diffúz források, lyukadás, eresztés
- kenőolaj mechanikus berendezésekből
- a kondenzvíz szennyeződése vákuum előállító gőzsugár ejektorokban
- víz a vízgyűrés vákuumszivattyúkból
- csővezetékben előforduló kondenzátum
- általános szennyvíz hivatalokból, étteremből, laboratóriumokból
- vízfüggönyökből, amit szénhidrogén és savas gáz lekötésére alkalmaznak.

### **Menedzsment rendszerek**

A menedzsment rendszer tökéletlenségei, a kezelők hibái olyan folyamat hibákat eredményezhetnek, aminek következménye lehet emisszió.

## 8.2.2 Szennyező anyagok típusai

A szennyezők a folyamat által meghatározottak, de bizonyos általános kibocsátások jellemzőek a NVSV folyamatokra:

- olaj és szerves anyag emulziók, vagy külön fázis formájában vízben, az olajat széles körben használják, a szerves anyagok lehetnek a nyersanyagok, melléktermékek, oldószerek
- biológiailag lebontható szerves anyagok (BOI méri ezeket)
- nem lebontható szerves anyagok (KOI, teljes szén, szerves halogén tartalom jellemzi ezeket)
- illékony szerves anyagok
- nehézfémek, katalizátorok használatából
- nitrogén és foszfor tartalmú vegyületek, amiket a folyamatban használtak
- savas/lúgos kifolyások
- szuszpenzióban lévő szerves anyagok
- hő.

## 8.3 Hulladékok

### 8.3.1 Emissziós források

A hulladékok specifikusak a folyamatot tekintve, de a legfontosabbak megismerhetők a folyamatból, a szerkezeti anyagokból, a korróziós folyamatokból, a karbantartásban felhasznált anyagokból. Általánosságban a következők lehetnek hulladékok:

#### Nyersanyag ellátás és feldolgozás

- nem a specifikáció szerinti nyersanyagok

#### Szintézis

kimerült katalizátor, katalizátorhordozó, a katalizátorok elhasználódása kémiai vagy fizikai folyamatok következménye, az összetételük sokféle és ipari titkot képezhet, ha nemesfémeket tartalmaznak, azokat mindenképpen visszanyerik

- leálláskor képződő hulladékok, szerves maradékok
- készülékek belsejében képződő korróziós és eróziós termékek, például rozsdá

#### Termék elválasztás és tisztítás

- kimerült, tisztításhoz használt anyagok, mint szárítószer, derítő anyagok, ioncserélő gyanták, szűrési segédanyagok.
- nemkívánatos melléktermékek
- a folyamatban keletkezett maradékok, desztillációs fenéktermékek, iszapok, lehetnek értékesek más folyamatokhoz, vagy el lehet tüzelni őket

- kimerült reagensek, például oldószerek, amelyek visszaforgathatók
- nem specifikáció szerinti termékek.

### **Terméktárolás és kezelés**

Részletes információ az emissziós forrásokról a tárolás BREF-ben található, általánosságban ezek a következők:

- használt csomagoló anyag
- termék polimerizáció tároló tartályokban

### **Emisszió csökkentés**

- adszorbensek használata a kifolyások felitatására
- légszennyezés csökkentés szilárd termékei, por, szűrőzsákok
- vízszennyezés csökkentés

### **Energia/szolgáltatások**

- hamu és korom tüzelőberendezésekből

### **Infrastruktúra**

- leszerelt berendezések
- építési anyagok, fém, beton, szigetelés
- irodai, éttermi, laboratóriumi hulladékok
- használt tisztító szerek
- használt olajok
- használt hőközlő folyadékok.

### **Menedzsment rendszerek**

A menedzsment rendszer tökéletlenségei, a kezelők hibái olyan folyamat hibákat eredményezhetnek, aminek következménye lehet emisszió.

## **8.3.2 Szennyezések típusai**

A hulladékok formája szilárd anyagoktól egészen a vizes oldatokig terjedhet, milyenségük a folyamattól függ. A hulladékok veszélyesek is lehetnek mérgező szerves anyag tartalmuk vagy nehézfém tartalmuk miatt.

## **8.4 A fogyasztást és emissziót befolyásoló faktorok**

Ebben a BREF-ben bemutatott emissziós és fogyasztási adatok széles határok között mozognak és ezért az üzemek teljesítményének összehasonlítása nehéz. A változatosságot a sokféle tényező hatása magyarázza. Ezeknek a befolyásoló tényezőknek az ismerete fontos, hogy értelmezhesük a fogyasztási és emissziós adatokat.

### **8.4.1 Az üzem határ definíciója és az integráltság mértéke**

Az üzemet általában úgy írjuk le, mint ami készülékekből épül fel, amelyek a „belső” illetve „külső” üzemi határokon belül vannak. Ezek a definíciók nem szigorúan veendőek, az egész telephely adottságaitól függenek, amin belül az üzem elhelyezkedik.



Bizonyos telephelyeken a termelési tevékenységek közvetlenül összekapcsolódhatnak a vizsgált üzemmel, más helyen viszont ugyanezek a tevékenységek különálló üzemekben folynak, fizikailag elválasztva, másik cég által működtetve.

A NVSV folyamatok igénylik az elsődleges szolgáltatásokat (gőz, elektromos energia, hűtővíz) és a lehetőségét a szennyvíz és véggáz kezelésnek. Csak kevés esetben önállóak a NVSV üzemek. Tipikus az, hogy a NVSV üzemek petrokémiai vagy finomítói komplex részei, a szolgáltatásokat a közös egységek biztosítják (erőmű, kazán, szennyvíz telep, fáklya).

A más egységekkel való integrálás lehetőséget ad a melléktermék és hulladék áramok hasznosítására, visszanyerésére, ezáltal csökkentve a deponálási igényeket.

#### **8.4.2 Az emissziós bázis meghatározása**

Annak ellenére, hogy a gyártókat sűrűn kötelezik adatszolgáltatásra az emisszióról az ellenőrző hatóságok, nincs szabványos alap az adatok idézésére. Az adatok lehetnek aktuális emissziók vagy tipikus szintek. Ezért az adatok vagy tartalmazzák vagy nem a fontosabb működési zavarokkal kapcsolatos kibocsátásokat, mint amilyenek az üzemzavarok, indítások, leállások. A jelentések hiányosak abból a szempontból is, hogy a hulladékokat maga a gyártó vagy külső cég dolgozza-e fel, továbbá, hogy a hulladék a helyi szabályok szerint veszélyesnek vagy nem-veszélyesnek minősül-e.

#### **8.4.3 Mérési technikák**

Mivel az emissziók mérésére és jelentésére nincsenek szabványos módszerek, nehéz az összehasonlítás. Sok komponens nehéz mérni, ezért empirikus, modell vagy tervezési információ alapján végzett számítás eredményére hivatkoznak. Például elszökő anyagmennyiségeket lehet mérni vagy becsülni a lehetséges emissziós pontok számából és az adott fluidum szabványos emissziós faktorából. Valószínűsíthető az is, hogy a szénhidrogének fáklyázása nem 100%-os hatásfokú, még sincs gyakorlati módszer az elégetlen anyagok meghatározására. A különböző mérési és jelentési eljárások igen különböző emissziós szint értékekhez vezetnek ugyanazon tevékenységekre is.

#### **8.4.4 Hulladékok definíciója**

A hulladék definíciója jelentős hatással lehet a jelentett emissziókra és az üzemek összehasonlítására. Például bizonyos helyeken az esővizet hulladékként kezelik, mivel áthalad mindazokon a helyeken, ahol az üzemi víz. A szilárd hulladékok keletkezése és lerakása különösen bonyolult, mivel sok üzemeltető teljes információt kell adjon a speciális hulladékokról, más veszélyes hulladékokról, kimerült katalizátorokról, szárítószerokről, fémhulladékról, csomagolóanyagokról, általános szemétről, irodai hulladékról. Más helyen viszont csak a fentiek bizonyos kategóriáiról kell jelenteni. Bizonyos esetekben a kimerült katalizátort más helyen regenerálják, azaz visszanyerik nemesfém tartalmát, ilyenkor nincs deponálás, nehéz az értékelés. Hasonlóképpen a nagymértékben integrált telepeken úgy tűnik, hogy kevesebb hulladék képződik, feltehetően, mert több lehetőségük van a hulladék áramok feldolgozására valamilyen terméké.

#### **8.4.5 Telep elhelyezkedése**

A telep elhelyezkedése hatással van a folyamatra, s így az emissziók minőségére és mennyiségére. Ez összefüggésben van a helyi környezeti szempontokkal, megszorításokkal és környezeti keresztthatásokkal. Például parti üzem felhasználhat tengervizet hűtésre,

nagymértékben befolyásolva ezzel a szennyvíz kibocsátást. Egy ilyen parti üzem a kénmentesítést megoldhatja oly módon, hogy az elválasztott kénvegyületet oxidációval szulfáttá alakítja és semlegesítés után a tengerbe ereszt, míg szárazföldi helyen teljes égetés szükséges, s ennek  $\text{SO}_2$  kibocsátás az eredménye, míg a parti üzemben ez zéró.

## 9 A BAT MEGHATÁROZÁSÁNÁL TEKINTETBE VEENDŐ TECHNIKÁK

A BREF ezen fejezete általában a vizsgálandó folyamatból származó emissziók megelőzése és ellenőrzése technikáit tartalmazza, ez viszont nem lehetséges anélkül, hogy rendelkezünk részletes információval minden NVSV folyamatról. Ezért ez a fejezet áttekintést ad a hozzáférhető technikákról és alkalmazásukról a NVSV folyamatoknál. A fejezet tanulmányozásakor figyelemmel kell lenni más horizontális BREF-re is, különös tekintettel a szennyvíz és véggáz kezelést tárgyaló részekre, amelyek leírják a vegyiparban használatos technikákat.

A legtöbb esetben, a folyamatokban azáltal érik el a környezet védelmét, hogy kombinációban alkalmazzák a fejlesztést, tervezést, a folyamatba integrált technikákat és a csővégi technikákat. Bizonyos technikák alkalmazása egyszerűbb új üzemeknél, mások jobban illeszkednek meglévő üzemekhez.

A fejezetben áttekintjük a technikákat, amelyek a menedzsment rendszerekre, szennyezés megelőzés, ellenőrzésre vonatkoznak.

### 9.1 Menedzsment rendszerek

A NVSV folyamatokban a menedzsment rendszereknek központi szerepük van a környezeti hatás minimalizálásában. A legjobb környezeti teljesítményt általában a legjobb technológia leghatékonyabb üzemeltetésével érik el. Az IPPC Direktíva szerint a „technika” definíciója *„ahogy a technológiát alkalmazzák, ahogy az üzemet tervezték, felépítették, karbantartják, üzemeltetik, leállítják”*.

A Környezetközpontú Irányítási Rendszer (KIR) a teljes menedzsment rendszer része, tartalmazza a szervezeti struktúrát, felelőségeket, gyakorlatot, eljárásokat, folyamatokat, forrásokat, amelyek a környezeti politika fejlesztésére, megvalósítására, felülvizsgálatára, ellenőrzésére szolgálnak. Ez ott a leghatékonyabb, ahol a KIR a menedzsment rendszer szerves részét képezi, mindegyik üzemre a helyi adottságok figyelembevételével kell meghatározni.

A KIR előnyei:

- A cég környezeti dolgainak jobb átláthatósága,
- A döntéshozatal jobb alapokon nyugszik
- Az alkalmazottak motivációja
- Működési költségek csökkentésének és a minőség javításának jobb lehetőségei,
- Jobb környezeti teljesítmény
- Jobb cégimage,
- Biztosítási, kártérítési költségek csökkentése
- Nagyobb vonzerő
- Jobb viszony a hatóságokkal és környezetvédőkkel.

A hatékony környezet menedzsment magában foglalja a folyamatos javítását a környezeti teljesítménynek. A leghatékonyabb, ha elfogadják a menedzsment szabványokat (mint ISO). A következőkben a NVSV területén hatásos menedzsment technikákat ismertetjük.

#### 9.1.1 Menedzsment elkötelezettsége

A kitűnő környezeti menedzsment teljesítmény elérésének két feltétele van: a környezeti stratégia kialakítása és az elkötelezettség ennek megvalósítására. A CEFIC erre vonatkozó javaslatának fontosabb pontjai:

- Elkötelezettség a törvényi rendelkezések betartására és együttműködés a hatóságokkal,
- Az alkalmazottak és a társvállalkozások ismerik és végrehajtják a feladatokat,
- Nyílt párbeszéd folyik a cégen belül és külső partnerekkel
- A tevékenységek, termékek és folyamatok egészségi, biztonsági és környezeti hatásait ismerik és figyelembe veszik.

Az elkötelezettséget bizonyítja például környezeti jelentés készítése. Egyes cégek nemcsak a formális elkötelezettség szintjén működnek, hanem az ún. „zöld gondolkodás” jellemzi őket, ami például a megújuló források felhasználására, hulladékok újra használatára vonatkozik.

### 9.1.2 Szervezet és felelősség

A menedzsment minden szintjét be kell vonni a jó környezeti teljesítmény megvalósításába, a környezeti gondolkodás ugyanúgy része kell legyen az alkalmazotti gondolkodásnak, mint a költséghatékonyság vagy a biztonság. Minden alkalmazottnak tudnia kell a környezet védelmével kapcsolatos feladatát, viszont a vezetésnek kell biztosítania a szükséges személyzetet az üzem működtetéséhez.

A jó teljesítményhez szükséges az üzem működtetésének teljes leírása, ezen belül kiemelten a nagyobb kockázattal jellemezhető feladatok, például műszakváltáskor a közlendők. Az eljárások minőségbiztosítása és időszakos megújítása feltétlenül szükséges.

Ki kell alakítani a felelősségre vonás folyamatát, amit ellensúlyozni kell a korábbi üzemi balesetek, haváriák nyílt vitában történő megvitatásával.

Egyéb jó intézkedések:

- cselekvési terv balesetek esetére
- a korábbi hibák feltárása, tanulságokkal
- környezeti ügyek felelősségi rendszerének kialakítása
- helyi környezeti feladatok kidolgozása a társasággal összhangban
- az alkalmazottak értékelésében a környezeti tevékenység értékelése
- minden értekezleten szerepeljen környezeti téma.

A menedzsment rendszer értékelésében érvényesíteni kell a környezeti tevékenység eredményességét is, annak általános értékelésével.

### 9.1.3 Képzés

A személyzet képzésénél fontos a környezeti kérdések tárgyalása is, tisztában kell lenniük a környezeti törvények követelményeivel, s azzal, hogy saját tevékenységük hogyan befolyásolja a teljesítést. A képzést igazolni kell. Vannak a képzésnek kevésbé formális lehetőségei is, mint például faliújságok, üzemi lapok, vagy a környezeti tevékenységgel kapcsolatos javaslatok bátorítása, díjazása.

### 9.1.4 Folyamattervezés és fejlesztés

A meglévő folyamatok vagy berendezések módosításakor a cégeknek írásban kell rögzíteni mindent, követni a hazai és nemzetközi szabványokat.

A kutató-fejlesztő részlegeknek fontos szerepük van a tisztább technológiák kifejlesztésében. Hasonlóképpen a tervezés folyamán érdemes már megvizsgálni a legjobb megoldást, ami a kibocsátások megelőzésére szolgálhat.

A megfelelő tervezés és üzemeltetés ellenére előfordulhatnak nem szokásos viszonyok a működésben, amikor az emissziók nagyobbak, ezért is szükséges ezek számát és időtartamát minimalizálni. Az okok lehetnek energia kimaradás, biztonsági szelepek működése, zavarok a berendezések, környezetvédelmi rendszer működésében, helytelen üzemelés.

A nem szokásos működési viszonyok hatása minimalizálható, ha részletes veszély és kockázat elemzést végzünk, aminek nyomán meghatározhatók azok az események, amelyek a hibákat okozzák. Ezután lehet meghatározni a szükséges biztonsági intézkedéseket, amik lehetnek technikai és menedzsment jellegűek.

A technikai intézkedések lehetnek:

- A biztonsági szelepek csatlakoztatása a fáklyára vagy kármentő tartályokba
- A kifolyások bevezetése kármentő tartályokba a vízkezelő rendszer védelmére
- Termelő egységek másodlagos szennyezésének elkerülése

A tervezés során már foglalkozni kell az üzem leállítási feladataival, mivel az jelentős szennyezéssel járhat. A megelőzés érdekében a teendők:

- Föld alatti szerkezetek elkerülendők
- A szétszerelést egyszerűsítő szerkezetek
- Földfelszín közeli leeresztések
- A berendezések kialakítása oly módon, ami minimalizálja a benne maradt anyagmennyiséget és lehetővé teszi a kimosást
- Önálló, flexibilis egységek tervezése, amik lehetővé teszik a szakaszonkénti zárást

### 9.1.5 Ipari tervezés és logisztika

Az üzemben belül használt technikák mellett fontosak a környezettel való kapcsolatok, amiket új üzem tervezésekor figyelembe kell venni:

- Vevők és ellátók távolsága
- Hőintegráció szomszédos üzemekkel
- Melléktermékek vagy hulladékok visszaforgatása vagy hasznosítása szomszédos cégek által
- Kiszolgáló egységek közös felhasználása
- Infrastrukturális kapcsolatok
- Elhatároló zónák létesítése

### 9.1.6 Folyamat ellenőrzés, szabályzás

A hatékony szabályzás nemcsak a stabil működést és hozamot biztosítja, hanem szükséges a jó környezeti teljesítmény eléréséhez is. A folyamat működtetőjének bizonyítani kell, hogy az üzem minden működési mód mellett szabályozottan dolgozik, azonosítani kell a kulcs paramétereket: ezek lehetnek általában az áramlás, nyomás, hőmérséklet, összetétel, mennyiség.

Minden működési módhoz hozzá kell rendelni a megfelelő szabályzási eljárásokat, ezeket időnként felül kell vizsgálni, a tapasztalatokat beépíteni.

A folyamatot megfelelő műszerezéssel kell ellátni, rögzíteni kell a mért adatokat. A korszerű szabályzó rendszerek képesek a beavatkozásra vagy az automatikus leállításra rendellenes üzemelés esetén.

Az üzem indítások és leállások során mindig több az emisszió, ezért ezeket minimalizálni kell.

A személyzetnek tisztában kell lennie rendellenes működés környezeti hatásaival és a szükséges intézkedésekkel, amikkel a biztonság megőrizhető. Ezt megfelelő tréninggel lehet elérni, amiben éles gyakorlatok is szerepelnek.

A rendellenes működést analizálni kell az okok feltárására, és olyan intézkedéseket kell hozni, hogy ne forduljanak elő ismét. Nem a hibáztatás a lényeg, hanem a hiányosság feltárása!

A NVSV termelő üzemek gyakran SEVESO II direktíva hatálya alá esnek, ami szerint a működtetés feltételei között szerepelniük kell a balesetek megakadályozása és következményei csökkentése módszereinek is. A SEVESO II direktíva előírja biztonsági jelentés készítését, tartalmazza a működtető politikáját a nagyobb balesetek elkerülésére és ennek a politikának a megvalósítási módját.

### 9.1.7 Karbantartás

A karbantartás fontos tevékenysége megelőző és beavatkozó intézkedésekből áll. A megelőző tevékenység különösen fontos a környezeti teljesítmény szempontjából, meghatározott gyakorisággal kell végezni, aminek szükségességét a meghibásodási gyakoriságból lehet meghatározni. Egyértelmű felelősségi rendszer kell tartozzon ehhez. A beavatkozó tevékenység minimalizálható a személyzet ébersége esetén.

A berendezés tisztítás fontos része a karbantartásnak, elvégezhető kémiai és mechanikus módszerekkel, fokozott figyelmet igényel a kijövő mosólé kezelése.

A berendezések módosítása gyakran összekapcsolódik a karbantartással, ekkor az újraindítás előtt fokozott ellenőrzésre van szükség.

### 9.1.8 Monitorozás

A monitorozás az IPPC folyamatok közös tevékenysége, horizontális BREF rendelkezik róla, ami megadja a mintavétel és elemzés módszereit.

A monitorozás fontos tevékenység, viszont költséges, ezért célját pontosan meg kell határozni. A következő területeken végezhető monitorozás:

- Folyamat szabályzás és optimalálás
- Külső kezelés hatékonysága
- Emisszió monitorozás
- Normál környezet minőség
- Minőség ellenőrzés
- Munkahelyi egészség és biztonság
- Hibakeresés

A monitorozási programnak tartalmaznia kell a helyét, módszerét és a gyakoriságát a mintavételnek és az elemzésnek, ami lehet mennyiségi analízis, de lehet érzékszervi megfigyelés is. A monitorozás eredményét rögzíteni és alkalmazni kell a trendek megállapítására.

### 9.1.9 Auditálás

Az auditálás lehet külső és belső egyaránt, ezek a következőkre terjednek ki:

- A környezeti politika megvalósítása
- A hatósági előírásoknak, szabványoknak való megfelelés
- Az új, javított szabványok, eljárások és munkarend iránti igény
- A környezetvédelmi tudatosság növelése
- A folyamat környezeti hatásának értékelése.

Az auditálás eredményét össze kell vetni a követelményekkel, rögzíteni kell, előírások erre nézve például az ISO 14000-ben található.

### 9.1.10 Költséghatékonyság és finanszírozás

A működtetés szintjén tisztában kell lenni a különböző hulladékok ártalmatlanításának költségeivel, legjobb ha ezeket arra a folyamatra terhelik, amiben keletkeztek. A működtetőnek be kell tudni mutatnia a pénzügyi forrásokat, amik a folyamat működtetéséhez kellenek, sőt terveznie kell az előre látható költségeket is, például a leállításkor szükséges beruházásokra. A kereskedelmi vegyi anyagok piacán a nyereséget csökkenti a hulladékmegsemmisítés költsége, nem lehet a vevőkre hárítani ezt.

## 9.2 Szennyezés megelőzés

Az IPPC direktíva a megelőző technikákat hangsúlyozza, ezt megvalósítandó:

- A hulladék keletkezés kiküszöbölése a tervezésnél
- A hulladék csökkentése a forrásnál a készülékek és az eljárások megváltoztatásával
- Hulladék reciklálás
- Minden értékes anyag visszanyerése a hulladékból
- A hulladékok kezelése és elhelyezése.

Ebben a hierarchiában mindig akkor léphetünk a következő, kevésbé kedvező eljáráshoz tovább, ha az előzőekkel a hulladékot nem lehetett kiküszöbölni, azaz csak legvégső megoldás az ún. „csővégi” megoldás.

A szennyezés megelőzés változatai: folyamat integrált intézkedések, zöld kémia, szennyezés csökkentés, forráscsökkentés, tisztább termelés, hulladékminimalizálás, tiszta technológia, kis-hulladék vonzatú technológia. Ezek lényege a hulladék keletkezésének megakadályozása, ugyanis ha a hulladék létrejött, akkor már nem lehet megsemmisíteni, csak átalakítani. Ez a szemlélet a környezetvédelem megelőző módja, a fenntartható fejlődéssel kompatibilis.

A szennyezés megelőzés előnyeit foglalja össze a következő táblázat.

Közvetlen előnyök	Közvetett előnyök
Kisebb hulladékkezelési költségek	Csökkenő jövőbeli költségek az eltemetésből
Kisebb lerakási díjak	Javuló kapcsolatok a közeli és távolabbi közösségekkel
Kisebb nyersanyag költségek	A folyamat működtetők jobb környezeti tudatossága
Költség megtakarítás a hulladék újra használatból vagy eladásból	Az alkalmazottak és környezetben élők jobb egészségi viszonyai
Kisebb környezetvédelmi bírságok	
Kisebb kifolyás veszély	
Kisebb másodlagos kibocsátás a hulladékkezelőkből	
Piaci hányad megőrzése, növelése	

## 18. Táblázat. A szennyezés megelőzés előnyei

A szennyezés megelőzési technikák tartalmaznak mind hardver mind szoftver elemeket, ezek alkalmazása a leghatékonyabb új üzemek létesítésénél, de alkalmazhatóak már működő folyamatokban is. Feltétlenül végig kell gondolni a hatásukat az egész technológiára, nehogy más helyen okozzanak hulladékot.

A következő részekben ezeket a módszereket ismertetjük röviden.

### 9.2.1 Kibocsátás csökkentés (Emisszió csökkentés)

A forrás csökkentési technikák a hulladékok keletkezésének megakadályozásával foglalkoznak, az eljárások anyagainak, berendezéseinek és módszereinek megváltoztatásával. Ezeknek nincs hierarchiájuk, kombinációban is alkalmazhatóak. A reciklálás akkor használható, ha a forráscsökkentés lehetőségei kimerültek.

Az új eljárások környezeti hatását a legkorábbi fázisban, a kutatás-fejlesztés során kell csökkenteni. Ebben a fázisban, a technológia választás során kell a különböző reakció utakat elemezni a hozam, melléktermék képződés, biztonság, egészségvédelem és környezeti hatás szempontjából. Ezt célszerű dokumentálni, hogy milyen opciók közül választottak.

A környezetvédelem integrálódott a folyamatok tervezésébe, kialakításába, ezt legjobban a „zöld kémia” (green chemistry) fejezi ki. Definíciója: olyan elvek alkalmazása a kémiai termékek tervezése, gyártása és alkalmazása során, amelyek csökkentik, vagy kizárják veszélyes anyagok keletkezését vagy használatát. Ehhez kapcsolódik a vegyi anyagok életciklus elemzése is.

A zöld kémia célja a termékekhez és eljárásokhoz kapcsolódó veszélyek csökkentése az életminőség ipari termelés által szolgáltatott színvonalának javításával együtt. A következőkben ennek 12 alapelvét adjuk meg, amelyeknek be kell épülniük a NVSV eljárások tervezési folyamataiba.

1. Jobb megakadályozni a hulladék keletkezését, mint kezelni vagy eltakarítani keletkezése után.
2. A szintetikus módszereket úgy kell kialakítani, hogy maximalizálják a végtermékbe beépülő anyagok mennyiségét, amelyeket a folyamatban használnak.
3. Ahol lehetséges, a szintetikus módszereket úgy kell megtervezni, ne használjanak vagy termeljenek az egészségre vagy a környezetre káros anyagokat.
4. A kémiai termékeket úgy kell tervezni, hogy funkciójuk megőrzése mellett csökkenjen toxicitásuk.
5. A használt adalékok (oldószerek, elválasztást segítő anyagok) ha lehet, kiküszöbölendők, amennyiben használják őket, legyenek ártalmatlanok.
6. Az energia igények környezeti hatását felismerve, csökkentendők, a szintetikus módszerek a szobahőmérséklethez közeli és minél kisebb nyomáson alkalmazhatóak legyenek.
7. Ahol gazdasági és műszaki szempontból lehet, használjanak megújuló nyersanyagokat.
8. Szükségtelen származékképzést lehetőleg kerüljék el.



9. A katalitikus reakciók (a legjobb szelektivitásúak) jobbak, mint a nem-katalitikus reakciók.
10. A vegyi termékeket úgy tervezzék, hogy alkalmazásuk végeztével ne kerüljenek ki a környezetbe és bomoljanak le káros anyagokká.
11. Az analitikai módszerek továbbfejlesztésével biztosítani kell az azonnali elemzés és folyamat ellenőrzés lehetőségét, hogy elkerüljék a veszélyes anyagok keletkezését.
12. A kémiai folyamatokban használt anyagokat és formájukat úgy kell kiválasztani, hogy minimalizálják a kémiai balesetek, kibocsátások, robbanások, tüzek lehetőségét.

### 9.2.1.1 Termék változás

A terméket, ami jelentős környezeti ártalmat jelent, meg kell vizsgálni helyettesíthetőség szempontjából, amennyiben adódik lehetőség erre, fel kell hívni a fogyasztók, finanszírozók és a biztosítók figyelmét, élet ciklus elemzést végezni.

Lehetőség lehet a termék specifikációk enyhítésére, ha ez nem ütközik gazdasági vagy műszaki akadályokba.

### 9.2.1.2 Kiindulási anyag változások

A szerves anyagokat előállító folyamatok tervezése az alapanyag kiválasztással kezdődik, ezért figyelemmel kell lenni az alapanyagok veszélyes tulajdonságaira és környezeti hatásaira, beleértve előállításuk környezeti hatását is.

Csökkenteni kell az alkalmazott oldószerek mennyiségét és veszélyességét.

A termék szennyezettségét csökkentendő a lehető legtisztább kiindulási anyagot és a legszelektívebb reakciót kell használni.

### 9.2.1.3 Technológia változások

A technológia változások lehetnek a berendezésre vonatkozók vagy teljesen új folyamatot jelenthetnek. Mivel költséges új eszközöket igényelnek, bevezetésük lassú lehet, szabadalmaztatás esetén elterjedésük korlátozott lehet.

**Termelési eljárás változás:** mivel a NVSV előállításnál a legnagyobb költséget a nyersanyagok jelentik, törekednek arra, hogy maximalizálják a reakciók hozamát jó katalizátorok és reaktorok alkalmazásával, ezzel általában az emisszió is csökken.

A katalitikus megoldások általában jobbak, hacsak a katalizátor nem okoz környezeti problémát. Az egyszeri áthaladáskor elérhető konverzió és az ezzel általában ellentétesen változó szelektivitás között meg kell találni az optimumot. Az elméleti hozam sokszor gyakorlati okok miatt nem elérhető, például nő az energiafogyasztás a maximális hozamot adó körülmények között, biztonsági szempontok ellene szólnak, egyensúlyi reakciókban a melléktermékek eltávolítandók.

Jó hozamú reakciók is termelhetnek jelentős mennyiségű hulladékot, ezért célszerű az atomszelektivitást vagy más néven atomhasznosítási tényezőt számítani. Eszerint szubsztitúciós és eliminációs reakciók sztöchiometrikus mennyiségű mellékterméket produkálnak, ugyanakkor az addíciós reakciók jobb atomhasznosításúak.

A biotechnológiai folyamatok általában szelektívek, de termelhetnek más jellegű hulladék áramokat. Jelenleg alkalmazásuk a finomkémiai termelésben jelentős, de a jövőben kiterjedhet a NVSV területére is.

**Berendezés, telepítés, csövezés változtatása:** az általános cél a kibocsátás csökkentése a minél zártabb rendszer kialakításával, aminek gyakorlati korlátai vannak.

**Automatizálás növelése:** a monitorozás, vészjelzés, jobb szabályzás javíthatja a környezeti teljesítményt, nagyban költség függő.

**Folyamat optimalizálás:** a folyamatok sok paraméterét lehet optimalizálni a termelés növelésére és a hulladék csökkentésére.

#### 9.2.1.4 Jó üzemeltetési gyakorlat

A jó üzemeltetési gyakorlat olyan technikák együttese, amelyek a menedzsment, szervezés és személyzeti tevékenység területén használhatók, viszonylag kis befektetéssel, gyorsan és hatékonyan szolgálják a hulladékcsökkentést.

**Menedzsment gyakorlat:** a jó menedzsment gyakorlat magában foglalja a továbbképzést, javaslat tételt a hulladékcsökkentésre, az alkalmazottakban a jó gyakorlat tudatosítását, például szakaszos készülékeknél a minél kevesebb nyitást és tisztítást

**Az anyagok kezelése:** a folyamatból származó hulladékok gyakran tönkrement végtermékből, kifolyt anyagokból, lejárt vagy nem megfelelő minőségű kiindulási anyagokból tevődnek össze, ezért az anyag kezelés ellenőrzése és javítása lényeges hulladékcsökkentést eredményezhet.

**Hulladék elkülönítés:** a hulladék áramokat elkülönítve kell kezelni, ezáltal is csökkentve a keveredés okozta hígulást.

**Költség elszámolás:** a hulladék kezelés és elhelyezés teljes költségét az adott hulladék keletkezésében felelős tevékenységre kell terhelni.

**Kifolyás és kilyukadás megelőzés:** a következő technikák alkalmazásával biztosítani kell a kifolyások és lyukadás megelőzését vagy gyors megszüntetését:

- Minden a folyamatban használt vagy keletkező veszélyes anyagot azonosítani kell
- minden lehetséges kifolyási, lyukadási forrást, helyet azonosítani kell
- a kifolyások miatti veszélyt fel kell becsülni
- áttekinteni a korábbi eseményeket és következményeiket
- hardvert és szoftvert alkalmazni a veszély csökkentésére
- kialakítani az események bekövetkeztekor követendő teendők listáját
- biztosítani megfelelő tisztító berendezéseket
- létrehozni az események bejelentési folyamatának szabályait
- létrehozni az események azonnali kivizsgálásának rendszerét, ami felderíti az okokat és javaslatot tesz a következmények felszámolására
- a kívánatos felszámolási tevékenység azonnali megkezdésének biztosítása
- elterjeszteni a az esemény tanulságait a cégen, az iparágon belül, a jövőbeli hasonló események elkerülésére.

#### 9.2.2 Reciklálás

Ahol nem lehetséges a hulladékok keletkezésének megakadályozása, ott szükséges az összes melléktermék, hulladék reciklálási lehetőségének vizsgálata.

**Használat és újra-használat:** a hulladékot fel lehet használni az eredeti folyamathoz kiindulási anyagként, vagy más folyamatban, például hulladékcsere révén.

**Hasznosítás:** a hasznosítás inkább a hulladék feldolgozása, például a klórozott vegyületek klór tartalmának visszanyerése égetés után, vagy az illékony szerves anyagok energia tartalmának hasznosítása tüzelőanyagként.

### 9.2.3 Hulladékcsökkentési javaslatok

Már hosszabb ideje működő eljárásoknál is lehet lényeges hulladékcsökkentést elérni, ha megfelelő technikákat alkalmaznak, ezeknek az összefoglalását adja meg az US Waste Management Assessment Procedure (WMAP):

**Tervezés és szervezés.** A hulladékcsökkentési eljárásokat meghatározott időnként végre kell hajtani, még az újabb eljárásoknál is. Sikerre akkor lehet számítani, ha a menedzsment elkötelezett a végrehajtásban és az ellenőrzésben. Értékelni és mérni kell a folyamatot, megfelelő szakértelmű csapattal kell végeztetni a munkát, az üzemi személyzetet is be kell vonni, ezek a siker zálogai.

**Adatgyűjtés.** A kibocsátások azonosításában fontos a minden irányú adat gyűjtés a nyersanyag fogyasztásról, energia felhasználásról, környezeti terhelésről. Ezeknél az idő, helyszín, minőség, mennyiség adatok gyűjtése egyaránt fontos. Az adatokat, például az anyagmérlegeket, oly módon kell gyűjteni, hogy hosszú távú trendeket tükrözzenek, és értékelhetővé tegyenek eseményeket.

**Lehetőségek felmérése.** A folyamat teljes feltérképezése és a hulladék keletkezés lokalizálása nyomán lehetőség nyílik javaslatok kidolgozására a hulladékcsökkentésre, ez analitikus megközelítést, közös gondolkozást igényel, esetleg más üzemek megismerését is. Az adatokat célszerű bizalmasan kezelni.

**Megvalósíthatósági elemzés.** A következő a lehetőségek értékelése műszaki és gazdasági szempontból, ami kiterjed a logisztikai, termék minőségi, másodlagos környezeti hatásokra is. A változtatások pénzügyi és műszaki igényeit kell a hatásokkal és az elérhető környezeti teljesítmény javulással összevetni.

**Megvalósítás.** A kiválasztott megoldást engedélyeztetni és finanszírozni kell. Az új berendezések felszerelése és elindítása a menedzsment elkötelezettségét igényli. A hatásosságot értékelni kell. Ami hatásosnak bizonyul, azt azonnal be kell vezetni, az eredményeket bizalmasan kezelve.

**Jövőbeni kezdeményezések.** A hulladékcsökkentés folyamatos munkát igényel, ezért minden területen terveket kell kidolgozni a folyamatos ez irányú tevékenységre.

A hulladékcsökkentési tevékenységnek vannak korlátai, ezek a következők lehetnek:

- Gazdaságossági (pl. hosszú megtérülési idő)
- Műszaki (a szükséges technika nem hozzáférhető)
- Törvényi (licencia, környezeti törvények hiánya)
- Kulturális (a menedzsment határozatlansága, az üzemeltetők ellenállása).

### 9.2.4 Folyamat-integrált intézkedések példái.

A következő táblázat a lehetséges technikákra mutat be példákat, amelyeket a probléma megoldásban fel lehet használni.

Potenciális probléma	Lehetséges megoldás
<b>Folyamat működtetés és tervezés</b>	
Számos lépés hulladékot és hibaforrást képez	Egyszerűsítés, szükséges-e minden lépés?
Adalék anyagból hulladék, az oldószerek, pl. a víz, újabb, komplex hulladék forrásai	Vegyék tekintetbe oldószert nem igénylő műveletek alkalmazását
Nagy konverzió, kis hozam, sok hulladék	Csökkentett konverziónál jobb hozam, recirkuláltatás szükséges, esetleg csökken a katalizátor szükséglet is
Nem regeneráló kezelések növelik a hulladékot	Regenerálható szerek, pl. szárítók kevesebb hulladékot termelnek, a kezelők regenerálása is képezhet hulladékot
Nem megfelelő K+F az alternatív reakció utakról, ez elszalasztott lehetőségeket jelent	K+F fontos a folyamat kialakítás során, az alternatívák vizsgálata jelentős hulladék-csökkentést hozhat
<b>Katalizátorok</b>	
Melléktermék képződés, nem teljes konverzió, nem kielégítő hozam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szelektívebb katalizátor használata</li> <li>• Keveredés javítása a reaktorban</li> <li>• Katalizátor aktivitásának növelése az aktív komponens koncentrációjának, felületének növelésével</li> <li>• A reakció alapos tanulmányozása, optimalizálás</li> </ul>
Nehéz fémek a katalizátorban szennyezett vizet, gázokat, mellékterméket eredményezhetnek	Nemesfém vagy nem mérgező fém katalizátorok használata, nemesfém katalizátorokat a gyártók regenerálják
Homogén katalizátor használata szennyezi a mellékterméket, szennyvizet, hulladékot	Heterogén katalizátor használata
Katalizátor aktiválásakor vagy regenerálásakor hulladék képződik	Nem helyszíni aktiválás, regenerálás, helyszíni kezelés védelemmel
Pirofóros katalizátor, borító folyadék fémmel szennyezett	Nem-pirofóros katalizátor használata, borító folyadék csökkentése
Rövid katalizátor élettartam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kevésbé érzékeny katalizátor használata</li> <li>• Termikus és kémiai dezaktiválódás elkerülése</li> <li>• Élettartam növelése, emisszió csökken</li> </ul>
<b>Intermedierek</b>	
Mérgező vagy káros intermedierek	Folyamat módosítása az intermedierek csökkentésére vagy összetételének megváltoztatására Készülék, szabályzás módosítás az emisszió

Potenciális probléma	Lehetséges megoldás
	csökkentésre
<b>Folyamat hőmérséklet</b>	
Helyi túlmelegedés bomlást, polimerizációt eredményezhet, készülék dugulás, kátrányosodás léphet fel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehetőleg alacsony hőmérséklet választása</li> <li>• Keverés a forró helyek elkerülésére</li> <li>• Kisebb nyomású gőz használata</li> <li>• Köztes hőcserélők használata</li> <li>• Lépcsős hevítés</li> <li>• Szuperforró gőz használata kemence helyett</li> <li>• Hőcserélők károsodásának elkerülése</li> <li>• On-line tisztítási módszerek hőcsere növelésére</li> <li>• Viszkózus anyagokra terelős hőcserélők</li> <li>• Filmbepárlók, szivattyús cirkuláltatás, nagy áramlási sebességek alkalmazása</li> </ul>
Nagyobb hőmérséklet, többlet energia, több eltüzelt anyag, több kibocsátás	Hőintegráció, gőz kompresszió, hűtés tárolás előtt
Vízoldhatóság nő a hőmérséklettel	Alacsonyabb hőmérséklet használata, vákuum bepárlás
<b>Nyomás</b>	
Szivárgási veszteségek	Működési nyomás csökkentése, szivárgási veszteségek csökkentése ellenőrzéssel
Gáz oldhatóság nő a nyomással	Gázok visszanyerhetőségének vizsgálata, ellenőrzés
<b>Gőznyomás</b>	
Nagyobb gőznyomás növeli a szivárgási veszteségeket	Kisebb gőznyomású anyagok használata
Kisebb szaghatású anyagok még nagyobb gőznyomásnál sem észlelhetők	Kisebb gőznyomású és nagyobb szaghatású anyagok használata
<b>Korrózió környezet</b>	
Korróziós termékek szennyeznek, készülék szivárgás korrózió miatt	Anyagok korróziós hatásának csökkentése Szerkezeti anyag, bevonat javítás Inhibitorok használata
<b>Szakaszos-folyamatos üzemmód</b>	
Folyamat gyenge hatékonyságú, szakaszos folyamat több emisszióval	Ahol lehet folyamatos üzem használata Reaktánsok adagolásának optimalizálása

<b>Potenciális probléma</b>	<b>Lehetséges megoldás</b>
Lefújtt gáz veszteség	Reaktor és tartály töltő-kiegyenlítő vezetékek, gőz visszanyerés
Sarzsok közötti tisztítás hulladéka	Kis viszkozitású anyagok használata, készülék sima fallal Termelési sorrend optimalizálása, mosási műveletek minimalizálása
<b>Nyersanyag tisztaság</b>	
Szennyezések melléktermékeket, hulladékot, mérgező anyagokat eredményezhetnek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nagyobb tisztaságú anyagok használata</li> <li>• Anyagok tisztítása használat újra-használat előtt</li> <li>• Inhibitorok használata mellékreakciók gátlására, maguk is lehetnek szennyezők</li> </ul>
További szennyeződések, többlet tisztítási, feldolgozási munka, nagyobb költség, több veszteség	Egyensúly megtalálása a betáp tisztaság, feldolgozási lépések, termék minőség és hulladékképződés között
A szükségesnél nagyobb tisztaság megadása	Csak a szükséges mértékű tisztaság megadása
A levegő szennyezései és a nemes gázok növelik a lefuvási veszteséget	Tiszta oxigén használata
Szennyezések katalizátormérgek	Tisztító ágyak beiktatása a katalizátor védelmére
<b>Vízoldhatóság</b>	
Mérgező vagy nem lebontható vízoldható anyagok növelik a kezelés költségeit	Kevésbé mérgező, lebontható anyagok használata
Szénhidrogének beoldódása a folyamatban használt vízbe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternatív elválasztási módszerek használata</li> <li>• Optimális fázis szeparációs viszonyok meghatározása</li> <li>• Víz felhasználás minimalizálása</li> <li>• Mosóvíz újra használata</li> <li>• Ilyen vizes fázis elkülönített kezelése</li> </ul>
<b>Toxicitás</b>	
Szokásos és külön emissziók fenyegetik a munkahelyi és külső biztonságot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kevésbé mérgező anyagok használata</li> <li>• Érintettség csökkentése áttervezéssel, szabályozással</li> </ul>
Időszakos kibocsátások megmérgezik a szennyvízkezelő mikroorganizmusait, kisebb hatékonyságú tisztítás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kevésbé mérgező anyagok használata</li> <li>• Kifolyások, szivárgások csökkentése ellenőrzéssel</li> </ul>

Potenciális probléma	Lehetséges megoldás
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Előkezelő egység alkalmazása a biológiai tisztító előtt</li> <li>• Puffer kapacitások beiktatása az áramlási és koncentráció egyenetlenségek kiegyenlítésére</li> </ul>
<b>Kezelés és tárolás</b>	
Nagy készletek: kiömlések, kisebb biztonság és anyag elavulás	Készlet minimalizálás időben történő szállítással
Kis tárolók növelik a kezelési veszteségeket és a hulladékot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tömeges, például csővezetékes szállítás</li> <li>• Konténerek többszörös használata</li> <li>• Dobok, hordók, konténerek visszaadása</li> </ul>
<b>Hulladék mennyisége és minősége</b>	
Hulladék jellege és forrása ismeretlen	Források dokumentálása, hulladék felmérése kezelés előtt
A hulladék a folyamatból ered	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A hulladék csökkentést eredményező változtatások felmérése</li> <li>• Hulladékok recirkulációjának lehetőségét meghatározni</li> </ul>
Veszélyes vagy mérgező anyagok vannak a hulladékáramban	A folyamat paramétereinek, reakcióútnak, reagenseknek a megváltoztathatósága
Nem ismeretes a hulladék sorsa a környezetben	Hulladék jellemzőinek részletes analízise
Veszélyes vagy mérgező hulladékok kezelési lehetősége korlátozott	Külső és belső kezelési lehetőségek felmérése
<b>Készülékek (kompresszorok, fúvók, ventilátorok)</b>	
Tengelytömítések, dugattyú tömítések eresztenek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Megelőző karbantartás</li> <li>• Tömítés kiküszöbölés</li> <li>• Kis emissziós tervezés</li> <li>• Különleges tengelytömítések</li> <li>• Dupla tömítés öblítő fluidummal</li> </ul>
<b>Beton utak, padlók, gyűjtőmedencék</b>	
Eresztés a talajba és talajvízbe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Csökkenteni a szükségtelen öblítéseket, áttöltést, mintavételt</li> <li>• Csöpögés elleni tálca használata</li> </ul>

Potenciális probléma	Lehetséges megoldás
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vízár</li> <li>• Hegesztett fémlemezborítás</li> <li>• Gyantás szigetelés</li> </ul>
<b>Ellenőrzés</b>	
Leállások és újraindulások hulladékot termelnek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehetőleg folytonos üzem</li> <li>• Működési idő optimalizálása</li> <li>• Leállási gyakoriság optimalizálása</li> <li>• Környezeti és biztonsági műszerek azonosítása</li> <li>• On-line ellenőrzés javítása</li> <li>• Automatikus indítás és leállítás alkalmazása</li> <li>• On-line vibráció elemzés</li> <li>• Konszenzusos rendszerek alkalmazása</li> </ul>
<b>Desztilláció</b>	
Szennyeződés a folyamat áramban	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolonna működési viszonyok változtatása</li> <li>• Kolonna tisztítás</li> <li>• Hőszigetelés javítása</li> <li>• Betáp előmelegítése</li> <li>• Gőzáramlás könnyítése</li> <li>• Kolonna töltet módosítás</li> </ul>
Nagy mennyiségű szennyezett víz a gőzös sztrippelésből	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visszaforraló vagy inert gáz használata</li> <li>• Nagyobb hőmérsékletű gőz használata</li> </ul>
<b>Eső és áradó víz</b>	
Szennyezett esővíz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esővíz elválasztása külön csatornába</li> <li>• Tetők építése</li> <li>• Esővíz monitorozása</li> <li>• Tároló területek befedése</li> </ul>
Szennyezett permetező és tűzoltóvíz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padlószigetelés</li> <li>• Tároló medence létesítés</li> <li>• Szennyvíz kezelőbe vezethetőség</li> </ul>
<b>Öblítés, tisztítás</b>	



Potenciális probléma	Lehetséges megoldás
Emisszió tisztítás közben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tisztító berendezések használata</li> <li>• Minimális öblítés</li> <li>• Minimális iszapképződés</li> <li>• Gőztéri lezárás</li> <li>• Elvezetés a folyamat vízhez</li> <li>• Csepegő tálcák használata karbantartásnál</li> <li>• Tisztító oldatok újra használata</li> </ul>
<b>Hőcserélők</b>	
Nagyobb hulladék képződés nagy helyi hőmérsékletek miatt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szobahőmérsékletű üzemelés</li> <li>• Köztes hőcserélők használata kemencék kiváltására</li> <li>• Lépcsős fűtés</li> <li>• Bordázott falú hőcserélők viszkózus anyagokra</li> <li>• Filmbepárlók, csöves recirkuláció használata</li> <li>• Hőcserélők meghibásodásának monitorozása</li> <li>• Helyi csőfal tisztítás</li> </ul>
Szennyezett anyag cső kilyukadás miatt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hegesztett vagy dupla falú csövek használata</li> <li>• A kevésbé káros közeg alkalmazása kis túlnyomással</li> <li>• Függőleges szerelés</li> <li>• Gőzfűtés előnyös</li> </ul>
Kemence kibocsátások	Szuperforró, vagy nagy nyomású gőz használata kemence helyett
<b>Csővezés</b>	
Szivárgás a talajba vagy talajvízbe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tervezés minimális csőhosszra</li> <li>• Föld alatti csövek elkerülése vagy katódos védelem</li> <li>• Hegesztett csatlakozások</li> <li>• Karimák és szelepek számának csökkentése</li> <li>• Hegesztett csövek</li> </ul>

Potenciális probléma	Lehetséges megoldás
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spirálisan tekert tömitések</li> <li>• Dugó és dupla szelep nyitott végekre</li> <li>• Más szerkezeti anyag</li> <li>• Egyenes csövek használata</li> <li>• Korrózió és erózió figyelés</li> <li>• Festés a korrózió ellen</li> </ul>
Szivárgás tisztítás és öblítés közben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Csőgörény használata</li> <li>• Lejtés a csatornanyílás felé</li> <li>• Jó hőszigetelés</li> <li>• Kiegyenlítő vezeték alkalmazása</li> <li>• Lefűvátás a tárolóba vagy kezelő helyre</li> <li>• Holtágak elkerülése</li> <li>• Csepegés ellenőrzés</li> </ul>
<b>Berendezések (szivattyúk)</b>	
Tengely tömitések eresztése	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szivattyú kiküszöbölése túlnyomásos szállítással</li> <li>• Mechanikus tömités</li> <li>• Dupla mechanikus tömités, inert öblítéssel</li> <li>• Tömités nélküli szivattyú</li> <li>• Függőleges szivattyú</li> <li>• Tömités szerelési gyakorlat</li> <li>• Eresztések monitorozása</li> </ul>
Szivattyú karbantartás során képződő folyadék	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alacsony leeresztési hely</li> <li>• Ház átöblítése a kezelő felé</li> <li>• Szivattyú élettartam növelése</li> </ul>
Tömités öblítő fluidum bevezetése a folyamat áramba	Dupla, öblítéses tömitések használata
<b>Reaktorok</b>	
Rossz konverzió a rossz keverés miatt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sztatikus keverés használata</li> <li>• Törőelemek beépítése</li> <li>• Keverő módosítás</li> </ul>

Potenciális probléma	Lehetséges megoldás
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anyagok hozzáadása optimális sorrendben</li> <li>• Teljesítmény növelése</li> <li>• Elosztó beszerelése</li> <li>• Megfelelő reaktor fejjel az örvényhatás növelése</li> </ul>
Hulladék melléktermék képződés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Külön reaktor alkalmazása a hulladék áramok hasznosítására</li> <li>• Reakció körülmények optimalizálása</li> </ul>
<b>Biztonsági szelep</b>	
Eresztés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasadó tárcsa alkalmazása visszavezetéssel</li> <li>• Szivárgások monitorozása</li> </ul>
Szivárgási veszteségek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lefűvás ellenőrző vagy visszanyerő berendezésbe</li> <li>• Szivárgási veszteségek monitorozása</li> <li>• Az ellenőrzés hatékonyságának vizsgálata</li> </ul>
Környezeti kibocsátás túlnyomás miatt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lefűvás ellenőrző vagy visszanyerő berendezésbe</li> <li>• Hőkiegyenlítés tartályokba</li> <li>• Tetőre történő kifolyás megakadályozása</li> </ul>
Gyakori lefűvatás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vezérelt lefűvató szelep</li> <li>• A nyomás tartomány növelése</li> <li>• Működési nyomás csökkentése</li> <li>• Rendszer ellenőrzés</li> </ul>
<b>Mintavétel</b>	
Hulladék képződés minták miatt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szükséges mintaszám csökkentése</li> <li>• Legalacsonyabb minta hőmérséklet</li> <li>• Mintavétel előtt hűtés</li> <li>• Helyi analizátorok használata</li> <li>• Visszavezetési lehetőség</li> <li>• Zárt mintavevő hurok</li> <li>• Levezetési lehetőség vízkezelőbe</li> </ul>

Potenciális probléma	Lehetséges megoldás
<b>Vákuum rendszerek</b>	
Hulladék injektorokból	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helyettesítés mechanikus vákuumszivattyúval</li> <li>• Folyamat áramok alkalmazása injektorokban</li> <li>• Eresztések felderítése</li> <li>• Kondenzátum visszavezetése</li> </ul>
<b>Szelepek</b>	
Eresztés a környezetbe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vezeték ellenőrző vagy visszanyerő berendezésbe</li> <li>• Teljesítmény ellenőrzése</li> </ul>

## 19. Táblázat. Probléma megoldási lehetőségek

### 9.3 Légszennyezés ellenőrzés

A légszennyezések kezelése általában a keletkezés helyszínén történik, nem érdemes ugyanis a hulladék gázokat nagyobb távolságra elvezetni. A véggáz kezeléseket specifikusak az adott összetételre, nem biztos, hogy minden komponensre használhatóak. A NVSV iparág lényegesen csökkentette a pontforrás emissziókat, ezáltal a szivárgásos veszteségek fontosabbak lettek.

A NVSV folyamatok általában zárt készülékekkel üzemelnek, ennek kedvező a hatása a környezetre. Különös figyelmet kell fordítani a nyersanyagok, tüzelő anyagok, folyamatban használt levegő, inert gázok használatára, az energiafogyasztásra és a tüzelés feltételeire.

A NVSV iparág jellemzően mérgező és veszélyes anyagokkal dolgozik, nagy volumenben, ezért a környezeti hatás és a biztonság igen fontos.

Az energia megtakarítás jelentősen javítja a környezeti teljesítményt, mivel a tüzelő berendezések komoly légszennyezők.

Amennyire lehet, a véggázok hígítását kerülni kell, mert ez csökkenti a kezelés hatásosságát. A kibocsátott gázoknak nem szabad füstöt, folyadékcspepeket tartalmazni, nem lehetnek színesek. A kilépő hőmérséklet lehet a harmatpont felett, ez is segíti a jobb eloszlást.

A következő táblázat összefoglalja a NVSV iparág főbb szennyezőit és a lehetséges ellenőrzési technikákat.

Szennyező	Csővégi technika	Megjegyzés
VOCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pára visszanyerő</li> <li>•</li> <li>• Égető</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Illékony anyag visszanyerése, kondenzáció, membránszűrés</li> <li>• Elbontja a szerves anyagot, katalitikus, termikus</li> <li>• Eltávolítja a szerves anyagot,</li> </ul>

Szennyező	Csővégi technika	Megjegyzés
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktív szenes szűrő</li> </ul>	regeneratív, nem regeneratív
NO <sub>x</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SCR</li> <li>•</li> <li>• SNCR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Érzékeny a katalizátor dezaktiválódásra</li> <li>• Magas hőmérsékletet igényel</li> </ul>
SO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lúgos mosó</li> <li>• Vegyszeres mosó</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gipsz keletkezik</li> <li>• hulladékot termel</li> </ul>
H <sub>2</sub> S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Égető</li> <li>•</li> <li>• Égető+mosó</li> <li>•</li> <li>• Claus eljárás</li> <li>• Vegyszeres mosó</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Csak szag és mérgező hatás csökkentésre</li> <li>• Szag, mérgező hatás és kénvegyületek eltávolítására</li> <li>• Kén visszanyerésre</li> <li>• Kén visszanyerésre</li> </ul>
Részecskék	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-ciklonok</li> <li>•</li> <li>• Textil szűrők</li> <li>•</li> <li>• Elektrosztatikus szűrők</li> <li>•</li> <li>• Nedves mosó</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>• Mikro szűrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nagy teljesítményű, de kis részekre nem jó</li> <li>• Nagy hatékonyságú, de érzékeny a por jellemzőire</li> <li>• Nagy hatékonyságú, de érzékeny a por jellemzőire és robbanásveszélyes anyagokra</li> <li>• A hatékonyság a típustól és nyomástól függ, szennyvizet termel</li> <li>• Nagyon hatékony, drága és érzékeny</li> </ul>
Ártalmas gázok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Égető</li> <li>• Aktív szén</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hatékony, véggázt kezelni kell</li> <li>• Hatékony, hulladékot termel, visszanyerést tesz lehetővé</li> </ul>

## 20. Táblázat. NVSV iparág fő szennyezői és kezelésük

### 9.4 Illékony szerves anyagok (VOCS)

A VOCS megelőzés és ellenőrzés hatékonysága a szennyezőtől, koncentrációjától, áramlási sebességétől és a forrástól függ, nagy sebesség, koncentráció, folyamat áramok a jellemzőek, de figyelmet kell fordítani a diffúz előfordulásokra is.

Az előírások szerint az illékony anyagokat ki kell váltani, ahol lehet, kevésbé illékonyakra, a veszteségeket minimalizálni kell, hőtartalmukat hasznosítani célszerű.

### 9.4.1.1 Folyamat áramok

A folyamat áramok a legnagyobb potenciális VOCS források, ahol lehet, újra kell használni őket, visszanyerésük feltételei:

**Összetétel.** Műszaki és gazdasági szempontból az egykomponensű áramok, illetve az inert mellett nagyobb koncentrációjúak a hasznosabbak.

**Újra használat korlátai.** A visszanyert anyag mennyiségének elegendőnek kell lenni a folyamatba visszavitelre és nem szabad újabb környezeti problémát okozni.

**VOCS érték.** Drága alapanyagból készült VOCS nagyobb regenerálási költséget elvisel.

A következő lehetőség a hőtartalom hasznosítás, ha ez nem megy, akkor kell számolni az ártalmatlanítással, aminek több lehetséges módszere van, illetve ezek kombinációját is lehet használni:

1. nedvesség és részecskék eltávolítása
1. híg gázáram koncentrációja
2. nagy koncentrációjú anyag eltávolítása
3. végső tisztítás a kívánatos kibocsátási szint elérésére.

A horizontális BREF-ben részletesebb leírások vannak, általában a kondenzációt, abszorpciót, adszorpciót használják visszanyerésre, az oxidációt bontásra.

**Kondenzáció.** A VOCS kondenzáltathatók a nyomás növelésével, illetve a hőmérséklet csökkentésével, ez utóbbinál a mérték kérdéses. A hőcserélők típusa a gőzáram jellemzőitől függ. Ez a legjobb ártalmatlanítási lehetőség.

**Abszorpció.** A VOCS eltávolíthatók folyadékban elnyeletéssel, a kapott oldatot regenerálni lehet, általában jó hatásfokú, flexibilis megoldás.

**Adszorpció.** Szilárd adszorbens felületén történik a megkötés, általában befejező műveletként kisebb koncentrációjú anyagokra használják. Az adszorbenst periódikusan regenerálni kell, leggyakrabban ez aktív szén, de alkalmaznak alumíniumoxidot, szilikát, zeolitokat is.

**Termikus oxidáció.** A VOCS teljes termikus bontása vizet és széndioxidot ad, meglévő tüzelő berendezésekben, kazánokban, fáklyán, külön égetőben vagy katalitikus oxidálóban lehet végezni. Célszerű energia hasznosítással egybekötni. Együtt járhat másodlagos szennyezők, savas gázok, dioxinok képződésével.

**Bio-oxidáció.** A bio-oxidációt mikroorganizmusokkal végeztetik, amiket hordozóra visznek fel, kis koncentrációjú szennyeződések, szaganyagok eltávolítására alkalmas.

A következő táblázat a technikák választékát mutatja be:

Probléma	Visszanyerési, újra használati technika			Bontási technika		
	Adszorpció	Kondenzáció	Abszorpció	Termikus oxidáció	Katalitikus oxidáció	Biológiai oxidáció
Szénhidrogének	D	E	B-D	A	A	A-C
Halogénezett vagy kéntartalmú anyagok	D	E	A	B	D	C-E
Aminok	D	E	C-D	C	C	B-C
Kondenzálható szénhidrogének	A	A	B-C	A	A	A-C
Kondenzáltatható halogénezett vagy kéntartalmú anyagok	A	A	A-B	B	D	C-E
Kondenzáltatható aminok	A	A	B	C	C	A-C
Folyamatos áram	A	A	A	A	A	A
Szakaszos, változó áram	A	A	A	D	D	A
Hatékonyság	B	C	A	B	C	A-B
Nyomásesés	C	B	B	A	C	A
VOCS visszanyerés	B	A	B	E	E	E
Jelmagyarázat: A kitűnő B jó C kielégítő D gyenge E elfogadhatatlan						

## 21. Táblázat. Szennyezők visszanyerési és megsemmisítési lehetőségei

A gáztisztító módszerek alkalmazhatóságát a tisztítandó gáz szennyező koncentrációjától és az össz gázmennyiségtől függően vizsgálhatjuk, csökkenő koncentrációnál a kondenzáció, mosás, krio-kondenzáció, regeneratív adszorpció, nem regeneratív adszorpció és biokonverzió a sorrend, a termikus eljárások széles koncentráció tartományban használhatók. A gázáram mennyiségétől függően, csökkenő gáz áramoknál a sorrend termikus, biokonverzió, mosás, kondenzáció, adszorpció, krio-kondenzáció.

Becslést végeztek a különböző módszerek költségeinek összehasonlítására is, 2000 mg/m<sup>3</sup> oxigéntartalmú szerves anyagot tartalmazó 25000 m<sup>3</sup>/óra gázáram kezelési költségei, beruházási, éves és fajlagos költségek alapján a katalitikus bontás és az energia visszanyeréssel működő termikus megsemmisítés esetén tűnnek a legkedvezőbbnek.

A költségek természetesen üzemként is változnak, erősen függnek a szerves anyag terheléstől. A BAT meghatározáshoz Nagy-Britanniában küszöbértékeket adtak meg,

amelyeket az alkalmazott technikáknak teljesíteniük kell bizonyos koncentrációk és térfogatáramok esetén.

Bár a NVSV területe nem esik össze az Oldószer Direktíva területével, hasznos eligazítást adhat ez utóbbi:

- karcinogén, mutagén vagy mérgező oldószereket ki kell váltani kevésbé károsakkal
- ha az előzőekben említettek kibocsátása a 10 g/óra értéket meghaladja, akkor ez esetben 2 mg/Nm<sup>3</sup> emissziós határértéket kell alkalmazni
- halogénezett illékony anyagoknál a kibocsátás meghaladja a 100 g/óra értéket, akkor az emisszióra 20 mg/Nm<sup>3</sup> határértéket kell alkalmazni.

#### 9.4.1.2 Tárolás, kezelés, szállítás

A tárolás, kezelés és szállítás általános technikáira a horizontális BREF-ben találhatunk részleteket, ugyanígy a NVSV bemutató fejezeteiben specifikus információt.

Általánosságban a NVSV folyamatokban a tárolási tartály kibocsátások a környezeti hőmérsékletváltozások miatt bekövetkező „légzésből”, töltésből és inert gázos öblítésből keletkeznek. Célszerű a tárolt mennyiséget csökkenteni, mert azzal arányos a veszteség mértéke is.

A minimalizálási technikák, amelyeket elsősorban a környezetre veszélyes, szagos, vagy tényleges gőznyomással rendelkező anyagokra lehet alkalmazni, a következők lehetnek:

- külső úszó tető
- másodlagos tömítések
- rögzített tetejű tartályok belső úszó tetővel és szél tömítéssel
- rögzített tetejű tartályok inert gáz párnával
- nyomás alatti tárolás
- egymással összekapcsolt tartályok és konténerek kiegyenlítő vezetékkel.

Az illékony anyagokat a lehető legalacsonyabb hőmérsékleten kell tárolni, ezt a tartályok hőszigetelésével, fehérre festésével illetve hűtéssel lehet biztosítani.

Minden tárolót fel kell szerelni szintjelzővel, túltöltést jelző készülékkel, illetve lezáró rendszerrel.

A tartályok után túltöltést felfogó medencéket kell kialakítani veszély elemzés nyomán, legalább a legnagyobb tartály kapacitásának 110%-val. A medencéknek jól zárónak kell lenni és nem szabad a csatornába közvetlenül levezetni a túltöltött anyagot. Az esővíz levezetésére megfelelő megoldást kell találni. A távoli helyeken lévő medencéket rendszeresen felügyelni kell.

A szállító tartályokból történő ürítés és a töltés potenciális szennyező veszély, az ezek csökkentésének lehetőségei:

- folyadék felület alá benyúló töltő csövek
- alsó töltés a kicsapódás elkerülésére
- gőz kiegyenlítő vezetékek a töltés és ürítés alatt álló tartályok között
- zárt rendszer, ami kiömlési lehetőséggel ellátott egy szintén zárt telepre.

Töltőkarral felszerelt konténereknél:

- nem kívánt mozgás jelzésére eszköz
- nyomás/vákuum detektorok használata a véletlen kiömlés, lyukadás jelzésére
- önzáró csatlakozások alkalmazása



- eltávozó járművek véletlen mozgásának megakadályozására szolgáló rögzítő rendszer használata.

A tárolásból és kezelésből származó gázok kezelése szükséges megfelelő visszanyerő módszerrel, mielőtt égetésre küldenénk. Lángzáró illetve robbanási határt jelző készülékek felszerelése szükséges.

Az ismertett módszerek költségbeclése szerint a legkisebb költséggel a külső úszó fedél valószínűleg meg, növekvő költségűek a belső úszó fedél, a szállító tartályok módosítása, az egylépcsős gőz visszanyerő egység illetve a kétlépcsős gőz visszanyerő.

A tárolási veszteségek csökkentési módszereire felállítható hierarchia a következő:

1. külső festéssel napsugárzás árnyékolása, javított üzemelési megoldások
2. a rögzített fedél átalakítása belső úszó fedélre, javított tömítéssel, másodlagos tömítés
3. az előzőek + másodlagos tömítés, ellenőrzött fedél szerelvények
4. 1. + az elsődleges tömítés javítása, ellenőrzött fedél szerelvények
5. 1. + az elsődleges tömítés javítása, másodlagos tömítés, ellenőrzött fedél szerelvények
6. belső úszó fedél kialakítása, +1. + külső fix fedél felszerelése, a belső fedél javított tömítéssel + ellenőrzött fedél szerelvények.

### 9.4.1.3 Szivárgások

A szivárgással keletkező emisszió az egyes készülékeknél lehet kicsi, de az egész üzemet tekintve jelentős lehet, a teljes VOCS emisszió 80%-a is adódhat ebből. Ezért a a lyuk detektálási és javító program fontos lehet.

#### 9.4.1.3.1 Szivárgási források és csökkentési technikák

A NVSV folyamatoknál a szivárgási emisszió források a következőképpen osztályozhatók: tömítések, nyitott végek, biztonsági szelepek, szivattyú, kompresszor tömítések, bűvönnyílások, mintavevő helyek. Durva közelítésként figyelembe veendő, hogy egy átlagos vegyi üzemben minden szivattyúra 32 szelep, 135 karima, 1 biztonsági szelep, és 1,5 nyitott vég jut.

**Szelepek.** Az eresztés okai sokfélék lehetnek, mint például hibás, tönkrement, korródeálódott tömítések, elégtelen összeszorítás, elszennyeződés. A jó minőségű, különleges szelepek sokkal kisebb kibocsátással használhatóak, bár költségeik is nagyobbak.

**Szabályzó szelepek.** A szabályzó szelepek a gyakori nyitás-zárás miatt hamarabb tönkre mennek és eresztenek, még jó karbantartás esetén is. Jó módszer lehet a változtatható sebességű szivattyúk használata a szabályzó szelepek helyett.

**Karimák.** A hibás, eresztő karimák ritkák, ennek ellenére a nagy számú karima miatt emissziójuk jelentős lehet. Helytelen illesztés, gyakori hőmérsékletváltozás okozhat hibát. A tömítések megválasztása, kötések hegesztéssel való felváltása javíthat az emisszióon.

**Nyitott végek.** A nyitott végek lefúvatások, leeresztések helyén vannak, általában záró szerkezettel ellátva, de ha ezek a szelepek nincsenek rendesen karban tartva, akkor szivároghatnak. A szivárgás csökkentésére a ritkán használatos szelepeket záró szerelvényekkel

kell ellátni, amiket gyakran használnak, azokat két szeleppel kell felszerelni. A mintavevő pontokon a mintavevő szelep mellett záró szelepet is kell alkalmazni, csökkenteni a mintavétel gyakoriságát, a mintavevő cső hosszát.

**Biztonsági szelepek.** A biztonsági szelepeken keresztül jelentős mennyiségű illékony anyag juthat a környezetbe, ezt csökkenteni lehet hasadó tárcsák beépítésével a biztonsági szelep mögé, kivezethető a biztonsági szelep vezetéke a fáklyára vagy égetőbe is, de ez veszélyes is lehet.

**Szivattyúk.** A szivattyúk szivárgása jelentős lehet, de kisebb számuk miatt arányuk a teljes emisszióból nem jelentős. A szivárgások csökkenthetők a dupla mechanikus tömítésekkel, a mágneses meghajtással, illetve a zárt házzal.

**Kompresszorok.** A helyzet hasonló, mint a szivattyúk esetén, komoly szivárgások lehetnek nagy kompresszoroknál, de ezeknél a tömítési veszteségeket össze lehet gyűjteni és elvezetni kisebb nyomású fokozathoz, vagy fáklyára küldeni.

Általánosan használható megoldások: szelepek, karimák, szabályzó szelepek számának minimalizálása, eresztést okozó alkatrészekhez jobb hozzáférés biztosítása a karbantartáshoz. Jobb minőségű eszközök általában kisebb emisszióval használhatók.

#### 9.4.1.3.2 *Szivárgás detektálása*

A szivárgás detektálásának legelterjedtebb módszere a kézi szerves gőz analizátor, ami működhet lángionizációs és fotoionizációs detektorral. Ez utóbbi nem robbanásveszélyes, de nem minden anyagra érzékeny.

A mért koncentráció alapján akkor beszélhetünk szivárgásról, ha az egy előre meghatározott értéket meghalad, a beszipantásos mérések pontossága korlátozott, mert több tényező is befolyásolja a mért értékeket:

- a gyártó, a típus, szívás sebessége, a próba cső mérete és alakja
- a működtető felkészültsége, a próbacső mozgatása, a szivárgás helyétől való távolság
- időjárási viszonyok, szélesebbesség, csapadék
- háttér koncentráció
- a kibocsátott gőz fajtája
- a kézi műszer rendszeres kalibrációja
- a szivárgó rendszerben uralkodó nyomás
- a készülékben lévő anyag halmazállapota, forrponjtja.

Újabb módszerek: kiképzett kutyák alkalmazása, nem mérgező anyagokra 60°C alatti hőmérsékleten, infravörös lézer készülék, ami láthatóvá teszi a szivárgást.

Kis veszélyességű anyagok esetében nem szükséges a beszívásos módszert alkalmazni, a szivárgás észlelhető megfigyeléssel is.

#### 9.4.1.3.3 *Szivárgás javítása*

A szivárgás detektálása nyomán a javítást meg kell kezdeni és a szivárgás megszűnéséig folytatni:

- azonnali kisebb műveleteket lehet üzem közben is végezni, például meghúzás, de ezzel csak képzett személyzet próbálkozhat, az is csak fokozott óvatossággal, nehogy nagyobb hiba keletkezzen,
- nagyobb hiba, például tömítés cserét igénylő esetben a készüléket le kell állítani, ha ez nem lehetséges, akkor a következő üzemi leállás idején kell a javítást elvégezni,

- ha javítás nem lehetséges a berendezés cseréjét kell elvégezni.

A határérték, aminél a javítást el kell végezni az üzem és a szivárgó anyag természetétől függ. Kisebb érték (1000 ppm) esetén elkerülhető nagyobb szivárgások előfordulása, de adott esetben indokolatlanul megnövelheti a költségeket.

Hollandiában szigorúbb szabályok vannak, a küszöbérték (1000 ppm) függ attól is, hogy az anyag karcinogén-e (500 ppm).

#### 9.4.1.3.4 *Emisszió kvantifikálása*

A szivárgások szintje a következő faktoroktól függ:

- a kezelt anyag gőznyomása
- a források száma és típusa
- a meghatározás módszere
- a források megfigyelésének és karbantartásának módszerei
- a termelés mennyisége.

A szivárgásos veszteségek mennyiségi meghatározásáról a Monitorozási BREF szól részletesen. A legtöbb módszer a komponensek számbavételével indul, ezután következik az üzem csőtérképének, készülékparkjának felmérése, kiegészülve helyszíni felméréssel. A komponenseket osztályozni kell, üzemi paraméterek, méretek szempontjából. A becsléshez alapot ad a következő táblázatban lévő adatsor:

Készülék típus	Kezelt anyag	Emissziós tényező (g/óra/forrás)
Szelepek	Gáz	5,97
	Könnyű folyadék	4,03
	Nehéz folyadék	0,23
Szivattyú tömítések	Könnyű folyadék	19,9
	Nehéz folyadék	8,62
Kompresszor tömítések	Gáz	228
Nyomás kiegyenlítő szelepek	Gáz	104
Csatlakozások	Minden	1,83
Nyílt végű vezetékek	Minden	1,7
Mintavevő csatlakozások	Minden	15,0
A különböző lyukadási méretre más emissziós faktorok érvényesek.		

## 22. Táblázat. Szivárgási veszteség források

Pontosabb mennyiségi értékelést ad az, ha a helyszíni mérések adatait összesítik hosszabb periódusban, bár így is belépnek bizonytalanságok. A becsült emissziós értékeket validálni lehet gázterjedési, diszperziós modellezés alapján és környezeti monitorozás segítségével.

#### 9.4.1.3.5 *Célzott monitorozás*

A szivárgás felderítés munkaigényes és drága tevékenység, fontos olyan módszer kidolgozása, ami minimalizálja a munkát és maximalizálja a szivárgáscsökkenést. A monitorozási programot a következő kérdések tisztázása nyomán kell kialakítani:

- a monitorozás gyakorisága
- a monitorozásba bevonandó készülékek aránya
- a monitorozandó készülékek típusa, mérete, funkciója, a kihagyandók meghatározása.

A célzott monitorozás, ami a legnagyobb szivárgási pontokra koncentrál, a következő lépésekből áll:

- a teljes üzem vizsgálata, beosztva a készülékeket, forgó gépeket, csatlakozásokat potenciális szivárgás alapján, mintavétel a megjelölt helyekről.
- Az első vizsgálat adatainak analízise, a leginkább érintett pontok, eszközök kiszűrése.
- A továbbiakban a monitorozást és a javítást a leginkább szivárgó eszközökre koncentrálni, költségelemzéssel a szivárgás és a javítás összhangját megkeresni.
- Az erősen eresztő eszközök vizsgálata, szükségesek-e szerkezeti változtatások.
- A hatékony javítás a leginkább érintett eszközökön a prioritásokat megváltoztathatja, más egységek kerülnek a javítandók toplistájának élére.
- A mintavételi stratégiával szükséges ellenőrizni, hogy a kis szivárgású egységek megmaradjanak a jó szinten.

Ennek a megközelítésnek több előnye van:

- Csökkenti a szivárgásból adódó emissziót, minimalizálja költségeket
- Az üzemi berendezések részegységeinek specifikációjánál megadja a javítás irányát
- A javítási módszerek továbbfejlesztésére irányul
- Lehetővé teszi, hogy ne kelljen az összes berendezést vizsgálni.

A mérési gyakoriságról eltérő vélemények vannak, CEFIC négyéves, a tagállamok éves gyakoriságot javasolnak, minden esetre a korábbi gyakorlat szolgálhat bázisul.

A menedzsment rendszerek is támogatják a karbantartási tevékenységet, például hivatkozási számmal látják el az egyes forrásokat, a karbantartási és műszeres regisztrátumok mutatják a forrásokat, a forrásokat adatbázisba viszik, ennek alapján végzik a megfigyelést és a javítási munkákat.

#### 9.4.1.3.6 *Költségek*

A szivárgás megelőzési rendszerek működtetési költségeiről csak becslések vannak, egy 20000 tonna gázalakú vagy 30000 tonna folyadék állapotú anyagot feldolgozó üzem éves ilyen irányú költsége kb. 5 millió forint körüli angliai tapasztalatok szerint.

#### 9.4.1.3.7 *Diffúz és egyéb szivárgások*

A szivárgások származhatnak a folyamatból és jöhetnek kiömlésekből, gyűjtőrendszerekből és kibocsátásokat kezelő rendszerekből, az ezekhez szükséges technikák a következők:

- Az üzem működtetése alacsonyabb hőmérsékleten
- A működtetés változtatása, a készülék kinyitások elkerülésére
- A készülékekből kieresztett anyagok elvezetése fáklyára vagy lángmentes oxidáló berendezésekbe
- A hulladék gyűjtők zárt rendszerbe foglalása
- A hűtővíz monitorozása szerves szennyezőkre.

#### 9.4.1.3.8 *További információ*

- A pontforrások kibocsátásának csökkentésével jelentősen csökkent a NVSV ipar teljes kibocsátása
- A szivárgási veszteségek meghatározására legjobb egy monitorozási program, ennek alapján cselekvési tervet alkothatnak
- A szivárgási veszteségek csökkentésének vannak műszaki és menedzsment feltételei egyaránt
- A személyzet motiválása alapvető ebben a tekintetben
- A programok 80-95%-al csökkenthetik a veszteségeket
- Külön figyelmet kell szentelni a hosszú távú eredményekre
- A szivárgások mennyiségi meghatározására lehet számításokat és méréseket is használni, holland tapasztalatok szerint a mért értékek általában kisebbek
- A szivárgási veszteségek kevésbé meghatározottak a folyamat szerint, mint a folyamat veszteségek.

#### 9.4.1.4 Közbenső lefúvatások

Jelentős VOCS kibocsátások keletkezhetnek közbenső lefúvatásokból, mint nyomás kiegyenlítés, leeresztés, folyamat indítás és leállítás, ezek csökkentési lehetőségei:

- Leállítás előtti változtatások minimalizálása
- Indítási és leállási folyamatok alakítása, hogy a lefúvatás minimális legyen
- Minden edény leürítése zárt tárolókba
- A lefúvatások fáklyázása vagy kazánba vezetése
- Kétféle lefúvatási ág kialakítása, egyik kisebb nyomásokra, a lefúvatás elvezetésével az ártalmatlanításhoz, a másik nagyobb nyomásra, de kisebb valószínűségű eseményhez, nagyobb áramokra.

#### 9.4.2 Füstgázok

Az égető berendezésekből kilépő fő szennyezők a széndioxid, nitrogénoxidok, kéndioxid és a részecskék.

- **Széndioxid** emisszió csökkenthető kisebb szén, azaz nagyobb hidrogén tartalmú tüzelőanyagra való átállással, ez más szennyezők tekintetében is hasznos lehet, s így összességében költséghatékony.
- Nitrogéndioxid emissziót hőmérsékletcsökkentéssel szoríthatjuk vissza, ez történhet alacsony NO<sub>x</sub> égőkkel, előmelegítés elhagyásával. A nitrogén oxidok nitrogénné redukálhatók nem katalitikus és katalitikus úton például ammóniával. Ebben a sorrendben nő a módszerek hatékonysága és költségei is.
- Kéndioxid kibocsátás csökkenthető kisebb kéntartalmú tüzelőanyagra való áttéréssel, vagy a füstgázok kezelésével.
- Részecske emisszió csökkenthető a tüzelési viszonyok javításával és földgázra való áttéréssel. A képződött por leválasztható zsákos és elektrosztatikus szűrőkkel.

NVSV folyamatokban füstgázokat kemencék, kazánok és gázturbinák termelnek:

1. Kemencék alacsony NO<sub>x</sub> égőkkel 50-100 mg/Nm<sup>3</sup> értékkel működnek
2. Kazánok gáztüzeléssel, kis NO<sub>x</sub> égőkkel és füstgáz recirkulációval 35 mg/Nm<sup>3</sup> értékkel dolgoznak.
3. Gázturbináknál földgázzal, kis NO<sub>x</sub> égőkkel, gözinyektálással, katalitikus redukcióval dolgoznak, 50, 75, 18 mg/Nm<sup>3</sup> értékre tudnak lemenni.

Részletesebb információt a Nagy Égető Berendezések BREF szolgáltat.

### 9.4.3 Részecske kibocsátás

NVSV folyamatokra nem jellemző a részecske kibocsátás, ahol mégis előfordul ott a következő megelőzési technikák alkalmazhatók:

- Porzásra hajlamos anyagokat zárt berendezésekben, fedett területen kell tárolni, porzás elnyomására például locsolni.
- Rugalmas tömítéseket használni töltő nyílásokhoz.
- Berendezéseket épületben elhelyezni.
- A műveletek területén elszívót üzemeltetni por visszanyerő berendezéssel.

Ha a felsorolt technikák nem elegendőek, akkor a következő eszközfeleségekkel lehet további porleválasztást elérni: ciklonok, szűrők, nedves mosók, elektrosztatikus leválasztók.

### 9.4.4 Légszennyezést szabályzó technikák teljesítménye

Az 5.3 részben ismertetett technikákkal a következő táblázatban leírt szennyező szinteket lehet elérni, ehhez kénmentes tüzelőanyag és hulladék gázok égetéses megsemmisítésére van szükség.

Alágazat	NO <sub>x</sub> mg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> mg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	Teljes C mg/m <sup>3</sup>	Por mg/m <sup>3</sup>	Poliklór- dioxinok ng/m <sup>3</sup>	Specifikus vegyületek mg/m <sup>3</sup>
Aromások	115-300	3	4-50	6	3		
Olefinék	80-200	5-35	10-180	10 5-150*			Butadién 1 mg/m <sup>3</sup>
Halogé- nezett vegy.	30-200	-	5-50	4-35		0,07-0,05	Szervetlen vegy. 4-8 mg/m <sup>3</sup> HCl 10 mg/m <sup>3</sup> Klór 1-5 mg/m <sup>3</sup> Vinilklorid < 1 mg/m <sup>3</sup> 1,2-diklóretán < 1 mg/m <sup>3</sup> Etilénklorid < 5 mg/m <sup>3</sup>
Oxigén tart. vegy.	100-300	< 2-6	< 5-100	3-100	1		Formaldehid 0,2-0,4 mg/m <sup>3</sup> Ecetsav 1-22 mg/m <sup>3</sup> Acetaldehid 6-20 mg/m <sup>3</sup> Etilénoxid 0,5-5 mg/m <sup>3</sup> Propilénoxid 0,1-5 mg/m <sup>3</sup> ** Etilénglikol 30-100 mg/m <sup>3</sup>
Nitrogén	12-200	< 20	<2-130	<1-35	< 1-5		Kaprolaktám 100 mg/m <sup>3</sup>

tart. vegy.							HCN 1-3 mg/m <sup>3</sup> Nitrotoluol 0,7 mg/m <sup>3</sup> Diaminotoluol 0,6 mg/m <sup>3</sup> TDI 4 mg/m <sup>3</sup>
A szennyezők adatai általában fél órás mérés átlagával jellemezve, kivéve dioxinokat, azok egyedi méréssel.							
* fáklyás kezelés után **gázmosóval kezelve							

## 23. Táblázat. Légszennyezők szintje ártalmatlanítás után

### 9.4.5 Légszennyezések monitorozása

A légszennyezések monitorozásáról a Monitorozás horizontális BREF-ben található részletes információk.

## 9.5 Víz szennyezés ellenőrzése

Más és más technikát lehet alkalmazni az új és régi üzemeknél, a régieknél ellenőrző méréseket, egyedi áramok telepen belüli kezelését és csővégi kezelést.

A NVSV iparban a szennyvíz ellenőrzés megfelelő stratégiája:

- Nehézfémeket, mérgező és nem lebontható anyagokat nem tartalmazó szennyvizeket biológiai tisztításra viszik.
- A fentebb említett mérgező anyagokat tartalmazó vizeket külön kell kezelni, ez a kezelés kémiai és fizikai műveleteket jelent, pl. oxidáció, hidrolízis.

### 9.5.1 Általános megelőzési technikák

Mielőtt a szennyvíz kezelés technikáját meghatároznák, célszerű a szennyvíz képződés megelőzését, minimalizálását, a szennyvíz újra használatát megvalósítani.

#### A megelőzési lépések:

**1. lépés** Szennyvíz azonosítása mennyiség, minőség és változékonyság szempontjából. Tisztázni kell a csatornák hálózatát, forrásokkal és műtárgyakkal együtt.

**2. lépés** Víz áramok minimalizálása vagy koncentrálása. A szükséges minimális vízmennyiség meghatározása minden művelethez és a minimum felhasználásának biztosítása:

- Vízmentes vákuumlétesítés
- Tisztítási folyamatokhoz ellenáramú és vízpermetes mosás
- Zárt hűtővíz rendszer
- Tető építése a csapadékvíz elkülönítésére
- Menedzsment intézkedések víz csökkentési céllal, költség jelzés.
- Vízórák használata a fő felhasználások azonosítására
- Száraz tisztítási technikák használata.

**3. lépés** Szennyeződés minimalizálása, a szennyvizek a folyamatban használt víz szennyeződésével képződnek, ennek megakadályozására a teendők:

Folyamatoknál:

- közvetett hűtés használata kondenzációhoz
- tisztább anyagok felhasználása
- nem mérgező hűtővíz adalékok használata

**Kiömléseknél:**

- vízzáró töltés a tartályok körül
- dupla zárás készülékekre és csövekre, ahol veszélyes anyag van
- hordók tárolása beton alapzaton
- kiömlést felitató anyagok használata
- száraz takarítási módszerek használata
- szivárgás felderítés és javítás
- külön gyűjtő rendszerek a folyamat, eső és szennyvízre
- tűzoltóvíz külön tárolása
- a töltő, ürítő területen beton burkolat használata, elvezetéssel.

4. **lépés** Víz újra használat maximalizálása. A szennyvizek újra használatában a Pinch analízis sokat segít, egyes esetekben 25% megtakarítás érhető el egyszerű cső és szabályzás módosításokkal. A módszer a víz áramokat megadja tisztaság és mennyiség szerint, a szükséges tiszta vízzel és szennyvízzel együtt. A „tisztasági profilok” megadják az újra használat lehetőségét, amiket azután megvalósíthatóság szempontjából értékelni lehet.

A szennyvíz újra használat módszerei az anyalúgok tisztítása és felhasználása, a szennyvíz használata a folyamatban, vagy más célra.

A felhasználás lehetőségét és a keletkezéssel való szinkronizálást teremti meg a szennyvíz-tároló, további javítás a vízben nem oldódó anyagok elválasztása.

5. **lépés** Anyagvisszanyerés, visszatartás maximalizálása anyalúgokból. Az anyalúgokat kémiai vagy fizikai műveletekkel lehet megszabadítani a szerves anyagoktól, természetesen ezek akkor indokoltak, ha a koncentrációk elérnek bizonyos szintet, azaz a visszanyerhető anyag értékes.

**Talajvíz** szerves része a környezeti víznek, a felszíni vizek védelmére alkalmazott módszerek részben erre is használhatók, de ebben az esetben nagyobb hangsúlyt kell fektetni a megelőzésre. A lehetséges intézkedések:

- szivárgás jelző rendszer telepítése, különösen föld alatti tartályoknál
- túltöltés jelző rendszerek
- az üzemi területen nem áteresztő burkolatok létesítése
- földre kifolyó ereszcatornák megszüntetése
- vízzáró edényzet
- kilyukadás lehetséges helyén gyűjtő edényzet
- karbantartásra kerülő készülékek teljesen leürítve legyenek
- szállító tartályok csatlakoztatása és lekapcsolása esetén fokozott figyelem
- porkibocsátás megelőzése
- karbantartási program minden edényre és csővezetékre, különösen a föld alattiakra
- veszélyes műveletek, anyagok esetén föld feletti, szivattyúzott csővezetékes továbbítás



- a talajvíz monitorozása a változások jelzésére.

## 9.5.2 Ártalmatlanítási technikák

A NVSV folyamatokban keletkező legtöbb szennyvíz biológiailag tisztítható, ezzel együtt sok helyen célszerű a különböző szennyezőket tartalmazó vizet külön kezelni, elvezetni, mert ezzel jobb tisztítási hatékonyság érhető el, habár ez az eljárás drágább.

A szennyvíz tisztíthatósága javítható azzal, ha:

- Kiegyenlítjük a víz be és kivezetést a szennyvíztelepről,
- Kármentők beépítésével a kifolyások eltérítése,
- A csapadékvíz külön elvezetésével a hirtelen túltöltés megakadályozása,
- Mérgező komponensek előzetes eltávolítása.

A szennyvíz kezelés során is keletkezik emisszió, illékony szerves anyagok kerülhetnek a levegőbe, keverés, ülepités, vízáramok keverése, semlegesítés során. Ha a csapadékvíz túltölti a rendszert, ez is okozhat környezeti hatást. A szennyvíz iszap érlelése során is lehet kibocsátás, a biogáz energiaforrásként is hasznosítható.

A megfelelő szennyvíz kezelési eljárások kiválasztása során először azt kell vizsgálni, hogy együtt vagy külön kezelik a szennyvizeket. A külön kezeléseknél vizsgálni szükséges azok hatékonyságát, nincsenek-e szekunder szennyezések, más közegbe kijutó anyagok. Figyelembe kell venni a gazdaságosságot, a szervezési és műszaki feltételeket.

A választott kezelési technika lehet fizikai, kémiai és biológiai módszerek kombinációja. Az alábbiakban néhány tipikus szennyvíz kezelési eljárását soroljuk fel:

- Savas/lúgos kifolyások. A szükséges semlegesítő szert kell hozzáadni a pH beállítására, célszerűen más hulladék áramokból, savak beadására mérgező gázkibocsátás lehetséges.
- Víz és szerves, olajos anyagok keverékei. Fázis elválasztás tányéros, flotációs, hidrociklonos, emulzióbontó módszerekkel.
- Biológiailag bontható szerves anyagok. A lebontható anyagok kezelése függhet a kísérő más anyagok koncentrációjától, tápanyag jelenlététől, szükséges lehet az illékony anyagok előzetes kiűzése.
- Nagy szerves anyag tartalom esetén nem biztos, hogy alkalmazható a biológiai kezelés, ezért égetés, nedves oxidáció, szuperkritikus vizes oxidáció jöhetnek szóba. Ezek mind jelentős költséggel járnak.
- Nehezen bontható szerves anyagok, ezeknél előzetes kezelés vagy égetés kell, például hosszú szénláncú alifások, egyes aromás vegyületek, többszörösen klórozott származékok. Ezeket aktívszenes adszorpcióval, hidrolízissel, szűréssel vagy oxidációval lehet eltávolítani, jól használható illékonyaknál a sztrippelés.
- Lebegő szilárd anyagok, ezekre használható az ülepités, flotáció, lecsapás, szűrés. A leválasztott szilárd anyagokat vízteleníteni, szárítani kell lerakás előtt. A leválasztás hatékonysága koagulánsokkal, flokkuláló szerekkel javítható.
- Fémek előfordulnak kifolyásokban, például katalizátorok maradékként, ezeket külön el kell távolítani, különösen a nehéz fémek károsak a biológiai tisztításra. Ilyen esetben a fémeket külön le kell választani, lecsapással, ioncserével, elektrolitikusan, ozmózissal, mivel a fémek ellehetetlenítik a bioiszap felhasználását is.

### 9.5.3 Víz kibocsátások monitorozása

A víz emissziók monitorozása részletesebben szerepel a horizontális BREF-ben, ami a Monitorozásról szól.

A kifolyások mérgező, bioakkumulációs, mutagén stb. hatásának becslésére nincsenek szabványos módszerek, vannak folyó fejlesztések. A toxicitási tesztek értékelésére két eljárás van:

- EC/LC50 statisztikus analízis, megfelelő eloszlás számolása után. A koncentráció-reagálás viszonyt becsülik, legalább 5 adat pár alapján, amelyek 0 és 100% reagálás közé esnek.
- LID módszer (legkisebb hatástalan hígítás) a hígítási faktort használja, aminél a szennyvíznek nincs már hatása. Ennek testje egyszerűbb, de nem lehet statisztikai elemzést csinálni és nincs megbízhatósági határ.

A holland osztályozási rendszer szerint a szennyvizet olyan osztályokba sorolják, amelyek a környezeti vízhez adva különböző koncentrációkban az organizmusok 50%-nak pusztulását okozzák:

nagyon erősen toxikus	<1 térf%
Erősen toxikus	1-10 térf%
Toxikus	10-50 térf%
Gyengén toxikus	50-100térf%
Nem toxikus	>100 térf%

Németországi tapasztalatok szerint a kémiai üzemek szennyvizeinek toxicitását megfelelő intézkedésekkel nagyon kis értékekre le lehetett szorítani, csupán nagy sókoncentráció értékek befolyásolták a vizsgálatokat.

## 9.6 Hulladékok

### 9.6.1 Hulladék megelőzés

A hulladék probléma fontos a vegyiparban, erős gazdasági és környezeti nyomás van keletkezésük csökkentésére. A megelőzési technikák a következők:

- Hulladék keletkezés megelőzése a forrásnál. A tökéletlen átalakulás, bomlás miatti hulladékképződés jelzi a folyamat hatékonyságát, amit optimalizálással növelni lehet.
- Elkerülhetetlen hulladék keletkezés minimalizálása. A folyamatban használt reagensek minimalizálása, folyamatban használt szerves anyagokkal való szennyeződésük elkerülése, legjobb elvezetésük.
- Hulladék recirkuláltatás-külső vagy belső helyen, itt elsősorban a kimerült katalizátorok regenerálásáról, fémtartalmuk kinyeréséről van szó.

### 9.6.2 Hulladék ellenőrzés

A hulladék kezelési technikák specifikusak a folyamatra nézve, ugyanígy nem lehet általánosan elérendő emissziós szinteket megadni. Ahol az ellenőrzési technikát működtetik, ott van szükség a tárolás, kezelés, szállítás, lerakás vagy roncsolás megvalósítására. A hulladékot általában a veszélyes komponens koncentrációja szerint osztályozzák.

A hulladék kezelési technikák a következők:

- **Katalizátorok**, bizonyos élettartamuk van, dezaktiválódnak. Gyakran különleges fémeket tartalmaznak, amiket érdemes visszanyerni, a használt, inert hordozót deponálják.
- **Kimerült tisztító anyagok**, aktív szén, molekula szita, szűrési, szárítási segédanyagok, ioncserélők, ahol lehet, ott regenerálják őket, egyébként eltemetik vagy elégetik.
- **Szerves maradékok**, ha lehet tüzelőanyagként használják, ha nem akkor elégetik.
- **Használt reagensek**, visszanyerik, eltüzelik vagy elégetik őket.

## 9.7 Hő

A hőkibocsátás ugyanúgy a kibocsátások között szerepel, mint a levegő vagy víz-szennyezések. A hőkibocsátás jelezheti egy folyamat rossz energia hatékonyságát. Általában új üzemekben hatékonyabb az energia felhasználás.

Vannak az energia hatékonyság növelésére „kemény” eszközök, mint új technológia, jobb hőcserélők, hőszigetelés. A vegyi üzemekben is hatásos lehet az elektromos energia és a hőenergia együtt előállítás, összekapcsolódás külső fogyasztókkal.

A „lágú” eszközök a menedzsment rendszerekből adódnak, ilyen a Pinch analízis, amivel a hőfogyasztó és hőtermelő folyamatok optimális kombinációját meg lehet találni.

A nem hasznosítható hőenergiák általában a hűtőrendszerekben végzik, de ez a végső megoldás.

## 9.8 Vibráció

A vibráció szintén emisszió, csökkentésének lehetőségei:

- Kis vibrációjú berendezések használata
- Vibráció csökkentő felerősítések
- A vibráció források és a környezeti kapcsolat megszüntetése
- Lehetséges elnyelők keresése.

## 9.9 Zaj

A zaj, mint emisszió jelen van az NVSV üzemekben, mint például kompresszorok, szivattyúk, fáklyák, gőzaramok.

A zajcsökkentési lehetőségek a következők:

- Megfelelő konstrukciók használata
- Hangelnyelők
- Zajforrás burkolása
- Épületek zajelnyelő burkolata
- Tervezésnél közeli befogadók figyelembe vétele.

A svéd környezetvédelmi hatóság részletesen szabályozta a zajerősséget a nap különböző szakában, hétvégeken, továbbá a hely jellegétől függően, ha az üzem meglévő vagy újonnan létesül. Az értékek 35 és 65 dBA között vannak.

A rendelkezés alkalmazásánál a következő szempontokat veszik figyelembe:

- Helyi adottságok, egyedi berendezések függvényében az értékek lehetnek kisebbek, nagyobbak.
- Az új üzemekre megadott értékeket el kell érni a meglévőknél is.

- A megadott értékeket kell használni akkor is, ha egy tevékenység folytonos vagy időszakos.
- Ismétlődő hanghatások esetén 5dBA értékkel kisebb az elfogadható szint.
- Egy üzemszám bővítése nem járhat az egész üzem nagyobb hangkibocsátásával.
- Meglévő üzemeknél, a megengedettnél nagyobb hangemissziót azonnali intézkedéssel csökkenteni kell.

A zajmérések követelményeit külön szabályozták, milyen készülékekkel lehet a méréseket kivitelezni, a szélesség 5 m/s alatt legyen, 10m mérési magasságban, célszerű mérési körülmények az éjszaka és 2 m/s szélesség. A háttérzajnak 10dBA-nál kisebbnek kell lenni.

A mérési pontok az üzem körüli területen legyenek, mérési magasság 1,5 m. Felületekről visszaverődést kerülni kell. A zajcsökkentési intézkedések hatását a hangemisszió méréssel, nem zajhatással kell jellemezni.

### 9.10 A technikák értékelésének módszerei.

A BAT meghatározásoknál az IPPC direktíva költség/hatáselemzést ír elő, ezt nem lehet minden iparágra egységesen tekinteni, a következő tényezők befolyásolják a környezeti hatáscsökkentés költségeit:

- A cégek készpénzellátottsága
- Árfolyamok
- Hosszabb üzleti periódusra kell vonatkoztatni a környezeti költségeket
- Kereskedelmi termékeket előállítók nem háríthatják át költségnövekményeiket
- Azon cégeknél, amelyek a költség határon dolgoznak, a költségnövekedés bezáráshoz vezethet.

Fontos jellemző a környezeti költségviselési képesség szempontjából a profit és beruházási szint. A NVSV iparágban függően az üzleti ciklustól, a működési profit -5 és 15% közé esik, a beruházási ráta 1-6% közötti. Az új technológiák környezeti hatás javulása miatt is lehetnek pénzügyileg előnyösek.

Az értékelés használható módszerei:

- **Kockázat elemzés és diszperziós modellek** az emisszió, balesetek környezeti hatását becsülik.
- **Lánc analízis módszer** a szennyezők útját vizsgálják, anyamérlegek, életciklus elemzés a fontosabb módszerek.
- **Tervezés** segít előre jelezni a környezeti hatásokat, kialakítani a csökkentési stratégiát.
- Gazdasági elemzés, a környezetvédelmi technikák költségeinek elemzése és hozzárendelése az egyes technológiákhoz.
- Környezeti súlyozás, a különböző környezeti hatások, szempontok összevetése, összehasonlítása.
- Más módszerek. Ilyenek az energia Pinch, víz Pinch és benchmarking.

### 9.11 A technikák alkalmazása meglévő üzemekre

A NVSV iparágban nemcsak az új üzemek építésénél értek el jelentős javulást a környezeti hatásban, de meglévő üzemekben is tapasztalható lassú javulás. Ez azzal függ össze, hogy sok

helyen alkalmazzák az újra tervezés módszerét, aminek indokoltságát az alábbiak szerint kell végig gondolni:

- Komplex és időigényes projekt definíciós fázis
- A tervezési fázisban áttekinteni a mindenhol jelentkező hatásokat
- Minden részegység helyét és kiterjedését felmérni
- Különös figyelmet szentelni a munkák kivitelezhetőségére, ha az üzem működése közben kell végezni, akkor még inkább
- Tervezett leállás alatt végzendő munkák, meghatározzák az átalakításra fordítható időt
- Hosszabb vagy korábbi leállás
- Régi, felesleges berendezések leszerelése és kitisztítása.

Az újra tervezés nemcsak műszaki, környezeti, hanem gazdasági haszonnal is járhat, akár közvetett módon, mivel demonstrálja a cég megújuló képességét. Az ilyen felújítás költségeiben csak egy részt képviselnek a környezeti hatásúak. A környezeti hatás javulásának költségelemzésére többféle módszer van, amelyek számolhatják a felújítás költségeit kombinálva a környezeti haszonnal, vagy a költséghatékonyságot általában.

**Költséghatékonyság:** ez a módszer lehetőséget ad a beruházási és működési költségek szabványos számítására, az intézkedések hatékonyságának mérésére iparágtól függetlenül. Az eredményt „pénzegység per tonna szennyező csökkentés” egységben adja meg, rámutatva a leghatékonyabb intézkedésre.

**Életciklus költségek,** amelyek az összes költséget figyelembe veszik egy termék vagy eljárás teljes élettartamára. A módszer alkalmazható az üzemen belüli vagy az összes „társadalmi” költségekre egyaránt. Használata nem jellemző a NVSV iparban.

**Az árnyék árak** módszere gazdasági elemzés, ami támogatja a környezetvédelmi intézkedéseket. Azon alapul, hogy a társadalom a környezeti célokat a leghatékonyabb módon akarja elérni. Az „árnyék ár” az az egységnyi szennyezőre jutó ár, amit a legdrágább ártalmatlanítási módszerre kell fizetni a környezeti cél eléréséhez. Ez a módszer a társadalmi költségeket is figyelembe veszi. Nem használják jellemzően a NVSV iparban.

## 10 ÁLTALÁNOS BAT (BEST AVAILABLE TECHNIQUES)

### 10.1 Bevezetés

Ennek a fejezetnek a megértéséhez visszautalunk a dokumentum előszavára, különösen annak ötödik részére. A jelen fejezetben szereplő technikák, emissziós és fogyasztási szintek, tartományok iterálási folyamat eredményeként kerültek megadásra:

- A szektor környezeti kulcs faktorainak azonosítása
- A kulcs problémák megoldására alkalmas technikák vizsgálata
- A legjobb környezeti teljesítmény szintek megadása európai és világ adatok alapján
- A jelzett szintek megvalósítási feltételei, költségek, egyéb közegekre gyakorolt hatások, hajtóerő a megvalósításhoz
- A BAT és a kapcsolódó emissziók kiválasztása a Direktíva megfelelő pontjai szerint.

Az IPPC iroda és a Technical Working Groups szakértőinek megítélése játszotta a főszerepet a fentiek kialakításában és az információk ilyen formában történt közrebocsátásában.

A becslések alapján technikákat, továbbá emissziós és fogyasztási szinteket adtak meg a BAT-al kapcsolatosan, s ezeket az ágazat egészére alkalmazták, ezek tükrözik bizonyos üzemek teljesítményét. Ahol az emissziós és fogyasztási szinteket a BAT-tal kapcsolatosan adták meg, ezek úgy értendők, hogy ilyen környezeti teljesítmény az elfogadható, ha a leírt technikákat alkalmazzák, a költségek és előnyök mérlegelésével a BAT meghatározásának megfelelően. A fentiek nem értelmezhetőek, mint emissziós vagy fogyasztási határértékek, egyes esetekben ennél jobb értékek is elérhetőek, de ezek nem jelentenek BAT értékeket az egész ágazat számára, csupán az adott esetekben megvalósíthatók, ahol megvoltak a szükséges hajtóerők.

Az emissziós és fogyasztási szinteket, amik a BAT-hoz kapcsolódnak, csak az adott körülményekkel együtt lehet tekinteni.

A „BAT-tal kapcsolatos szint” fogalma megkülönböztetendő az „elérhető szinttől”. Az „elérhető szint” bizonyos technika vagy technikák kombinációja alkalmazásával elérhető szint, bizonyos időtartam alatt, jól működő és karbantartott üzemben.

Ahol rendelkezésre álltak, ott a költség adatok együtt szerepelnek a technikák leírásával, ez hozzávetőleges felvilágosítást ad a költségekről. A tényleges költségek sok egyéb tényezőtől is függenek, mint például adók, díjak, műszaki feltételek. Ilyen helyi tényezők nem értékelhetők ennek az anyagnak a keretében, ilyenkor a költségek megítélése, a technikák gazdaságossága meglévő üzemek adataiból következtethető ki.

A szándékok szerint az általános BAT olyan referencia, amihez képest lehet a meglévő vagy a létesítendő üzemek teljesítményét megítélni. Ezen a módon segítenek a BAT alapú feltételek és általános szabályok meghatározásában. Az új üzemek tervezhetőek úgy, hogy teljesítményük jobb legyen, mint az általános BAT szintek. Az is lehetséges, hogy meglévő üzemek az általános BAT szintre vagy még jobbra kerülnek megfelelő technikák alkalmazásával.

A BREF nem ad meg törvényi kötelmet jelentő szabványokat, csupán az ipart, tagállamokat és a közvéleményt eligazító információt az elérhető emissziós és fogyasztási szintekről, amennyiben az adott technikákat alkalmazzák. A speciális esetekre a megfelelő szinteket az IPPC direktíva és a helyi szempontok figyelembe vételével kell meghatározni.

**Mi az általános BAT?**

Ez a fejezet azokat a technikákat írja le, amelyek BAT-nak tekinthetők a NVSV ágazatban függetlenül a folyamattól vagy terméktől. Az általános BAT nemcsak az 5. Fejezetben leírt technikákból, hanem a horizontális BREF-ekben leírt technikákból is eredeztethető.

Egy adott NVSV folyamat BAT meghatározható a következő sorrendben alkalmazva a forrásokat:

- Bemutató folyamat BAT (ahol van)
- NVSV általános BAT
- Vonatkozó horizontális BAT, különös tekintettel a BREF a szennyvíz, véggáz kezelés, tárolás, szállítás, hűtés és monitorozás területéről.

Az általános BAT leírása a következő részek szerint következik: menedzsment rendszerek, szennyezés megelőzés/minimalizálás, légszennyezés ellenőrzés, vízszennyezés ellenőrzés, hulladék/maradék ellenőrzés. Megjegyzendő, hogy az általános BAT teljesítménye nem lesz azonos minden NVSV folyamatban. Inkább fordítva, lehetséges azonos környezeti teljesítményt elérni különböző BAT alkalmazásával.

**10.2 Menedzsment rendszerek**

A hatékony menedzsment rendszerek nagyon fontosak a NVSV folyamatok jó környezeti teljesítményének eléréséhez. A BAT a környezeti menedzsment rendszerekhez a következő technikák vagy ezek kombinációi lehetnek:

**Politika:**

1. környezeti stratégia kialakítása és képviselése a legfelső vezetés részéről
2. tiszta szervezeti felépítés, amiben a környezeti felelősség beépül a döntéshozatali folyamatokba
3. az üzemi tervezés, működtetés, karbantartás, indítás és leállítás folyamataiban a környezeti szempontok megjelenítése írásos formában
4. belső auditálási rendszer a környezeti politika megvalósításáról, összhangban a törvényi előírásokkal
5. olyan könyvelési gyakorlat, ami minden nyersanyag és hulladék kezelési költséget belül vesz figyelembe
6. a környezeti beruházások hosszú távú műszaki és pénzügyi tervezése
7. az ipari ökológia, azaz a folyamat környezeti hatásának figyelembe vétele, a jobb környezeti teljesítmény és hatékonyság lehetőségeinek számbavétele.

**Folyamattervezés:**

1. a nyersanyagok, intermedierek és termékek környezeti hatásainak áttekintése
2. a tervezett és váratlan kibocsátások azonosítása és jellemzése
3. a hulladékok elkülönítése a forrásnál, újra használatuk és kezelésük érdekében
4. a hulladék áramok kezelése a forrásnál a nagy koncentrációk és kisebb áramok kihasználásával
5. az áramlás, terhelés kiegyenlítés megvalósítása

6. kiegészítő ártalmatlanító rendszerek felszerelése
7. a következő „folyamatműködtetés” technikák megvalósítása vagy könnyítése.

### **Folyamatműködtetés**

1. szabályzó rendszerek alkalmazása mind a főfolyamatban, mind a szennyezés ellenőrző berendezéseken, hogy biztosítsák a stabil működést, jó hozamot és jó környezeti teljesítményt minden körülmények között
2. olyan rendszerek alkalmazása, amelyekkel megvalósítható a működtetők környezeti elkötelezettsége és tréningjük
3. a különleges eseményekre válasz intézkedések kidolgozása
4. a folyamat szabályozás állandó ellenőrzése/monitorozása a kritikus környezeti paraméterek meghatározására, ezzel a normálistól eltérő működés detektálása, és ezzel együtt kárelhárító rendszer üzembe helyezése
5. megelőző, beavatkozó figyelő és karbantartó rendszer a működés optimalizálására
6. levegő és víz tisztító készülékek nyomáscsökkentése, ürítése, tisztítása nyomán keletkező emissziók felderítése és kezelése
7. olyan hulladék menedzsment rendszer, ami magába foglalja a hulladékminimalizálást, az emisszió és nyersanyagfogyasztást csökkentő technikák bevezetésével.

### **10.3 Szennyezés megelőzés és minimalizálás**

A BAT kiválasztása a NVSV folyamatokhoz minden környezeti közegre a technikák következő sorrend szerinti figyelembe vétele:

- minden hulladék áram (gáz, folyadék, szilárd) keletkezésének megakadályozása folyamat-fejlesztés, tervezés révén, különösen azt kell biztosítani, hogy a reakciólépés jó szelektivitású legyen, megfelelő katalizátor alkalmazásával
- a hulladék áramok csökkentése a forrásnál, a nyers anyagok, készülékek, módszerek folyamat integrált változtatásával
- a hulladék áramok reciklálása közvetlen újra használattal vagy feldolgozással
- kinyerni és hasznosítani a hulladék áramok értékes tartalmát
- kezelni és elhelyezni a hulladék áramokat csővégi technikákkal

A BAT az új NVSV folyamatok tervezésére vagy meglévő folyamatok lényeges módosítására a következő technikák kombinációja vagy kiválasztása:

1. a kémiai reakciók és elválasztási folyamatok megvalósítása folytonosan, zárt készülékekben
2. a folyamat berendezéseiből jövő tisztító áramokat a következőképpen kezelni: újra használat, visszanyerés, elégetés légtisztító berendezésben, elégetés általános eszközben
3. az energia használat minimalizálása, az energia visszanyerés maximalizálása
4. kicsi, vagy csak kisebb gőznyomású vegyületek használata
5. a „zöld kémia” elveinek alkalmazása.



A szivárgásos emissziók megelőzésének és ellenőrzésének megfelelő BAT a következő technikák kombinációja vagy kiválasztása:

1. LDAR (szivárgás felderítési és javítási) program létesítése a csővezeték és készülék szivárgási pontok felderítésére, ami a legjobb szivárgáscsökkentési eredményeket adja egységnyi költséggel
2. A szivárgások lépcsős javítása, kisebb javítások azonnali megvalósítása, nagyobb lyukadások időigényes javítása. A pontos szivárgási határ folyamat és helyszín specifikus.
3. Nagyobb lyukadások esetén a készülék cseréje
4. Új berendezések építése szigorú szivárgási normákkal
5. Ahol a meglévő berendezéseket cserélik, vagy új berendezéseket szerelnek fel, ott a BAT:
  - Szelepek: kis szivárgású szelepek, dupla tömítéssel, veszélyes üzemre tömítések vagy más hasonló hatékonyságú eszközök
  - Szivattyúk folyadék vagy gáz ellennyomású tömszelencével, tömítés nélküli szivattyúk, mágneses meghajtás, egyszeres tömítés hasonló jellemzőkkel, vagy más hatékony eszközök
  - Kompresszorok és vákuumszivattyúk: dupla folyadék vagy gáz ellennyomású tömszelencével, tömítés nélküli szivattyúk, mágneses meghajtás, egyszeres tömítés hasonló jellemzőkkel, vagy más hatékony eszközök
  - Karimák, minimalizálni a számukat, hatékony tömítések használata
  - Nyitott végek: vakperemek, sapkák, dugók felszerelése ritkán használt helyekre, zárt hurok használata mintavevőknél, mintatérfogat, mintavételi gyakoriság optimalizálása, mintavevő vezetékek hosszának csökkentése
  - Biztonsági szelepek: a biztonság, mint elsődleges szempont figyelembevételével számuk csökkentése, követő hasadó tárcsa, légtisztítóba lefúvatás.
6. A következő általános intézkedések megtétele, ahol szükséges:
  - Dupla szigetelés minden ponton, ahol fennáll a szivárgás veszélye
  - Csökkenteni a készülék kinyitási igényt módosításokkal
  - Zárttá tenni a kifolyó anyagok gyűjtő és tároló rendszerét
  - A hűtővíz monitorozása szerves szennyeződésekre
  - A szivárgás mértékétől függően a kompresszor szivárgásokat visszavezetni kisebb nyomású helyre, vagy újra használni, vagy fáklyára küldeni.

Tárolás, kezelés, szállítás területen a BAT a Tárolási BREF-el együtt a következő technikák kombinációja vagy kiválasztása:

1. külső úszó fedél másodlagos tömítéssel (kivéve különösen veszélyes anyagokat)
2. rögzített fedelű tartály belső úszó fedéllel és szélén tömítéssel (párolgó folyadékokra)
3. rögzített tetejű tartályok inert gáz párnával (biztonsági okokból)
4. nyomás alatti tárolás (veszélyes vagy erősen szagos anyagokra)
5. tárolási hőmérséklet csökkentése a lehetőségeken (viszkozitás, szilárd kiválás) belül
6. a túltöltést megakadályozó eljárások és műszerezés

7. nem áteresztő szekunder kármentő a legnagyobb tartály kapacitásának 110%-val
8. a VOCS (illékonyak) visszanyerése kondenzációval, adszorpcióval, adszorpcióval, mielőtt elégetésre vinnék
9. a folyadék szintek és változásuk folyamatos monitorozása
10. folyadék szint alá benyúló tartálytöltő csövek
11. fenék töltés fröcskölés elkerülésére
12. gőz kiegyenlítő vezetékek a töltés alatt álló tartályokból a gőzök elvezetésére
13. kivezetés megfelelő ártalmatlanítóba
14. érzékelő a töltőberendezések karjának elmozdulására
15. önzáró házcsatlakozások, száraz csatlakozások
16. határolók és rögzítő eszközök esetlegesen elmozduló járművek okozta károk elkerülésére.

A BAT víz szennyezések megelőzésére és minimalizálására a következő technikák kombinációja vagy kiválasztása:

**A.** Minden szennyvíz forrás azonosítása és jellemzése mennyiség, minőség és változás tekintetében.

**B.** A víz bevitel minimalizálása a következőkkel:

1. vákuum előállítás és tisztítás vízmentes módon
2. ellenáramú mosórendszerek egyenáramú helyett
3. vízpermetezés sugár helyett
4. zárt hurkos vízhűtő rendszerek
5. a berendezések tető alá helyezése az esővíz elkülönítésére
6. menedzsment eszközök, mint víz használó egységek megjelölése, víz költségek hozzárendelése
7. vízáram felszerelése a folyamatban a nagy felhasználók azonosítására.

**C.** a folyamat víz nyersanyaggal, termékkel vagy hulladékkal való szennyeződésének minimalizálása a következő módokon:

1. az üzemi berendezések és az elfolyásokat gyűjtő rendszer korrózióálló anyagból való elkészítése, a kilyukadás és a fémszennyezés elkerülésére
2. közvetett hűtő rendszerek
3. tisztább nyersanyag és adalék felhasználás
4. nem vagy kevésbé mérgező víz adalékok alkalmazása
5. a hordók beton alapon való tárolása, amiről folyadék elvezetés van
6. kifolyások eltakarítására szolgáló anyagok tárolása a veszélyeztetett pontokon
7. kifolyás takarítási terv
8. száraz takarítási módszerek
9. szivárgások rendszeres ellenőrzése és azonnali javításuk

10. külön gyűjtő rendszerek folyamat kifolyások, szennyvíz, szennyeződésmentes víz és ásványolajjal szennyezett elfolyásokra
11. szennyeződésmentes csatornák
12. tűzoltóvíz tároló medencék
13. töltő-ürítő területen beton alapzat, amin forgalomlassító magasítók és elvezetés vannak
14. a kifolyások gyűjtő rendszere föld fölötti megoldással, állványokon, vagy lyukadásmentes megoldásban
15. puffertartály a kifolyások kezelésére szolgáló telepre menő vezetéken.

**D.** A szennyvíz újra használat maximalizálása a következőkkel:

1. meghatározni a leggyengébb víz minőséget, ami használható a folyamat egyes lépéseinél
2. a szennyvíz, hulladékvíz újra használatát összevetni a szennyvíz minőséggel
3. tároló tartályok létesítése a szennyvíztárolásra a keletkezés és igény kiegyenlítésére
4. szeparátorok használata vízben oldhatatlan anyagok összegyűjtésére.

**E.** az anyagok visszanyerésének, visszatartásának maximalizálása az anyalúgokból, amiket nem lehet felhasználni, a folyamat optimalizálásával, különösen az anyalúg feldolgozásával.

**A talajvíz szennyeződés** megakadályozására különös figyelmet kell fordítani. A BAT a következő technikák kombinációja vagy kiválasztása:

1. a tároló tartályok és töltő-ürítő eszközök tervezése oly módon, hogy megakadályozzák kilyukadást, elkerülendő a talaj és a víz szennyeződését
2. túltöltés detektáló rendszer, magas szintjelző és automatikus leállítás
3. nem áteresztő anyagból készült burkolat elvezetéssel kármentőbe
4. talajba vagy talajvízbe nem lehet szándékosan kiereszteni semmit
5. lyukadási helyeken gyűjtő eszközök
6. nyitás előtt biztosítani kell a készülékek teljes leürítését, ezt ellenőrző eszközök
7. szivárgás jelző és karbantartási rendszer minden edényzetre és vezetékre, különös tekintettel a föld alattiakra
8. talajvíz minőség monitorozása.

**Maradékok és hulladékok** keletkezésének megelőzésére és minimalizálására a BAT:

1. a hulladék keletkezés megakadályozása a forrásnál
2. elkerülhetetlen hulladék keletkezés minimalizálása
3. a hulladék reciklálásának maximalizálása.

Az energia hatékonyságra a BAT a következő technikák kombinációja vagy kiválasztása:

1. az energia megőrzésének optimalizálása, például szigeteléssel
2. olyan elszámolási rendszerek, amelyek az energia költségeket hozzárendelik az egyes berendezésekhez

3. gyakori energia jelentések készítése
4. a hőintegráció optimalizálása, telepen belül és kívül is, hőforrások és fogyasztók felmérésével
5. a hűtő rendszerek használata csak ott, ahol a folyamatból származó energia újrahasznosítását már kihasználták
6. kombinált hő és energiatermelő rendszerek használata, ahol műszakilag és gazdaságilag indokolt.

A zaj és a vibráció megelőzésére és minimalizálására a BAT a következő technikák kombinációja vagy kiválasztása:

1. a potenciális receptorok közelségének feltérképezése a tervezés fázisában
2. kis vibrációjú a nem zajos berendezések kiválasztása
3. vibráció gátló felszerelés
4. vibráció forrás és a környezet kapcsolatának megszüntetése
5. hangelnyelők használata és zajforrások burkolása
6. rendszeres zaj és vibráció szemle.

#### **10.4 Légszennyezés ellenőrzés**

A következő BAT a légszennyezőkre feltételezi a környezeti menedzsment és megelőzés BAT optimalizálását.

A BAT kiválasztása speciális esetekre számos különböző paraméter figyelembe vételét igényli. Ezeket a „Vegyipari szennyvizek és véggázok kezelése” horizontális BREF tekinti át, a legfontosabbak a következők.

- Gáz áramlási sebesség, átlag, tartomány, sebesség változás
- Szennyezők típusai, belépési koncentráció, átlag, tartomány, sebesség változás
- Tisztatlanságok jelenléte, vízgőz, por, korrózív anyagok
- Megengedett kilépő koncentráció
- Biztonság
- Beruházási és működtetési költségek, ebből levonandó a visszanyert anyagok, energia ára
- Üzem elhelyezkedése
- Szolgáltatások elérhetősége

Ezeknek a paramétereknek a függvényében az általános BAT a NVSV folyamatokból származó légszennyezőkre a következő táblázatban feltüntetett technikák kombinációja vagy kiválasztása. Nagy belépő koncentrációk esetén, vagy ha a ártalmatlanítás hatásfoka nem megfelelő, a technikák kombinációja szükséges lehet a BAT-hoz kapcsolódó emissziós szintek eléréséhez.

Technika	BAT-hoz kapcsolódó értékek <sup>1</sup>	Megjegyzések
Szelektív membrán elválasztás	90->99,9 % visszanyerés VOCS < 20 mg/m <sup>3</sup>	Jellemző alkalmazási tartomány 1->10 g VOCS/m <sup>3</sup> A hatékonyságot rontja korrózív anyagok jelenléte, por, vagy ha a gáz harmatpontjához közel van
Kondenzáció	Kondenzáció 50-98 % Visszanyerés+ártalmatlanítás Krio-kondenzáció 95-99,95% visszanyerés	Alkalmazási tartomány 100-100000m <sup>3</sup> /óra 50->100g VOCS/ m <sup>3</sup> krio kondenzációra: 10-1000 m <sup>3</sup> /óra, 200-1000 g VOCS/ m <sup>3</sup> 20mbar-6 bar
Adszorpció	95-99,99 % visszanyerés	Regeneratív adszorpció alkalmazási tartománya 100->100000 m <sup>3</sup> /óra, 0,01-10g VOCS/ m <sup>3</sup> , 1-20bar Nem regeneratív adsz. 10->1000 m <sup>3</sup> /óra, 0,01-1,2g VOCS/ m <sup>3</sup>
Mosó	95-99,9 % csökkentés	Alkalmazási tartomány 1000-100000 m <sup>3</sup> /óra, 0,3->5g VOCS/ m <sup>3</sup>
Termikus megsemmisítés	95-99,9 % csökkentés VOCS <sup>2</sup> <1-20 mg/m <sup>3</sup>	Alkalmazási tartomány 1000-100000 m <sup>3</sup> /óra, 0,2->10g VOCS/ m <sup>3</sup> Az 1-20 mg/m <sup>3</sup> tartomány az emissziós szinteken és mért értékeken alapul A regeneratív vagy rekuperatív termikus bontók csökkentési hatásfoka kisebb lehet mint 95-99%, de elérheti <20 mg/m <sup>3</sup> értéket
Katalitikus oxidáció	95-99 % csökkentés VOCS< 1-20 mg/m <sup>3</sup>	Alkalmazási tartomány 10-100000 m <sup>3</sup> /óra, 0,05-3 g VOCS/m <sup>3</sup>
Fáklyázás	Magas fáklyák > 99% Földi fáklyák >99,5%	
<p>1 a koncentrációk fél órás vagy napi átlagok, referencia száraz kilépő gáz, 0 °C-os, 101,3 kPa nyomású, oxigén tartalom 3térf%, katalitikus vagy termikus oxidációnál 11térf %</p> <p>2. a technikának közegek közötti hatása is van, amit figyelembe kell venni</p>		

#### 24. Táblázat. BAT-hoz kapcsolódó emissziós értékek

Az NVSV folyamatokból számos, különféle anyag kerülhet ki a levegőbe. Ezek az anyagok különböző tulajdonságúak mérgező, globális felmelegedést elősegítő, ózon generáló, vagy magas légköri ózon bontó hatásuk szempontjából. Ezek a jellemzők meghatározzák a BAT szintjét és típusát, hiszen a fokozottan veszélyes anyagokra sokkal szigorúbb megelőzés és ellenőrzés szükséges.

Szennyező	Technika	BAT-hoz értékek <sup>1</sup>	kapcs. Megjegyzések
Részecskék	ciklon	>95% csökkentés	Nagyban függ a szemcsemérettől. Általában csak más technikákkal együtt BAT (elektrosztatikus, zsákos szűrő)
	Elektrosztatikus leválasztó	5-15 mg/Nm <sup>3</sup> , 99-99,9% csökkentés	Nem NVSV folyamatokban szerzett ismeretek alapján, nagyban függ a teljesítménye a részecske tulajdonságoktól
	Zsákos szűrő	< 5 mg/Nm <sup>3</sup>	
	Két lépcsős por szűrő	~ 1 mg/Nm <sup>3</sup>	
	Kerámia szűrő	< 1 mg/Nm <sup>3</sup>	
	Abszolút szűrő	< 0,1 mg/Nm <sup>3</sup>	
	HEAF szűrő	Cseppek és aeroszolok esetén 99%-ig terjedő csökkentés	
	Füstsűrő	Porok és aeroszolok 99%-ig terjedő csökkentése	
Szag	Adszorpció Bioszűrő	95-99 % csökkentés szagra és VOCS-ra	Alkalmazási tartomány 10000-200000 szagegység /Nm <sup>3</sup>
Kéndioxid és savas gázok	Nedves mészköves mosó	90-97 % csökkentés SO <sub>2</sub> < 50 mg/Nm <sup>3</sup>	Alkalmazási tartomány SO <sub>2</sub> < 1000 mg/m <sup>3</sup> a nyers gázban
	Mosó	HCl <10 mg/Nm <sup>3</sup> HBr < 5 mg/Nm <sup>3</sup>	A koncentrációk osztrák határértékek <sup>2</sup>
	Félig száraz adszorbens injektálás	SO <sub>2</sub> <100 mg/Nm <sup>3</sup> HCl<10-20mg/Nm <sup>3</sup> HF<1-5 mg/Nm <sup>3</sup>	Alkalmazási tartomány SO <sub>2</sub> –re < 1000 mg/m <sup>3</sup> a nyers gázban
Nitrogén-oxidok	SNCR	50-80% NO <sub>x</sub> csökkentés	
	SCR	85-95% csökkentés NO <sub>x</sub> < 50mg/m <sup>3</sup> Ammónia <5mg/m <sup>3</sup>	Több is lehet, ha a véggáz jelentősebb mennyiségű hidrogént tartalmaz
Dioxinok	Elsődleges intézkedések+	< 0,1 ng TEQ/Nm <sup>3</sup>	A dioxinok keletkezését kell, amennyire lehet elkerülni a

	adszorpció 3ágyas kat.		folyamatban
Higany	Adszorpció	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>	0,01mg/Nm <sup>3</sup> volt a mért érték ausztriai hulladékégetőben aktív szenes szűrővel
Ammónia és aminok	Mosó	< 1-10mg/Nm <sup>3</sup>	Savas mosó
Kén-hidrogén	Abszorpció Lúgos mosó	1-5 mg/Nm <sup>3</sup>	A kénhidrogén abszorpciója jobb, mint 99%-os, alternatíva az etanolaminos mosó kénvisszanyeréssel

1 a koncentrációk fél óras vagy napi átlagok, referencia száraz kilépő gáz, 0 °C-os, 101,3 kPa nyomású, oxigén tartalom 3térf%, katalitikus vagy termikus oxidációnál 1 ltérf %

2 napi átlag értékek standard viszonyok között. A fél óras értékek HCl < 30 mg/m<sup>3</sup> és HBr < 10 mg/m<sup>3</sup>

## 25. Táblázat. BAT ellenőrzési technikák és a kapcsolódó szintek

Az anyagok jellemzésére többféle rendszer létezik, a tagállamokban más-más rendszerek vannak érvényben, nincs egységes európai osztályozási rendszer. Ilyen közös osztályozási rendszer, bár nagyon fontos lenne, meghaladja a NVSV folyamatok témakörét.

A következő BAT-tal kapcsolatos szinteket nem a szokásos eljárással határozták meg, hanem egy tagállam által benyújtott osztályozási rendszer szerint, ugyanis a holland értékek magas színvonalú környezetvédelemmel vannak összhangban. A holland osztályozás egy jó példa, a NVSV TWG elismerte, hogy alkalmazhatók más osztályozási rendszerek is, amikkel BAT-hoz kapcsolódó értékeket lehet meghatározni a légszennyezésre. Egyéb rendszereket a VIII melléklet tartalmaz.

A következő pontokat kell megjegyezni a holland rendszerrel kapcsolatban:

- Az osztályozás emberi toxicitási értékeken és környezeti hatáson alapul, továbbá a szennyeződéscsökkentés műszaki és pénzügyi lehetőségein. Egyéb szempontok, mint energia hatékonyság, globális klímahatások, kevésbé részletesen befolyásolták ezeket.
- A holland osztályozás alapja a német TA-Luft
- Az osztályozást rendszeresen felülvizsgálják, egyes részek megváltozhattak.

A BAT a fáklyázásra a következő:

- A szénhidrogén fáklyára kerülő mennyiségének csökkentése jó üzemtervezéssel és üzemi menedzsmenttel
- Nincs BAT választás földközeli vagy magas fáklyák között, mert az ilyen döntéseket kizárólag biztonsági faktorok határozzák meg
- A BAT a magas fáklyákra magában foglalja állandó láng ellenőrző eszközöket, hatásos keverést, esetleg gőzinjektálással, szénhidrogén áram ellenőrzését, távmegfigyelést ipari televízióval
- A bontási hatásfok magas fáklyákra > 99%, földközeli fáklyákra > 99,5%.

A BAT a folyamatokban használt kemencékre a gáztüzelés és kis NO<sub>x</sub> égők használata. Ezzel elérhető NO<sub>x</sub> csökkentés 50-100 mg/Nm<sup>3</sup> értékekig (mint órás átlag) új és már meglévő helyeken. A magasabb értékek akkor állnak elő, ha levegő előmelegítést vagy hidrogénben gazdag tüzelőanyagot használnak. Különleges helyzetekben, ahol nincs lehetőség csökkentésre, 200mg/Nm<sup>3</sup> emisszió is lehet BAT.

A BAT az egyéb tüzelő berendezésekre megtalálható a nagy tüzelő berendezések BREF-ben.

A széndioxid kibocsátás közvetlenül összefügg az energiafogyasztással, és a használt tüzelőanyag szénttartalmával. A széndioxid emisszióra a BAT az energia hatékonyság javítása, az átállás kis széntartalmú, nagy hidrogén tartalmú tüzelőanyagra, lehet még BAT nem fosszilis tüzelőanyagok használata is.



<b>Kategóriák</b> **	<b>Lehetséges BAT megoldások</b> (nem teljes lista)	<b>BAT-hoz kapcsolódó emissziós szintek</b> *** (mg/Nm <sup>3</sup> )	<b>Küszöb</b> Kg/óra
<b>Különösen veszélyes anyagok</b>			
Dioxinok és furánok	Folyamat integrált: jó működtetés, kis klórtartalmú tüzelőanyag	0,1 ng I-TEQ/ Nm <sup>3</sup>	Nincs küszöb
PCB-k	Csővégi: aktív szén, katalitikus szűrő, égető	0,1**** ng PCB-TEQ/ Nm <sup>3</sup>	Nincs küszöb
<b>Részecskék</b>			
Szemcsés anyag	Ha szűrés nem lehetséges, akkor 25 alkalomig 50 alkalomig	10-25 10-50	>0,5 <0,5
<b>Karcinogén anyagok*</b>			
Σ C1	Égető, mosó, abszolút szűrő, aktív szén	0,1	0,0005
Σ C1 + C2		1,0	0,005
Σ C1 + C2 + C3		5,0	0,025
<b>Szerves anyagok (gáz/gőz)*</b>			
Σ gO1	Égető, aktív szén, regenerálható, gőz visszanyerő	20	0,1
Σ gO1 + gO2		100	2,0
Σ gO1 + gO2 + gO3		100-150	3,0
<b>Szerves anyagok (szilárd)*</b>			
Σ sO1	Ha szűrés nem lehetséges, akkor 25 alkalomig 50 alkalomig	10-25	≥0,1
		10-50	<0,1
Σ sO1 + sO2	Ha szűrés nem lehetséges, akkor 25 alkalomig 50 alkalomig	10-25	≥0,5
		10-50	<0,5
Σ sO1 + sO2 + sO3	Ha szűrés nem lehetséges, akkor 25 alkalomig 50 alkalomig	10-25	≥0,5
		10-50	<0,5
<b>Szervetlen anyagok (gáz/gőz)</b>			
gI1	Sokféle megoldás (kémiai mosó, lúgos mosó, aktív szén)	1,0	0,01
gI2		5,0	0,05
gI3		30	0,3
gI4	Savas/lúgos mosó, SNCR, mész adagolás	200	5

<b>Kategóriák</b> **	<b>Lehetséges BAT megoldások</b> (nem teljes lista)	<b>BAT-hoz kapcsolódó emissziós szintek ***</b> (mg/Nm <sup>3</sup> )	<b>Küszöb</b> Kg/óra
<b>Szervetlen anyagok (szilárd)*</b>			
ΣsI1	Textil szűrő, mosó, elektrosztatikus leválasztó	0,2	0,001
ΣsI1 + sI2		1,0	0,005
ΣsI1 + sI2 + sI3		5,0	0,025
<p>* összegzést kell alkalmazni, azaz az alacsonyabb osztályt is hozzá kell adni</p> <p>**részletes osztályozás a tagállamok légszennyezők osztályozásánál</p> <p>***emissziós szintet csak akkor alkalmazzák, ha tömeg küszöb értéket túllépték, az emissziós szintek fél órás átlagok, normál körülményekre</p> <p>**** PCB szinteket TEQ-ban adták meg, ezekre lásd Toxic Equivalency Factors, Van der Berg et.al. Environmental Health Perspectives, 106 vol., No 12. 1998</p>			

## 26. Táblázat. BAT megoldások és kapcsolódó szintek

## 10.5 Vízszennyezés ellenőrzés

A következő BAT a vízszennyezőkre feltételezi a környezeti menedzsment és megelőzés BAT optimalizálását. A BAT a vízszennyezőkre a következő:

- A nehézfémeket, mérgező vagy nem lebontható anyagokat tartalmazó szennyvizet külön kell kezelni vagy feljavítani. Mérgező vagy inhibeáló anyagokat, nehezen lebontható anyagokat tartalmazó vizeket külön kell kezelni oxidációval, adszorpcióval, szűréssel, extrakcióval, sztrippeléssel, hidrolízissel vagy anaerob kezeléssel. A különböző kezelésekből származó kifolyásokat közös biológiai tisztítóban lehet tovább kezelni. A fémtartalmú kifolyásokat külön kell kezelni összekeverés előtt. BAT-tal kapcsolatos emissziós értékek.
- Hg: 0,05 mg/l
- Cd: 0,2 mg/l
- Cu, Cr, Ni, Pb: 0,5 mg/l
- Zn, Sn: 2 mg/l

Szerves szennyvizek, amik nem tartalmaznak nehéz fémeket vagy mérgező, nem lebontható anyagokat potenciálisan alkalmasak kombinált biológiai kezelésre (értékelhetők biológiai lebonthatóság, inhibeáló hatás, iszap romboló hatás, illékonyág, maradék szennyező szint szempontjából).

Általában a kombinált biológiai tisztítás a kifolyásban biztosíthat  $BOI < 20\text{mg/l}$  értéket (mint napi átlag). A tipikus tervezési érték a kis terhelésű biológiai tisztítóra, ha az egy aktív iszapos telep, akkor a  $KOI \leq 0,25\text{ kg KOI/kg iszap (mint száraz anyag)/nap}$ .

Nehéz megadni olyan emissziós értékeket, amelyek minden NVSV folyamatra alkalmazhatók, mint szennyvízjellemzők, mivel a szennyvízjellemzők erősen függenek az alkalmazott folyamattól, változékonyságtól, vízfogyasztástól, ellenőrző mérésektől, előkezelés mértékétől. Mindazonáltal a TWG megítélése szerint, a következő szintek alkalmazhatók a BAT használatánál:

Paraméter	BAT-hoz kapcsolódó értékek (napi átlagok)
KOI	30-125 mg/l <sup>1</sup>
AOX	< 1 mg/l <sup>2</sup>
Teljes nitrogén	10-25 mg/l <sup>3</sup>
1: az alsó értékek a kis szénszámú olefin üzemekre érvényesek 2: a legtöbb NVSV eljárás 1 mg/l –nél kisebb AOX értékeket tud elérni, a klórhidrin eljárásban ez 1-5 mg/l AOX lehet. Ehelyett használják az EOX értéket, ami más analitikai eljárást jelent és sokkal kisebb, mint az AOX. 3: A pontos érték nagyban függ az alkalmazott eljárástól és a biológiai tisztítási rendszertől.	

### 27. Táblázat. Szennyvíz BAT értékek

## 10.6 Hulladék és maradék ellenőrzés

A következő BAT a hulladékokra és maradékokra feltételezi a környezeti menedzsment és megelőzés BAT optimalizálását. A BAT a hulladékokra és maradékokra a következő:

- A BAT a katalizátorokra a regenerálás, újra használat, ha kimerült, akkor a nemesfém tartalom visszanyerése és a hordozó eltemetése.
- A BAT a kimerült tisztító anyagokra, ahol lehet a regenerálás, ha nem akkor elégetés vagy eltemetés megfelelő körülmények között
- A BAT a szerves maradékokra, ahol lehet, nyersanyagként vagy tüzelőanyagként való felhasználásuk, ha nem, akkor elégetés megfelelő körülmények között
- A BAT a kimerült reagensekre, ahol lehet, maximalizálni a visszanyerésüket, felhasználni, mint tüzelőanyagot, vagy ha nem, akkor elégetni megfelelő körülmények között.

## 11 BEMUTATÓ FOLYAMAT: KISEBB OLEFINEK

A kisebb olefinek előállítására a példa a pirolízis, ami a legnagyobb mennyiségben előállított szerves termékcsoporthoz, az olefinek gyártására szolgál. A katalitikus krakkolás és a pirolízis, angol nevén „steam-cracking” a két legfontosabb olefinforrás.

### 11.1 Általános információ

A kisebb olefinek a vegyipar legfontosabb alapanyagai közé tartoznak, a polimerek kiindulási anyagai, amik megtalálhatóak számos használati cikkben, mint a ruházat, háztartási eszközök, szőnyegek, járműalkatrészek, számítógépek, festékek, kozmetikumok, gyógyszerek.

Az etilén a szerves vegyipar legfontosabb építő eleme, kb. a felét a polietilén előállítására használják, a többit alapanyagként szintézisekben. A fontosabb belőle előállított termékek a sztírol, etilénoxid, vinilklorid és vinilacetát.

A propilén kb. felét polipropilén előállítására használják, a többi fontosabb termékek az akrilátok, kumol-fenol-aceton, akrilnitril, butanol és etilhexanol.

Hasonlóképpen a butadién kb. felét sztírol-butadién kopolimerek előállítására használják, amik gumikomponensek.

#### 11.1.1 Termelési kapacitás

Az európai éves etilén kapacitás 20 millió tonna, ez a világtermelés kb. 25%-a. A propilén kapacitás 14,5 millió tonna, a butadién kapacitás 2 millió tonna körüli. Az uniós tagországokban 50 pirolízis üzem van, 39 helyszínen. Az előrejelzések szerint az etilén termelés évi 2,4, a propiléntermelés 3,9 %-kal fog nőni várhatóan az elkövetkező években.

#### 11.1.2 Alapanyagok

A fő alapanyag Európában az un. vegyipari benzin (73%), növekszik a gázolaj felhasználás is. Az USA-ban elsősorban gáz alapanyagot használnak, ez az eltérő nyersanyagpiaccal és a pirolízis üzemek koncentrációjával magyarázható. Fontos faktor az egyes alapanyagok szállíthatósága is, a gázhoz csővezetékek szükségesek.

Az olefin kapacitások Európában szintén koncentráltak, a legnagyobb kapacitások Belgiumban, Hollandiában és Németország nyugati részén vannak, ezen a területen is létezik termékvezeték, ami az üzemeket és a felhasználókat összeköti.

#### 11.1.3 Gazdasági tényezők.

Az olefin gyártás gazdasági oldalát többféle tényező befolyásolja. A piac erősen kompetitív, mert Ázsiából és a Közel-Keletről belépők alacsony áron szállítanak. A beruházási költségek magasak, a megtérülés hosszú, csak más beruházásokkal együtt lehet komolyabb hasznot hozó. Ez magyarázza, hogy Európában az utóbbi évtizedben nem épült új pirolízis üzem, inkább a meglévőket bővítik. (TVK). Mivel az alkalmazott technológia nem változott lényegesen az elmúlt ötven évben, a fejlesztések a kemencék és elválasztó rendszerek hatékonyságának növelésére koncentráltak. A környezeti célú fejlesztésekre elsősorban az új üzemek építésénél költöttek többet.

## 11.2 Az alkalmazott eljárások és technikák

### 11.2.1 Katalitikus krakkolás, csak csekély mértékben ad kisebb olefineket.

### 11.2.2 Pirolízis, más néven steam-cracking

Az etilén és butadién döntő hányadát, a propilén nagyobb részét a pirolízissel állítják elő, a folyamat lényege, hogy a kiindulási szénhidrogéneket vízgőz jelenlétében nagy hőmérsékleten reagáltatják, amikor is kisebb molekulákká tördelődnek és dehidrogéneződnek olefinekké.

A pirolízis technológiákat néhány nagy nemzetközi, technológiát fejlesztő cég szolgáltatja a hozzá szükséges berendezésekkel együtt. A két legfontosabb egység a pirolízis kemence és a feldolgozásra szolgáló elválasztó rendszerek. A technológia-szolgáltatótól és az alapanyagtól függetlenül a pirolízis üzemek három fő részből állnak: pirolízis, elsődleges elválasztás és kompresszió, termék frakcionálás.

#### 11.2.2.1 Pirolízis szekció

A szénhidrogén alapanyagot előmelegítik hőcserélőkben, majd túlhevített vízgőzzel elpárologtatva betáplálják a kemence csöveibe. Ezek 25-125 mm átmérőjűek, hosszuk 50-200 méter. A csöveket kívülről fűtik, először a füstgázzal (konvekciós zóna), majd égőkkel (radiációs zóna) kb. 750-875 °C hőmérsékletre. A tartózkodási idő, a hőmérséklet profil és a parciális nyomás változtatásával lehet a termékösszetételt, más szóval a pirolízis mélységét befolyásolni. A gőz szerepe a parciális nyomáscsökkentés mellett a szénlerakódás, kokszképződés csökkentése is. A kemence csövek hőálló króm-nikkel acél ötvözetből készülnek, katalitikus falhatásuk csökkenthető kéntartalmú alapanyag vagy kénvegyületek bevitelével.

A hőcserélők szolgálnak a termékelegy gyors lehűtésére 550-650 °C-ra, ez az ún. kvencs, egyúttal nagy nyomású gőzt termelnek. Nehéz frakciókat feldolgozó pirolízisnél a hagyományos kvencs-olaj befecskendezést használják. Időszakosan a kemencéket és a hőcserélőket koksztól mentesíteni kell, például gőz-levegő elegy bevezetésével.

#### 11.2.2.2 Elsődleges frakcionálás és kompresszió

Ez az egység primer frakcionálóból (nehéz komponensek leválasztása), kvencs toronyból (gázok hűtése és gőz kondenzációja), gáz kompresszorból (gázok kompressziója 4-5 fokozatban, visszahűtés és folyadékleválasztás) és gáztisztítóból (kénhidrogén, széndioxid lúgos kimosása, víz eltávolítás szárítással) áll.

#### 11.2.2.3 Termék frakcionálás

A hűtő-elválasztó rendszer 4-5 egymást követő hűtőfokozatból (hidrogén és metán elválasztás) frakcionáló oszlopokból (etán, propán, bután elválasztás), katalitikus hidrogénezőből (acetilén és C3 többszörösen telítetlenek részleges telítése) áll.

### 11.2.3 Alapanyag kiválasztás

Az etilén előállításához az ideális alapanyag az egyenes láncú paraffinok elegye, 2-12 szénatom szám között, a páros számúak előnyben. Tiszta komponensként csak az etánt és a propánt használják, C4 és C5 szénhidrogéneket elegyben, hasonlóképpen a benzint és gázolaj frakciókat, sőt gyakran vegyes alapanyagot táplálnak be a kemencékbe. A különböző

alapanyagokból eltérő hozamokkal lehet az etilént és a propilént előállítani, növekvő szénatom számmal csökken az etilén hozam, nő a propiléné és más nehezebb komponenseké.

A propilént kinyerik még a FCC üzemek véggázából is. A pirolízis üzemek szűk határokon belül tudják változtatni a paramétereiket és ezzel a termékösszetételt is, például a szigorúság csökkentésével nő a propilén hozam. A folyamat és az alapanyag források jellegéből adódóan nem lehet egyik alapanyagot sem optimálisnak tekinteni az olefingyártásra, hiszen a gazdaságosság szezonális, például nyáron az LPG olcsóbb.

Gázalakú nyersanyagot használva, kizárólag az etán alapanyag alkalmazásánál egyszerűsödik a feldolgozó rendszer, az etilén hozam csak etánnál kiemelkedő (1 t/1,25 tonna etán), butánra már a benzínéhez hasonló feldolgozó rendszer szükséges. A Shell technológiánál a kénhidrogén és széndioxid komponenseket a pirolízis előtt eltávolítják.

A vegyipari benzin, amit a pirolízisben használnak, a nyersolaj desztilláció 50-200 °C között forró frakciója, C6-C10 szénhidrogéneket tartalmaz, sok mellékterméket ad, ugyanis 1 t etilénhez általában 3,17 t benzint kell bontani. A szükséges vízgőz is több a gázhoz használt 0,3 tömegarány helyett itt általában 0,5 tömegarány kell, a pirolízis szigorúságtól függően a kilépő kemence hőmérséklet 780 és 850 °C közé esik. Mivel a benzínből jelentős mennyiségű pirobenzin és tüzelőolaj képződik, ez utóbbit elválasztják, mielőtt a vizes kvencselés történik. A vizes kvencselés kis nyomású gőzt ad, amit felhasználnak előmelegítésre. A propilént kétféle minőségben (95 ill. 99%) állítják elő. A butadiént extrakcióval választják el. A pirobenzin sok aromást és telítetleneket tartalmaz, hidrogénezéssel a diolefineket eltávolítják aromás extrakció előtt.

A gázolajok (atmoszférikus vagy vákuum gázolaj, 200-400, 350-500 °C forrponntal, gyakran 1000ppm feletti kéntartalommal) pirolízisénel az etilén hozam kisebb (1 t/4,08 t gázolaj), nagyobb gőzhígítás szükséges (0,6-1,0 gőz t/t gázolaj). Ez utóbbi nagyobb terhet jelent az elsődleges elválasztó rendszernek. A kemence kialakítás kritikus a nehéz alapanyagoknál, mivel a kokszosodás és a hőcserélő eltömődés könnyebben bekövetkezik. Ez indokolja a közvetlen kvencs-olaj befecskendezést. Jelentős mennyiségű nehéz fűtőolaj képződik, ami megváltoztatja a primer elválasztó rendszert.

#### 11.2.4 A hozamot befolyásoló tényezők

A pirolízist leginkább a szigorúságával jellemzik, ugyanis a konverzió a betáplált anyagra nem definiálható (~100%), a szigorúság függ a hőmérséklettől, a tartózkodási időtől és a szénhidrogének parciális nyomásától, azaz a vízgőzös hígítástól. Ez utóbbi mértéke nemcsak technikai, hanem gazdaságossági kérdés is a nagyobb hozam kontra nagyobb energia igény miatt.

#### 11.2.5 A butadién elválasztása

reaktív extrakcióval történik, oldószerként például acetonitril, N-metil-pirrolidon használatos.

#### 11.2.6 Propán katalitikus dehidrogénezése

Propán katalitikus dehidrogénezésével is növelhető a propilén mennyiség, továbbá alkalmazható erre a célra etilén és butilén metatézise, növelt katalitikus krakkolás is.

#### 11.2.7 Felhasznált adalékanyagok és szolgáltatások

A pirolízishez felhasznált anyagok és szolgáltatások a következők lehetnek:

- Hígító gőz, használt vízből

- NaOH, aminok savas gázok kimosására
- Metanol, szárításhoz
- Eltömődést gátló anyagok
- Antioxidánsok butadién stabilizálásához
- Hidrogén az acetilén és a pirobenzin hidrogénezéséhez
- Hidrogénező katalizátorok
- Gázzárító anyagok, molekulasziták
- Szárító anyagok regeneráló kemencéje
- Extraháló szer butadién extrakcióhoz
- Fáklya és az ehhez szükséges tápláló gáz
- Nitrogén, mint inert öblítő gáz
- Levegő vagy levegő és gőz kemencék koksztmentesítésére
- Kompresszorok
- Pirolízis gáz analizátorok, egyéb mintavevők és elemzők.

### 11.3 Fogyasztási és emissziós szintek

#### 11.3.1 A fogyasztást és emissziót befolyásoló faktorok

- Az üzem határok definíciója, az integráltság mértéke (tartalmazhatják az energia és gőz fejlesztést, hűtővíz rendszert, szennyvíztisztítót is)
- Alapanyag (általánosságban a nehezebb alapanyagokkal működő üzem bonyolultabb és többféle emissziót produkál)
- Üzemméret (nagyobb üzemek kisebb fajlagos emissziót adnak, mostanában jellemző üzemméret 600-800 kt /év)
- Üzem kora (a régebben üzemelő egységek általában nagyobb emissziót adnak, mert berendezéseik már nem működnek tökéletesen vagy nem olyan korszerűek, mint az újak)
- Levegőszennyezők (kibocsátások, kg/tonna etilén: NO<sub>x</sub> (1,0-2,8), SO<sub>2</sub> (0,01-3,3), CO (0,2-1,0), VOCS (0,03-6,0), részecskék (0,05-1,5), kibocsátók: égővel felszerelt kemencék, gázturbinák, kazánok, pontforrások, karbantartás, egyéb emissziók, koksztmentesítés, savas gázkezelés, regeneráló kemencék).
- Pirolízis kemencék, (normál üzemmód) CO mg/Nm<sup>3</sup> teljes tartomány 0,2-620, legjobb 12 a 35-ből 0,2-12, NO<sub>x</sub> mg/Nm<sup>3</sup> teljes tartomány 61-250, legjobb 13 a 39-ből 61-110. A kéndioxid emisszió nem jelentős a pirolízis üzemeknél. A részecske emisszió 0,2-25 mg/Nm<sup>3</sup> tartományban van.
- Pirolízis kemencék, (koksztmentesítési üzemmód), ez az üzemelés a teljes idő mintegy 3%-át teszi ki, az emisszió CO <2700 mg/Nm<sup>3</sup>, a részecske emisszió < 600 mg/Nm<sup>3</sup>.
- Fáklyázás, ez minden pirolízis üzemben szükséges, különösen indításkor, ami lehet 15 óra vagy akár több nap is. Létezik fáklyázás nélküli indítási eljárás is, ami nagyban csökkenti az emissziót, ennek műszaki feltételeit helyi viszonyok szerint lehet megteremteni. Az elfogadott fáklyára küldött szénhidrogén mennyiség 5-15 kg / tonna etilén értékek között van.
- VOCS (illékony szerves anyagok) pontforrásokból sokfélék, mértéküket az egyes források eltérően becsülik (0,15-5 kg VOCS/ tonna etilén)
- Szivárgásos emissziók, jelentős hányadát adhatják a teljes emisszióknak az olefin művekben.



### 11.3.2 Víz emissziók

A pirolízis üzemekben három fő szennyvíz áram keletkezik: folyamat víz, kimerült lúgoldat, koksztmentesítés hulladékvíz, emellett még lehet hűtővíz, kazánvíz, karbantartási víz. A fő szennyezők szénhidrogének, oldott szerves anyagok, részecskék.

- Folyamat víz, elsősorban a szénhidrogének hígítására használt gőz kondenzációjából származik, az üzemek többsége visszavezeti a gőz előállításához a 90%-át. Az emisszió visszavezetés esetén 0,03-2 m<sup>3</sup>/tonna etilén, az összes üzemet véve 7 m<sup>3</sup>/tonna etilénig terjed.
- Kimerült lúgoldat, a savas gázok kimosására használják, COD (KOI) 20-50 g/l, tartalmaz Na-hidroxidot, Na-szulfidot, Na-karbonátot, oldott szénhidrogéneket (benzolt is), folyadék állapotú szénhidrogének, fenol, krezolok, karbonil-, merkaptán-, cianid-, dién-vegyületek kisebb mennyiségben. A szulfid tartalmat levegővel oxidálhatják
- Teljes szennyvízáram, mennyisége függ attól, hogy használják-e újra a kondenzvizet, a hűtővíz rendszer zárt-e, a kimerült lúgoldatot oxidálják-e, a csapadékvizet és a karbantartási vizet átvezetik-e a szennyvízkezelőn. A pirolízis nyersanyagtól függően változik a hígító gőz mennyisége, ezzel együtt a szennyvíz mennyisége is, 1-4 m<sup>3</sup>/tonna etilén között, ha kondenzvíz visszavezetését használnak, ez lecsökkenhet 0,1-0,4 m<sup>3</sup>/tonna etilén értékekre. A szennyvíz kezelésére használt módszerek: gőz sztrippelés, dekantálás, végső biológiai kezelés. A CEFIC felmérése szerint a szennyvíz mennyisége 0,02-8,5 m<sup>3</sup>/tonna etilén tartományban, az oxigén igény TOC 13-2700 g /tonna etilén, kezelés után 2-800 g /tonna etilén tartományban vannak.

### 11.3.3 Szilárd hulladékok

A szilárd hulladékok a pirolízis üzemekben viszonylag kis mennyiségben (0,05-6,0 kg/ tonna etilén) keletkeznek, fajtáik:

- Szerves iszapok
- Koks
- Kimerült katalizátorok, visszaviszik a gyártóhoz a nemesfém kinyerésére
- Kimerült adszorbensek, teljes kimerülés után deponálják
- Oldószer maradékok

### 11.3.4 Energiafogyasztás

A pirolízis nagyon energiaigényes eljárás, mivel mind a szénhidrogének bontásához, mind a termékek alacsony hőmérsékletű elválasztásához energia szükséges. A pirolízis üzemek ezért nagy mértékű energiaintegrálással dolgoznak, a folyamat gazdaságosságát ugyanis elsősorban az energiaköltségek határozzák meg.

Nyersanyag	GJ/ tonna etilén	GJ/ tonna értékes anyagok
etán	15-25	12,5-21
benzin	25-40	14-22
gázolaj	40-50	18-23
1 GJ giga joule = 10 <sup>9</sup> Joule		

A széndioxid emisszió az energia és gőztermelésből adódik elsősorban, az üzemek többsége 2,1 t széndioxid/ tonna etilén, illetve 1,3 t széndioxid/ t értékes anyag érték alatt dolgozik.

Sem az üzemek kora, sem a kapacitás és az energiafogyasztási jellemzők nem mutatnak egyértelmű korrelációt, ez arra utal, hogy a régebbi üzemekben is végeztek energiafogyasztást érintő fejlesztéseket, továbbá, hogy a kisebb kapacitású pirolízis üzemek is nagy integráltságú üzemeken, finomítókön belül dolgoznak.

### 11.3.5 Példa üzemek

A BREF eredeti anyagában holland, német és svéd pirolízis üzemek emissziós értékei szerepelnek. Emellett megadják a Világbank kritériumait:

500 kt/év etilén kapacitás, 250 tonna/év szénhidrogén emisszió, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> emisszió 600 tonna/év, VOCS emisszió 0,6-10 kg/tonna etilén, szennyvíz áram 15 m<sup>3</sup>/óra, BOI 100mg/l, KOI 1500-1600 mg/l, szuszpendált anyag 100-400 mg/l, olaj, zsír 30–600 mg/l, fenol 200 mg/l, benzol 100 mg/l.

## 11.4 A BAT meghatározásánál figyelembe veendő technikák

A pirolízis (steam-cracking) nem túl nagy számú alapfolyamatot és műveletet alkalmaz, viszont veszélyes, éghető és mérgező, illékony szénhidrogénekkal dolgozik, nyomás alatt.

### 11.4.1 Alternatív eljárások

Különösen a nagyobb forrpontú frakciók feldolgozásának igénye ösztönözte a fejlesztések jó részét:

- Advanced Cracking Reactor, 2000°C, 3,5 bar, kerámia falú reaktor, füstgázokkal és gőzzel együtt bontanak.
- Lurgi fluid ágyas reaktor, homok töltet, 1300-1500°C, 0,3-0,5 sec kontaktidő, kokszt folyamatosan leégetése a homokról.
- Triolefin eljárás, propilén diszproporcionálása etilénre és butilénre, 360-450°C, Mo, Co, W, Re katalizátoron.
- Etanol dehidratálása foszforsavas alumíniumoxidon.
- Módosított Fischer-Tropsch, fluid ágyas vas katalizátoron.

### 11.4.2 Levegő emisszió

A szennyezés megelőzés és ellenőrzés kapcsán hat emissziós forrás jelölhető meg: bontókemencék, gőz túlhevítők, koksztmentesítés gázai, fáklya, pontforrások, szivárgások, savas gázmentesítés, a kibocsátások NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, VOCS, részecskék.

- Gáztüzelésű kemencék és gőz túlhevítők. Ezeknél a berendezéseknél a hatásfok mellett a kis NO<sub>x</sub> és CO kibocsátás és a minél kisebb széndioxid emisszió a cél. Ezek között ellentmondás van, mert hidrogénben dús tüzelőanyag nagyobb égési hőmérsékletet és ezzel nagyobb NO<sub>x</sub> kibocsátást eredményez. Ezt lehet ellensúlyozni kis NO<sub>x</sub> égőkkel és DENOX egységekkel. A kis NO<sub>x</sub> égők felszerelése nem minden kemencében lehetséges, mert a szerkezeti változtatások nélkül a hatásosság nem megfelelő. Az égők módosításával 100 mg/Nm<sup>3</sup> alá, katalitikus DENOX egységgel 60 mg/Nm<sup>3</sup> értékre lehet levinni a NO<sub>x</sub> koncentrációt a füstgázokban. A CO értékek kicsik, attól függenek, hogy milyen gázanalízis és ellenőrzés-visszacsatolás működik. Illékony szerves anyag és kéndioxid kibocsátás elhanyagolható.
- Koksztmentesítés véggázai, a koksztmentesítésre 14-100 naponként kerül sor a pirolízis alapanyagától és a körülményektől függően. Az eljárásban gőzt illetve gőz-levegő elegyet használnak, a lefűjt gázt koksztmentesítő toronyba vezetik vagy elégetik. A szűréssel kombinálva a por emisszió 50 mg/Nm<sup>3</sup> alá szorítható.

- Fáklyázás azt szolgálja, hogy a nem hasznosítható vagy üzemi hibák esetén keletkező gázokat elégelessék, elsősorban a biztonságot szolgáló. A földközeli fáklyák hatékonyabbak de kisebb kapacitásúak és szabályozást igényelnek, a magas fáklyák zajosabbak és kisebb a hatásfokuk. A gőzzel kiegészített fáklyázás biztosítja a füstmentességet, ehhez hozzájárul még az állandó TV megfigyelés is.
- Szívágásos emisszió elhanyagolhatóvá tehető
- Savas gázmentesítés lúgos oldatát levegős oxidációval vagy teljes égetéssel lehet ártalmatlanítani.
- A légszennyezés csökkentésének költségei közepes méretű, 300 kt/év etilén, üzemnél 400.000 Euro beruházási és 200.000-1.000.000 Euró éves működési költségeket jelentenek.

### 11.4.3 Víz emisszió

- Folyamat víz. A hígító gőz előállító rendszer általában recirkuláltatja a kemencéből kijövő kondenzátumot, ehhez benzines mosás, sztrippelés, regeneráló kolonna tartozik. Ezzel lényegesen csökkenthető a vízigény, mintegy 10%-os a leeresztés, ez utóbbit tovább kezelik mielőtt a központi szennyvíztisztítóba vezetnék.
- Kimerült lúgos oldat. A következő műveletekkel tisztítható: oldószeres mosás, folyadék elválasztás, sztrippelés a szénhidrogének eltávolítására; semlegesítés savval, a kijövő kénhidrogén reagáltatása pl. Claus egységben, fenolok kisavanyítása, oxidáció, biológiai vagy kémiai oxidáció.
- Aminos mosóoldat. Nehezebb alapanyagok feldolgozásánál több kénvegyület van a pirogázban, ilyen esetben etanolaminos mosást használnak, a mosóoldat regenerálható.
- Zöld olaj. Az etilénben lévő acetilént hidrogénezéssel távolítják el, eközben polimerizációs termékek is képződnek, amelyek kis mennyiségben kondenzált aromásokat is tartalmaznak, ezt az ún. zöld olajat visszavezetik a folyamatba vagy elégetik.
- Egyéb kifolyások. Ezek a hűtővízből, felszíni vizekből és a tárolás és szállítás kifolyásaiból származhatnak.

### 11.4.4 Szilárd hulladékok

A pirolízis eljárásban viszonylag kevés szilárd hulladék keletkezik, szerves iszapok, kimerült katalizátorok, szárító szerek és a kocsz, vagy korom. Ezek sorsa a regenerálás, elégetés vagy eltemetés.

### 11.4.5 Energia

Az energia hatékonyság a pirolízis eljárásban kulcskérdés, mind a gazdaságosság, mind a széndioxid kibocsátás miatt. Az olajárak emelkedése idején, a 70-es években jelentős energia hatékonyság javító változtatásokat eszközöltek, ezek a következők:

- Krakkoló rész-szelektívebb bontó csövek, javított hőcserélők, tüzelés hatásfokjavítás, szekunder hőcserélők a gázbontóknál.
- Pirogáz hűtés és kompresszió-benzin frakcionáló nagyobb fenékhőmérséklet, kvencs víz hőtartalom jobb hasznosítás, kisebb nyomás esés a kompressziós lépések között, gázturbinák kilépő füstgázának hasznosítása a kemence levegő előmelegítésére.
- Hideg frakcionálás-metánmentesítő további expandáltató, visszaforráló hatékonyabb hidegenergia visszanyeréshez, nagyobb felületű hőcserélők.

- Szolgáltató rész-gázturbinák, elektromos generátorok beiktatása, gőz és energiamérleg optimalizálása, kompresszor meghajtás hatékonyság javítás.

#### 11.4.6 Zajcsökkentés, légköri monitorozás és jelentés.

A nagy zajforrások a kemenceégők, kompresszorok, a zaj csökkentése lehetséges speciális égőkkel, kompresszorok burkolásával.

### 11.5 *BAT Best Available Techniques*

#### 11.5.1 Folyamat választás

A kisebb olefinek előállítására a BAT a pirolízis, más néven steam-cracking. A pirolízis üzemek részei: kemencék, primer fracionáló és kvencs rendszer, kompresszió, benne savas gázmentesítés, alacsony hőmérsékletű elválasztó.

A nyersanyagok lehetnek etán, LPG, benzin, gázolaj, vákuum-gázolaj, ezek meghatározzák a termék összetételt és a bontó konfigurációját is. Európában a leggyakoribb alapanyag a vegyipari benzin, ha gázolajat használnak, akkor az olefinmű finomítóval integrált általában. Minél nehezebb kiindulási anyagot használnak, annál nagyobb az emisszió is.

#### 11.5.2 Üzem kialakítás

A pirolízis üzemek nagy berendezések, nagymennyiségű energiát használnak, gyúlékony anyagokkal dolgoznak, nagy hőmérsékleten és nagy nyomáson. A következő komponenseket tartalmazzák:

- A szénhidrogén kibocsátás minimalizálására nagy mértékben zárt rendszereket
- Normál működésnél nem bocsátanak ki szénhidrogéneket a levegőbe
- Fáklyára viszik a nem hasznosítható éghető anyagokat, de a fáklyázást minimalizálják
- Integrált energiahasznosító, visszanyerő rendszert alkalmaznak, pinch analízissel
- Tervezett leállásokkal dolgoznak, ezzel együtt karbantartási stratégiával rendelkeznek
- Automatikus leállító rendszer szolgálja a biztonságos leállást
- Többféle technika szolgálja a hulladék minimalizálást
- Szeparált vizes elfolyás gyűjtő rendszer szolgálja a szennyvizek hatékony tisztítását, külön tisztítóban kezelik a lúgos mosólét
- A pirolízis üzemben kevés a tárolt köztes termék, a nyersanyagot és terméket is külön helyen tárolják.

#### 11.5.3 Folyamatszabályozás és működtetés

Hatékony folyamat szabályzó rendszer szükséges a stabil, nagy hozamú és jó környezeti teljesítményű pirolízis üzemhez, ennek elemei:

- Korszerű on-line szabályzó, ellenőrző, vezérlő rendszer
- Kiterjedt ellenőrző műszer és beavatkozó rendszer
- Környezeti menedzsment rendszer, rendszeres felügyelettel, környezeti monitorozással, személyzet egészségügyi ellenőrzésével, nem szokásos események kezelésének eljárásával.

### 11.5.4 Levegő emissziók

A légszennyezések csökkentésének legfontosabb módszerei recirkuláltatási és újra használati technikákon alapulnak, ezek a BAT, használatuk mértékét a helyi műszaki és gazdasági feltételek alakítják.

- Kemencék. A kemencékben gáztüzelést használnak, ami lehet földgáz és folyamat véggáz, metán és hidrogén elegye. A kéndioxid és a részecske kibocsátás elhanyagolható, fontos viszont a NO<sub>x</sub> kibocsátás, aminek csökkentésére a BAT az új kemencéknél a kis NO<sub>x</sub> égők és a katalitikus DENO<sub>x</sub> alkalmazása. Meglévő berendezéseknél ezek szerinti átalakítás a jövedelmezőségtől függ. A kis NO<sub>x</sub> égőkkel elérhető NO<sub>x</sub> emisszió szint 75 mg/m<sup>3</sup>, katalitikus DENO<sub>x</sub> reaktorral 60 mg/m<sup>3</sup>. A CO kibocsátásnál a BAT korszerű égés ellenőrzés füstgázelemzéssel. Széndioxid emisszió tekintetében a tüzelőanyag hidrogén tartalmának növelése a lehetőség, viszont ennek is vannak hátrányai, például nagyobb NO<sub>x</sub> tartalom. A BAT gáztüzelésű kemencékre és gőz túlhevítőkre: korszerű tüztér kialakítás, 92-95% hatásfok, metán és/vagy hidrogén tartalmú gáz fűtőanyagként való használata, 1-3% oxigén felesleggel, minimalizált NO<sub>x</sub> emisszió, kis NO<sub>x</sub> égőkkel és/vagy katalitikus DENO<sub>x</sub>. Ezekkel 60-100 mg/Nm<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>, 20 mg/Nm<sup>3</sup> CO érhető el.
- A koksztmentesítési véggáz, mivel a koksztmentesítési művelet a teljes üzemidő mintegy 3%-át veszi igénybe csupán, a BAT a kokszképződés minimalizálása és a koksztmentesítési kibocsátások visszavezetése. Ezzel a részecske kibocsátás 50 mg/Nm<sup>3</sup> alatt tartható.
- Fáklyázás az indítás során lehetőleg elkerülendő, a legjobb működési viszonyok között 5-15 kg/tonna etilén fáklyázási arány érhető el, 99%-os égetési hatásfokkal.
- Pontforrásokra a BAT az összegyűjtés öblítő gáz rendszerrel, fűtőanyagként hasznosítandó vagy fáklyára küldendő. A mintavevő helyeknél zárt hurok alkalmazása, mérgező anyagok tárolásánál a pontforrás emisszió elkerülése.
- Savas gázok kezelése lúgos vagy aminos mosás, a savanyításkor képződő kénhidrogént elégetik vagy Claus üzembe viszik.
- Szivárgásos emisszióknál a kritikus komponensek, mint a benzol, emissziójának értékeit kell elérni.

### 11.5.5 Víz emissziók

- Folyamat vízre a BAT a bontó részből kijövő víz kezelése és visszavezetése a pirolízishez, kivéve a nehéz alapanyagokat, általában a víz 90%-át visszavezetik. A hígító gőz előállítás BAT, ez áll a kondenzátum mosásából, elválasztásból, sztrippelésből és visszaforralásból, 10%-os a leeresztés.
- Kimerült lúgoldat nátrium-karbonátot, bikarbonátot, szulfidot és más szerves sókat tartalmaz, a BAT lehet visszanyerés eladásra, nedves oxidáció, savazás és kén visszanyerés, savas fáklyára bocsátás.
- Végző kezelésre a BAT a fizikai elválasztás, finomító kezelés, hidrogén-peroxidos oxidáció vagy biológiai kezelés. A BAT emissziós szint a központi szennyvízkezelő telepről kijövő vízre:

Szennyező anyag	BAT értékek, napi átlagok (mg/l)
Áramlási sebesség	0,3-0,5 t/t etilén
pH	7-8
COD (KOI)	30-45

Szennyező anyag	BAT értékek, napi átlagok (mg/l)
TOC	10-150mg/l és 2-10 g/t etilén
Szulfid ionok	0,6
foszfát	1,5
nitrogén	25
fenolok	0,15
benzol	0,05
Teljes szénhidrogén tartalom	1,5

## 28. Táblázat. BAT értékek központi szennyvíz telepre

### 11.5.6 Melléktermékek és hulladékok

A pirolízisnél nem keletkezik állandó hulladék áram, a BAT a hulladékokra a következő technikákat jelenti: szerves maradékokat elégetik, kimerült katalizátorokat kezelik a nemesfém visszanyerésére, a kokszot elégetik vagy deponálják, a kimerült adszorbenseket eltemetik vagy elégetik.

### 11.6 Új technikák

Az új megoldások az elmúlt évtizedekben két csoportba oszthatók, az egyik az energia hatékonyság javítását, a második a teljes elektronikus folyamatirányítást jelentette. A jelenlegi eredmények a meglévő technológia javítására szintén az energia hatékonyság növelése, a környezeti kibocsátások csökkentése. A tendencia a fejlesztésekre a nagyobb üzemméret (min 500 kt/év etilén), flexibilis üzemek többféle nyersanyagra, propilén termelés növelése. Új lehetséges eljárások a korszerű FCC (fluid catalytic cracking), nem kriogén elválasztás, nagy hőmérsékletű pirolízis kerámia kemencékben. Fontos új irány lehet az alapanyagváltás, metán katalitikus átalakítása, metanolból olefinek, parciális oxidáció és krakkolás együtt, katalizátoron, földgáz és olefin üzemi gázok együttes feldolgozása.

## 12 BEMUTATÓ FOLYAMAT: AROMÁSOK

### 12.1 *Általános információ*

Az „aromások” kifejezés a benzolt, toluolt és a xilolokat jelenti, rövidítéssel BTX, előállításuk három fő forrása a finomítói reformátum, a pirobenzin és kőszénkátrányból kinyert benzol. Az aromás üzemek jelentik az iménti forrásokból származó elegyek feldolgozását, az elválasztást és az aromások átalakítását egymás között, ezek az üzemek általában a finomítók vagy a petrokémiai üzemek részei.

#### 12.1.1 Benzol

A benzolt a reformálás mellett más aromások hidrodealkilezésével is előállítják, fontos forrás még a pirobenzin. A benzol kb. felét etilbenzollá és ebből sztirollá alakítják, fontos még a kumol (fénol) és a ciklohexán alapanyagaként. A benzol számos vegyi termék alapanyaga, az említetteken túl nitrobenzolt, anilint, halogénezett, szulfonált aromás vegyületeket állítanak elő belőle.

#### 12.1.2 Toluol

A reformátumból és a pirobenzinből származó toluolból dezalkilezéssel benzolt, alkilezéssel főleg para-xilolt állítanak elő. Egyéb felhasználásához nitrálják, magban és oldalláncban halogénezik, oxidálják, szulfonálják.

#### 12.1.3 Xilolok

Fő forrásuk a reformátum, oxidációjuk illetve amoxidációjuk révén fontos műanyagipari alapanyagokat állítanak elő belőlük.

#### 12.1.4 Ciklohexán

A ciklohexán nem aromás vegyület, de előállítását leggyakrabban az aromás üzemekben, azokhoz kapcsolódó technológiával végzik. Benzol hidrogénezésével állítják elő.

#### 12.1.5 Termelési kapacitás

Az európai termelési kapacitások benzolból kb. 8000 kt/év, toluolból 3000 kt/év, para-xilolból 2000 kt/év. A legnagyobb előállítók Németország, Hollandia és Nagy-Britannia.

#### 12.1.6 Gazdaságosság

Az európai aromás termelés 1998-ban kb. 10 millió tonna volt, aminek az értéke hozzávetőlegesen 2,5 milliárd euró. Ebből a benzoltermelés 6,5 millió tonna volt. A motorbenzinekre érvényes új normák szerint a benzol tartalmat 1% alá kell csökkenteni, ami megnöveli a benzol kínálatot. Az árak elég hektikusan változnak, de a hosszú távú trend kismértékű árcsökkenést mutat. A nyereségtermelő képessége az aromás előállításnak kicsi a nagyobb kínálat miatt, az újabb aromásokat szolgáltató eljárások növelhetik a nyereségességet (LPG konverzió).

## 12.2 Alkalmazott eljárások és technikák

Az aromás előállításnál sokféle üzem konfiguráció létezik. A két fő forrás, a pirolízis és a reformálás paramétereit kismértékben igazíthatók az aromás termelés igényei szerint, de mivel ezek mindkét technológiában másodlagos termékek az olefinek és a benzin mögött, a változtatási lehetőségek kicsik. Az aromások kivonása után maradó pirobenzin, illetve reformátum benzinkeverő komponensként és a pirolízisbe visszaforgatva is hasznosítható.

Az aromások elválasztására szolgáló eljárások találhatóak a következő táblázatban:

Művelet	Elválasztási feladat	Követelmények
Azeotrop desztilláció	BTX elválasztás pirolízistermékből	Nagy aromás tartalom (>90%)
Extraktív desztilláció	BTX elválasztás pirolízistermékből	Közepes aromás tartalom (>65-90%)
Folyadék-folyadék extrakció	BTX elválasztás reformátumból	Kisebb aromás tartalom (20-65%)
Hűtéses kristályosítás	Para-xilol elválasztás m/p elegyből	o-xilol és etilbenzol desztillációs előzetes elválasztása a C <sub>8</sub> aromás frakcióból
Adszorpció	Para-xilol elválasztás C <sub>8</sub> aromás frakcióból	Folyamatos, reverzibilis és szelektív adszorpció
BF <sub>3</sub> /HF komplex képzés	Meta-xilol elválasztás xilol elegyekből	Szelektív komplexképzés

### 29. Táblázat. Az aromások elválasztására szolgáló eljárások

Az azeotrop desztillációnál hozzáadott poláros oldószerrel (metanol, aceton) lehet az azeotrópot képező komponenseket elválasztani, a hozzáadott oldószereket a desztilláció után vízzel extrahálják, majd a vizes oldatból desztillációval regenerálják.

Az extraktív desztillációnál a kolonna közepén adják be az aromás frakciót, a szelektív oldószert pedig az oszlop tetején, felül távozik az aromásmentes elegy, alul az aromástartalmú oldószerelegy, amit ismételt desztillációval választanak el az oldószertől.

A folyadék-folyadék extrakcióban az aromásokat jól oldó és egyben a többi szénhidrogéntől elváló oldószerrel extrahálják.

A kristályosítást a meta- és para-xilolok elválasztására használják, előzetesen a víztartalmat 100 ppm alá kell csökkenteni. A para-xilol kinyerése történhet molekulaszitálás (zeolitos) elválasztással is.

A kémiai átalakításhoz a következő reakciók tartoznak: toluol hidrodézalkilezése benzollá, toluol diszproporcionálása benzollá és xilollá, xilolok izomerizációja para-xilollá.

Az aromás előállítási eljárásokat néhány nemzetközi technológiai fejlesztő cég kínálja, amelyek a BAT alkalmazásával alakították ki a technológiákat. Az aromás üzemek általában finomítók vagy petrokémiai üzemek részeként működnek, ahol a szükséges infrastruktúra megvan. A fontosabb eljárások a reformálás, dezalkilezés, izomerizáció, transzalkilezés, extrakció, extraktív desztilláció, kristályosítás, adszorpció.



### 12.2.1 Benzol pirobenzinből

A pirobenzin jelentős mennyiségű aromást tartalmaz (benzol 20-40%, toluol 16-20%, többi aromás 10-13%). Feldolgozása kétlépcsős hidrogénezéssel történik, ami a kénmentesítést is szolgálja, ezután elválasztják a toluolt, majd a benzoltartalmú frakciót extraktív desztillációval bontják meg.

### 12.2.2 Benzol és toluol reformátumból és pirobenzinből

A benzol és toluol kinyerése a reformátumból és/vagy pirobenzinből a következő lépésekkel lehetséges: benzol és toluol tartalmú frakció előállítása desztillációval, extraktív desztilláció vagy extrakció a két aromás kinyerésére, benzol és toluol kinyerése az oldószerből, elválasztásuk desztillációval.

### 12.2.3 Benzol és para-xilol a reformátumból

A reformátum desztillációjával  $C_6$ - $C_7$ ,  $C_8$  és  $C_{9/10}$  frakciókat választanak el, az első frakciót extrakcióval aromásmentesítik, ebből van a benzol és a toluol, a  $C_8$  frakcióból a para-xilolt adszorpciós és kristályosító lépéssel nyerik ki. A  $C_{9/10}$  frakciót toluollal keverve transzalkilezést végeznek, xilolokat és benzolt nyerve. Ezeket még kiegészíthetik a speciális piaci igényekhez igazodó eljárási lépésekkel, mint a hidrodealkilezés vagy a toluol alkilezése para-xilollá.

### 12.2.4 Ciklohexán

A benzol hidrogénezését teljes konverzióig kell vinni, mert forrponjtja a ciklohexánétól alig tér el, ezért két lépésben végzik a hidrogénezést, például folyadék majd gőz fázisban, többnyire nikkal katalizátorral. A reakciótermék ciklohexánt sztrippelek az oldott gázok kiűzésére.

### 12.2.5 Szükséges vegyianyagok

A fentiekben vázolt folyamatokhoz a következő anyagok szükségesek:

- Hidrogén
- Hidrogénező katalizátorok
- Egyéb katalizátorok (diszproporcionáló, izomerizáló)
- Adsorbensek
- Agyag adszorbens
- Oldószerek
- Fűtőgáz
- Nitrogén
- Folyamat víz
- Gőz
- Folyamat vegyszerei (inhibítorok, stabilizálók).

### 12.2.6 Integrált környezetvédelmi egységek

Az aromás üzemek finomítók vagy petrokémiai komplexumok részei így előnyösen használhatják az ott meglévő infrastruktúrát:

- Fel nem használt frakciók hasznosítása motorhajtó üzemanyagként vagy pirolízis alapanyagként
- Legkönnyebb frakciók felhasználása tüzelőanyagként, energia integráció
- Szolgáltatások
- Kénhidrogén kinyerés
- Energiatakarékos megoldások
- Fáklya rendszer
- Központi szennyvízkezelő
- Aromások tárolása speciális tartályokban
- Az aromások töltése és ürítése zárt rendszerben a gőzeik visszanyerésével.

### 12.3 Fogyasztási és emissziós szintek

Az aromás üzemek emissziója nagyrészt a szolgáltatóktól ered, viszonylag kicsi az eljárásból magából származó kibocsátás.

#### 12.3.1 A fogyasztást és emissziót befolyásoló faktorok

Az aromás üzemek kibocsátásának meghatározása sok tényezőtől függ, ilyenek a helyi aromás igény szerkezete, az üzemhatárok definíciója, hozzátartoznak-e nagyobb finomítóhoz vagy petrokémiai komplexumhoz. Ilyen esetben ugyanis a szennyvízkezelés, fáklyázás közös, optimált, továbbá lehetőség van az egyes hulladék áramok hasznosítására. Az emissziós szinteket általában termelt BTX tonnára vetítve adják meg.

#### 12.3.2 Energia és nyersanyagfogyasztás

A helyi tényezőkön túl az energia fogyasztás a kiindulási elegy aromás tartalmától, a hőintegráció mértékétől és a technológiától függ. A következő táblázat a jellemző fogyasztási és termelési adatokat tünteti fel.

	Eljárás konfiguráció		
	Benzol pirobenzinből	Benzol hidrodealkilezéseséé TX vágással	Reformáló
<b>1. Fogyasztás tonna kiindulási anyagra vetítve</b>			
<b>Fűtőgáz</b>	3-35 kg	Nettó termelés 8,0 GJ	3-10 kg
<b>Gőz (t)</b>	0,5-1	<0,1	0,5-1,5
<b>Elektromos energia MWh</b>	< 0,07	< 0,07	<0,07
<b>2. Termelés tonnában tonna kiindulási anyagra vetítve</b>			

<b>Benzol</b>	0,2-0,35	0,83	0,12-0,24
<b>Toluol</b>	-		0-0,30
<b>Para-xilol</b>	-		0,23-0,48
<b>Orto-xilol</b>	-		0-0,25

### 30. Táblázat. Aromás előállító eljárások fogyasztási értékei

#### 12.3.3 Légszennyezők

A lehetséges légszennyezők az aromás előállításnál a gáztüzelésű hevítők, a pontforrások és a regeneráló kemencék, a karbantartásnál és a nem elvezetett kibocsátások csak illékony szerves anyagokat, míg a többiek NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO/CO<sub>2</sub> kibocsátásokat is okoznak.

A hidrogénezési folyamatból és a dezalkilezésből hidrogén és metán tartalmú véggáz származik, ami fűtőgázként hasznosítható. A kemencék a szokásos kéndioxid és nitrogénoxid kibocsátásokat okozzák.

Az illékony szerves anyagok (VOCS) emissziója szivárgásokból adódik, de mivel az alkalmazott nyomások és hőmérsékletek nem nagyok általában csekélyek az emissziók. 50 tonna/év szénhidrogén emisszió a nem rutin műveletekből tipikus egy átlagos aromás üzemnél.

#### 12.3.4 Víz emissziók

Vizet használnak az oldószerek kis mennyiségének visszanyerésére a raffinátumból, sztrippelő kolonnákban használt gőz kondenzátuma is ide számít. A víz általában zárt körben mozog. Az aromás üzemek kevés szennyvizet termelnek, ezek kondenzátumok, amik kis mennyiségű oldott szénhidrogént tartalmaznak. A lúgos mosók is termelnek szennyvizet, ami szulfidot tartalmazhat és van COD-ja (KOI). Egyéb szennyvizek a kifolyásokból, hűtővíz leeresztésből, esővízből, készülék mosóvízből adódnak. Holland tapasztalatok szerint az aromás üzemek központi szennyvíz tisztítója az egyik esetben a benzol tartalmat 99,8%-kal csökkentette, másik esetben az összes aromás tartalmat 99%-kal.

#### 12.3.5 Hulladékok

A főbb szilárd hulladékok: hidrogénező katalizátorok, élettartamuk 2-5 év, toluol dezalkilezésnél 10 év. Nemesfém tartalmukat kinyerik. Agyag, élettartam fél-két év, eltemetik, elégetik. Adsorbensek, molekulasziták, 3-4 év élettartam, eltemetik. Iszapok, elégetik. Olajjal szennyezett anyagok, olajiszapok, elégetik.

Holland adatok szerint a szilárd hulladékok összes mennyisége kb. 0,15 kg/ tonna termék.

### 12.4 A BAT meghatározásánál tekintendő technikák

#### 12.4.1 Légszennyezések

##### 12.4.1.1 Tüzelési emissziók

Az aromás üzemek az elválasztáshoz használnak sok energiát, ezt tüzelő berendezésekben állítják elő, ahol a kibocsátások széndioxid, kéndioxid, nitrogénoxidok, szénmonoxid és részecskék lehetnek. A széndioxid kibocsátás az energia hatékonyságtól függ, a kéndioxidé a tüzelőanyag kéntartalmától, nitrogénoxid a tüzelés hőmérsékletétől, illetve az égők

konstrukciójától, a szénmonoxid és a részecske kibocsátás a légfeslelegtől és a tüzelőanyag minőségétől.

#### **12.4.1.2 VOCS emisszió pontforrásokból**

A pontforrások az aromás üzemeknél is a szokásosak. Ahol jelentősebb aromás tartalmú elegyek fordulnak elő, ott a lehetséges kibocsátásokat közös gyűjtő rendszerbe célszerű vezetni. A tárolt mennyiséget minimalizálni szokták, a tárolásnál védőgázt, vagy belső úszó fedelet használnak. A töltésnél és ürítésnél a kibocsátás elkerülhető megfelelő eszközök használatával (vákuumozás, átfűvés).

#### **12.4.1.3 Szivárgásos VOCS emissziók**

A szivárgásos emissziók a szokásos módszerekkel elkerülhetők, ajánlott a dupla tömítések használata szivattyúknál és kompresszoroknál.

#### **12.4.2 Víz emissziók**

A víz jelen van a pirobenzin hidrogénezésnél és a benzol elválasztásnál. A folyamat vizet kezelik, mielőtt elhagyná az üzemet. Az esővizet a központi szennyvízkezelőbe vezetik, analízis jelzi a nagyobb szennyeződést. A hűtővizet zárt körben cirkuláltatva használják. A szennyvíz elvezető csöveket föld fölött helyezik el. A szénhidrogén tartalmú vizeket külön gyűjtik és a szénhidrogén fázist elválasztják. Egyes üzemekben az aromástartalmú szennyvizeket külön kezelik. A tároló tartályok közeléből származó vizeket ellenőrzik a központi szennyvízkezelőbe vezetés előtt. A vizek szennyezettségét mintavétellel és elemzéssel ellenőrzik, holland üzemben a kifolyó vizet naponta kétszer mintázzák és elemzik BTX tartalomra nézve.

#### **12.4.3 Szilárd hulladékok**

A szilárd hulladékok minimalizálásának technikái: csökkentés a forrásnál, olajos maradékok reciklálása, nem-olajos anyagok reciklálása, gondos felügyelettel megakadályozzák a kifolyásokat a talajba és a talajvízbe.

#### **12.4.4 Folyamat specifikus technikák**

##### **12.4.4.1 Pirobenzin üzemek**

Benzin hidrogénezése: a hidrogénező reaktorból jövő gázokat tüzelésre viszik, leálláskor először eltüzelik, majd a fáklyára engedik. A benzol tartalmú elegyek mintavételezésekor zárt mintavevő eszközöket alkalmaznak. A folyamatból elvezetendő víz leeresztésekor szintjelzőt alkalmaznak, nehogy szénhidrogént is leereszenek. A kimerült katalizátort visszaviszik regenerálásra a katalizátor gyártónak.

Benzol vágás, második hidrogénezés, benzol extrakció: a katalizátor regenerálásnál keletkező gázokat a kemence tüzelő részébe vezetik, mielőtt kiengedik a levegőbe. Az üzemben zárt szennyvízelvezető rendszer van, zárt mintavevő hurkot alkalmaznak. A szivattyúk dupla tömítésűek, a hidrogénezés lefűjt gázait a tüzelő berendezésbe viszik. Túlnyomás ellen a desztillációs egységben érzékelő van, s ez nyomás növekedés esetén leállítja a fűtést. Az extrakciós üzemben a vákuum szivattyúban az extraháló folyadékot alkalmazzák zárófolyadékként. Üzemindításkor és leálláskor a közbenső terméket összegyűjtik és

feldolgozzák. A kimerült katalizátort a gyártó regenerálja. Az extrakciós oldószerek regenerálásának iszapját külső félhez viszik elégetésre.

Toluol hidrodealkilezés: ez a TX frakció hidrogénezése nagy hőmérsékleten (<750°C) és nyomáson (<60 bar), többnyire katalizátorral, amikor is benzol és metán keletkezik. Az intenzív körülmények miatt kiváló minőségű technológiákat alkalmaznak, aminek pozitív hatása van a környezeti teljesítményre is. A légnemű kibocsátás a füstgáz. A folyamat gázait tüzelésre használják, gyakran érdemes hidrogénben és metánban gazdag frakciókra szétválasztani, például nyomáslengetéssel technikával. A fáklyára küldött gáz mennyiségét csökkentik a karbantartás és megbízhatósági program révén.

Szennyvíz kibocsátás nincs, a szilárd hulladék a kimerült katalizátor, alumíniumoxid hordozós krómoxid, amit a króm kinyerése után eltemetnek. Az energia mérleg a nagy mennyiségű metánban gazdag gázképződés miatt jó.

Reformálás: az agyagos kezelés az olefin és diolefin komponensek elválasztására szolgál, a kimerült agyag mennyisége az elválasztandó anyag bróm számától függ. Az agyagot gőzzel lehet aromás mentesíteni, kihevítéssel a többi szerves anyagot megsemmisíteni, a kihevített agyag például útépitésnél felhasználható. Az orto-xilol elválasztás desztillációval történik, amit optimalizálnak energia hatékonyság és hozam szempontjából. A para-xilol kinyerésre manapság az adszorpciót használják, amiből a kimerült adszorbenst elégetik.

A ciklohexán hidrogénezésben gáz és folyadék fázisú eljárást is alkalmaznak, a katalizátor Pt vagy Ni, ezek élettartama hosszú, a cserélt katalizátort feldolgozzák. A reakcióban keletkező hőt hasznosítják, például gőztermelésre. A véggázokat tüzelésre használják, szennyvíz nem keletkezik.

## 12.5 BAT

### 12.5.1 Eljárás választás

Nem lehet meghatározni a BAT eljárást, mert ez a rendelkezésre álló alapanyagtól és a kívánt terméktől függ.

### 12.5.2 Légnemű kibocsátások

Az aromás előállítás energia intenzív folyamat, ezért különösen fontos az energia integráció megvalósítása, természetesen más eljárásokkal együtt nagyobb komplexumokon belül. A technológiában a tüzelésből adódó emisszió a lánggal fűtött kemencékből származik, ahol az új kemencékre a BAT az ultra-kis NO<sub>x</sub> égők vagy a katalitikus DENOX alkalmazása.

A benzol toxikussága miatt a BAT a VOCS emissziók minimalizálása szigorú ellenőrzéssel, a következő technikák kiválasztása és kombinációja révén:

- A BAT a folyamat lefűtatásokra gáz visszanyerő rendszerbe, vagy fáklyára vezetés
- A mintavételre a BAT a zárt hurkos mintavétel alkalmazása
- Hő bevitel leállító rendszer, az üzem gyors leállítására meghibásodás esetén
- Leürítésre, elvezetésre zárt csőrendszer, különösen ott ahol a benzol tartalom >1%, vagy az aromás tartalom >25%
- A fenti koncentrációjú folyamat áramokra a BAT burkolt szivattyúk használata, vagy gázöblítés, vagy dupla tömítés, vagy mágneses meghajtás.
- A szivárgásos emissziókra a BAT a szelepek tömítésének megfelelő kiképzése

- A kompresszorokra a BAT dupla tömítés, megfelelő záró folyadék, gáz ellennyomás, vagy tömítésmentes megoldás.

A BAT a hidrogénezés véggázaira a fűtőgázként való hasznosítás, adott esetben, a hidrogénben gazdag frakció elválasztása, a metán frakció eltüzelése.

A BAT az aromások nagy tömegben való tárolására a dupla tömítéses, úszó tető, vagy fix tetejű tartály belső úszó tetővel, jól záró tömítéssel, fix fedelű tartály, összekapcsolt gázterekkel, gáz visszanyerő rendszerrel, vagy egyedi áramoknál abszorpcióval.

A BAT az aromások töltése és ürítése során a zárt rendszerek, beleértve a jármű tartályát is, alsó töltés. A gőzökre a gőz visszanyerő egység, fáklyázás.

### **12.5.3 Víz emissziók**

Az aromás üzemek általában kevés szennyvizet termelnek, a BAT a minimalizálás és a szennyvíz újra használat. Ha a kifolyás szénhidrogén tartalma a határértékekhez közeli, akkor szükséges a visszanyerésük, például sztrippeléssel. A BAT a vizes fázisra az elválasztás az olajos fázistól és ezt követő biológiai tisztítás.

### **12.5.4 Hulladékok**

A BAT a kimerült katalizátorokra a fémtartalom kinyerése és a hordozó eltemetése. Az olajos iszapokra az égetés kontrollált körülmények között, hővisszanyeréssel. Az agyag adszorbensekre a BAT lehet az égetés és az eltemetés egyaránt.

## **12.6 Új technológiák**

Az aromás termelés területén nem ismeretes új technika.

## 13 BEMUTATÓ FOLYAMAT: ETILÉN-DIKLORID / VINILKLORID MONOMER

Az etiléndiklorid (EDC) többségét a vinilklorid (VCM) előállítására használják, nagy integráltságú üzemekben együtt alkalmazzák ezeket a folyamatokat, ezért tárgyalásuk is együtt célszerű.

### 13.1 Általános információ

Az EDC-t elsősorban a VCM előállítására használják, a VCM szinte kizárólag a PVC illetve más kopolimerek gyártására szolgál, a további felhasználások ezekhez képest kicsik. A gyártóhelyek a nátriumklorid elektrolízis üzemekkel általában egy helyen található. Az európai kapacitás VCM-re kb. 6 millió tonna/év. A világ gyártási kapacitása 30 millió tonna/év, aminek kihasználtsága mintegy 80%-os. A termék árak gyakran változnak, a piac nemzetközi, ezért a kevésbé korszerű üzemek veszteségesek lehetnek. A jól és gyengén működő üzemek gyártási költségei között 20-30% különbség is lehet.

A vinilklorid üzemek nagyfokú automatizáltsággal működnek, tipikusan 8 operátor működtet egy üzemet egy műszakban.

A következő táblázat 400 kt/év VCM üzem jellemző fogyasztási és költség értékeit tartalmazza.

Komponens	Felhasználás	Fajlagos költség	Teljes költség €/t VCM
Etilén	0,47 t	400 €/t	188
Klór	0,60 t	120 €/t	72
Oxigén	0,14 t	40 €/t <sup>1</sup>	5,6
Elektromosság	0,2 MWh	39 €/MWh <sup>2</sup>	7,8
Földgáz	1MWh	13 €/MWh	13,0
Gőz	0,2 t	9 €/t	1,8
Kifolyások kezelése		10 €/t	10
Külső termékek/szolgáltatások		10 €/t VCM	10,0
Munkaerő		2,5 M€/év	6,3
Karbantartás		8 M€/év <sup>3</sup>	20
Rezsi költségek		5 M€/év <sup>4</sup>	12,5
		Összesen	347

1 külső oxigén ellátás drágább lenne  
2 kivéve az oxigén gyártás elektromos energia igényét  
3 arányos tőke hozam alapján becsülve  
4 minden üzemi szolgáltatást beleértve

### 31. Táblázat. VCM üzem jellemző fogyasztási értékei

#### 13.2 Alkalmazott eljárások és technikák

Az 1960-as évektől az acetilén bázisról áttértek az etilénre, mert az acetilén drágább volt. Ezt az utat csak ott használják, ahol olcsó a szén és így a karbid alapú acetilén.

Az etilént vagy direkt klórozással vagy oxiklórozással alakítják EDC-dá. A tiszta EDC hőbontásával nyerik a vinilkloridot és sósavat. Ha az így kapott sósavat mind felhasználják, akkor un. "kiegyensúlyozott" üzembről beszélünk, az ilyen üzemek nagyfokú melléktermék hasznosítással dolgoznak.

##### 13.2.1 Nyersanyagok

A kiegyensúlyozott üzem etilént és klórt használ, ami általában vezetéken érkezik az előállító üzemekből. Az etilén a pirolízis üzemből jön, propán és propilén tartalmának minimálisnak kell lenni a klórozott propán származékok képződésének elkerülésére. A klór lehet komprimált vagy az elektrolízis cella gáza, mindenesetre a bróm tartalom káros, az inert gáz tartalom miatt emisszió léphet fel. A nem kiegyensúlyozott üzem kibocsáthat sósavat vagy EDC-t.

A kiegyensúlyozott VCM üzem folyamatai:

- Direkt klórozás
- Oxiklórozás
- EDC tisztítás
- EDC krakkolás
- VCM tisztítás
- Bruttó reakció:  $2 \text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \Rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

##### 13.2.2 Direkt klórozás

A direkt klórozás az etilén és a klór addíciós reakciója, exoterm, katalizátorként Lewis-savakat, például vaskloridot használnak. Az eljárásnak két változata van, alacsony és nagy hőmérsékletű klórozás, előbbinél az EDC forrponja alatt (<70°C) dolgoznak, de ekkor az EDC-t desztillálni kell, a másodiknál magasabb hőmérsékleten (>90°C) dolgoznak, az EDC gőzként távozik, mosás után krakkolásra vihető. Mindkét eljárás termel maradékot és véggázokat, amiket kieresztés előtt kezelni kell. A hozam etilénre 96-98%, klórra 98%.

##### 13.2.3 Oxiklórozás

Az oxiklórozás beruházás igényesebb és kisebb tisztaságú EDC-t ad. Az oxiklórozás a sósav, etilén és oxigén reakciója réz-só katalizátoron, 220-250°C-on, 2-6 bar nyomáson. A katalizátor lehet fluid és fix ágyban elhelyezve, a fluid a gyakoribb. Mivel a reakció erősen exoterm a hőmérsékletszabályozás nagyon fontos, hogy elkerüljék a melléktermékeket. A felhasznált sósav jöhet az EDC krakk egységből, a VCM tisztításból vagy külső forrásból. Az oxigént bevihetik levegővel vagy tiszta oxigénként, ez utóbbinál kisebb hőmérsékleten, nagyobb etilén felesleggel dolgoznak, így kevesebb melléktermék és lefűjt gáz keletkezik. Figyelembe kell venni természetesen az oxigén előállítás költségeit is.



A terméket a gázoktól kondenzációval választják el, a maradékot abszorpcióval vagy adszorpcióval szedik ki a recirkuláltatandó gázokból. A vizes fázis, amit elválasztanak az EDC-től, tartalmaz klóretanolt és klorált.

A keletkező hulladék áramok:

- desztillációval elkülönített szennyezések az EDC-ből
- a folyamat véggáz, amit kibocsátás előtt tisztítani kell
- vizes fázis kvencselésből, klórozott szerves anyagot és réz-sókat tartalmaz
- vizes fázis kondenzációból, szintén szennyezett
- kimerült katalizátor, csak a fix ágyas eljárásból.

A dioxinok képződését kimutatták, de mennyiségük kicsi és nem jutnak ki a környezetbe.

### 13.2.4 EDC tisztítás

Az EDC többféle forrásból származhat, direkt és oxiklórozás, VCM tisztítás. Krakkolás előtt tisztítani kell, mert a krakk reakció érzékeny a szennyezésekre. A tisztítási lépések a következők lehetnek:

- vizes mosás, különösen a kis hőmérsékletű klórozásnál
- azeotróp szárítás és desztilláció
- nehéz frakció eltávolítás desztillációval
- a könnyű és a nehéz frakciók további feldolgozása az EDC visszanyerésére és hasznos anyagok kinyerésére
- klórozási reakció a könnyű termékek átalakítására, hogy elválaszthatók legyenek az EDC-től desztillációval.

Az ebben a szekcióban keletkező véggázokat tisztítani kell kieresztés előtt, ez lehet katalitikus vagy termikus oxidáció, vagy többcélú égető, ahol sósav keletkezik, amit felhasználnak. Az azeotróp desztillációból jövő vizes fázist sztrippelik.

### 13.2.5 EDC krakkolás

A VCM előállítása az EDC 500°C-os krakkolásával történik, 50-60%-os konverzióval, ezután gyors kvencs hűtés jön, az EDC kondenzátumot használják a kvencshez. A kokszképződés elkerülésére a betáplált EDC 99,5% tisztaságú, száraz kell legyen. A kemencék gáztüzelésűek, füstgázai a levegőbe távoznak.

Használhatnak katalitikus gáz fázisú reakciót is, ami jobb szelektivitású, de a katalizátor költségek nagyobbak és hosszabb leállással is kell számolni.

### 13.2.6 VCM tisztítás

A VCM tisztítása kétlépcsős desztilláció, EDC visszakerül a krakkoláshoz, sósav az oxiklórozáshoz, a VCM-ből a sósav nyomait is eltávolítják. Ebben a lépésben nem keletkezik sem gáznemű, sem szilárd hulladék, kevés kimerült lúgoldat a VCM semlegesítéséből.

### 13.2.7 Tárolás, töltés, ürítés

Az EDC/VCM termelő üzemekben EDC, HCl, VCM és melléktermék tárolás is szükséges, ehhez a következő technikákat használják.

- EDC-t és melléktermékeket atmoszférás tartályokban tárolják inert gáz párna alatt
- VCM tárolás lehet nyomás alatt környezeti hőmérsékleten, vagy hűtve közel atmoszférás nyomáson, ekkor cirkuláltatás lehetséges, szárítással, semlegesítéssel, stabilizátor adagolással
- A száraz sósavat folyadék állapotban, zárt, nyomástartó edényben alacsony hőmérsékleten tárolják
- Klór és etilén tároló kapacitások általában nincsenek, mert ezek csővezetéken érkeznek
- Az ürítő és töltő szerelvények olyan megoldásúak, hogy a vezetékben, csatlakozókban lévő anyagmaradékokat eltávolítják, úgy, hogy ne jussanak a környezetbe.

Az atmoszférikus tároló edények a gázalakú kibocsátások fő forrásai, lélegzés, töltés közbeni gázcsere, nitrogénes öblítés révén. A kijövő gázok EDC-vel és melléktermékekkel telítettek, további emissziók forrásai: balesetek, biztonsági szelepek, ezek tömítetlenségei, törések, készlet-tartályok szelepei, mintavevő helyek, rugalmas csatlakozások a szállító járművekhez, szivárgások.

Normál üzemmenetnél nincsenek folyadék kibocsátások, a kevés vizes fázist leválasztják és visszaviszik a folyamatba.

### 13.2.8 Integrált környezetvédelmi egységek

A következő ártalmatlanító egységeket használják a VCM üzemekben.

- Sósav gázmosó
- Különböző lefűvátás kondenzátor, abszorber, adszorber
- Véggáz termikus vagy katalitikus oxidáció, sósav abszorpcióval
- Szennyvíz sztrippelés, klorál hidrolízis
- Szennyvízkezelés, iszap elválasztás
- Savas kifolyás semlegesítés

A szerves maradékokat vagy visszaviszik a folyamatba, vagy helyben elégetik, vagy máshol elégetik.

### 13.2.9 Felhasznált vegyszerek, szolgáltatások

- Folyamat víz az EDC mosására
- NaOH
- Vízmentes vasklorid
- Oxiklórozó réz katalizátor
- Szerves oldószer az EDC nyomok kimosására
- Hidrogén és hidrogénező katalizátor az acetilén nyomok telítésére

- Sósavoldat vasklorid kimosására
- Biztonsági víz sósav kimosására nem szokványos üzemi körülmények esetén
- Forralókhoz dugulás gátló
- Nitrogén
- Levegő vagy gőz-levegő elegy krakk kemence csövek koksztmentesítésére
- Gőz vagy levegő sztrippeléshez

### 13.2.10 Energia

A direkt és az oxiklorozás erősen exoterm reakciók, míg az EDC krakkolása endoterm, az EDC és VCM elválasztás energiaigényes. Az eljárás energia hasznosítására a következő megoldásokat használják:

- A kemence füstgázokból hővisszanyerés
- A krakkolóból kijövő gázok hőtartalmának hasznosítása
- Gőztermelés az oxiklorozó reaktornál
- A nagyobb hőmérsékletű klórozásnál a reakcióhőt elpárologtatásra, desztilláló oszlopokban forralásra használják
- A termikus és katalitikus oxidálók véggázainak hőhasznosítása.

## 13.3 Fogyasztási és emissziós szintek

### 13.3.1 Nyersanyagok és energia

Kiegyensúlyozott EDC/VCM üzem fogyasztási értékei:

0,47 tonna etilén/ tonna VCM, 0,6 tonna klór/ tonna VCM, 0,14 tonna oxigén/tonna VCM, oxigénnel működő oxiklorozóban, 0,2 tonna gőz, 1 MWh földgáz és 0,2 MWh elektromos energia VCM tonnánként.

### 13.3.2 Légnemű emissziók

A VCM karcinogén és a többi klórozott szénhidrogének is mérgezőek, különösen az oxiklorozásnál előforduló dioxinok. Az emissziók lehetséges forrásai:

- Folyamat gázok oxidációjából kijövő füstgázok
- VOCS emissziók az ártalmatlanító berendezés karbantartása idején
- Reaktorok és desztillálók lefűjt gázai                      Biztonsági szelepek
- Nyersanyagok tárolása    Mintavétel
- Szivárgásos veszteségek    A fölgáz égetésénél keletkező füstgázok
- Az ártalmatlanításhoz nem elvezetett lefűvások a folyamatból.

A következő táblázatban levegő emissziós értékeket tüntettünk fel:

Folyamat	Szennyező	Szennyező terhelés	Megjegyzés
EDC		2500g/t termék	általános

Folyamat	Szennyező	Szennyező terhelés	Megjegyzés
	Metánnál nehezebb VOCS	2500g/t termék	2,5-5870 g/t tartomány
	VOCS	12050 g/t termék	Oxiklórozás
		650 g/t termék	Direkt klórozás
		0 g/t termék	Lúgos mosó, reaktor, desztilláló
		90t/termelő egység	Szivárgásos veszteség
		90 g/t termék	Teljes emisszió
		18 g/t termék	Szivárgásos emisszió
VCM termelés	Metánnál nehezebb VOCS	2500g/t termék	általános
		2500g/t termék	20-5000 g/t tartomány
		20 g/t termék	Általános
		20 g/t termék	Volt NSZK
		2500 g/t termék	Volt NDK
	EDC	700 g/t termék	Nehéz frakciók, 600-800g/t tartomány
		16 g/t termék	Nehéz frakciók és hulladékok égetésénél
	VOCS	3250 g/t termék	Általános
		0 g/t termék	Krakkoló
		100 g/t termék	HCl visszanyerés
		1000 g/t termék	Könnyű frakciók visszanyerése
		1000 g/t termék	EDC szárító oszlop
		1000 g/t termék	VCM szárító oszlop
		700 g/t termék	Termék visszanyerés
		0 g/t termék	Krakkoló koksztmentesítése
		138 t/termelő egység	Szivárgásos veszteség
	20 g/t termék	Szivárgásos emisszió	

### 32. Táblázat. VCM üzem emissziós értékei

#### 13.3.3 Víz emissziók

Az EDC/VCM üzemek speciális kifolyásai.

- EDC tisztítás mosóvíz és kondenzátum
- Oxiklórozás reakció víz
- Egyéb kondenzátumok
- Szivattyúk, tartályok vízzárjainak kifolyásai
- Karbantartás mosóvíz

- Nyers EDC és könnyű párlat tárolásánál elvált vizes fázis.

A főbb szennyezők ezekben a kifolyásokban:

- EDC és más illékony klórozott szénhidrogének
- Nem illékony klórozott vegyületek
- Szerves anyagok, formiát, glikol, kloroform
- Réz katalizátor
- Dioxin rokon vegyületek.

Az EDC előállításával és felhasználásával az EC 90/415/EEC direktíva foglalkozik, ez érvényes a VCM előállításra is. A megengedett EDC emissziós értékek <2,5 mg/l vagy 5 g/tonna termék.

### 13.3.4 Folyékony maradékok

Folyékony maradékok az oxiklórozás során keletkeznek leginkább, az EDC tisztítás során választják el ezeket, mennyiségük 25-40 kg/tonna VCM tartományban van. Klórtartalmukat hasznosítani célszerű, visszaviszik az oxiklórozáshoz, sósavat állítanak elő, más klórozott szénhidrogének előállításához használják.

### 13.3.5 Szilárd hulladékok

A szilárd hulladékok a következők: kimerült oxiklórozó katalizátor (10-200 g/t VCM), direkt klórozási maradékok, vas sók (10-50 g/t VCM), a krakkolásnál keletkező koks (0,1-0,2 kg/t VCM), a VCM semlegesítéséhez használt mészszipa.

## 13.4 A BAT meghatározásánál figyelembe veendő technikák

### 13.4.1 Eljárás kialakítás

*Direkt klórozás:* új üzemeknél a nagyobb hőmérsékletű reakciót választják, mivel jobb a hőhasznosítás és tiszta gőz EDC jön ki. A klór forrás többféle lehet, fontos az inert gáz és az oxigén tartalma. A legjobb katalizátor a vas-klorid.

*Oxiklórozás:* az oxigén forrás az újabb üzemeknél a tiszta oxigén, mert ezzel nő a szelektivitás, a levegős üzemek flexibilisebbek. A reaktor lehet fluid vagy fix ágyas, előbbinél nagyobb a katalizátor veszteség, utóbbinál hosszabb a leállási idő a katalizátor cserénél.

A javítási lehetőségek: fluid ágyas reaktorok használata, fix ágyas reaktorok áttervezése, oxigén alkalmazása, acetilén szelektív hidrogénezése a betáplált anyagban, javított katalizátor, eljárási paraméterek felülvizsgálata. Egyértelműen jobb alternatív eljárás nincs, a próbálkozási irányok: külön sósav oxidáció, acetilén és etilén együttes reakciója, etilén-NaCl-oxigén-széndioxid betáplálásával VCM és bikarbonát képződik.

Pirolízis: melléktermék képződés csökkentése, adalékok használata, növelt EDC tisztaság, gyors kvencs.

### 13.4.2 Légnemű emissziók

A légnemű emisszió a berendezésekből, szivattyúkból, kompresszorokból, csatlakozásokból, szelepekből és nyílt elvezető rendszerekből származik, megelőzésükre és csökkentésükre szolgáló technikák a következők:

*Megelőzés:* mivel a VCM karcinogén, a szivárgások kiküszöbölésére sokat tettek, például a LDAR, szivárgás detektálás és javítás programmal, szennyvizek sztrippelésével. Biztonsági szelepek kombinálása hasadó tárcsával, biztonsági kifúvások elvezetése oxidációra.

A tárolásnál inert gáz párnát, kriosztátos kondenzátort, sósavra mosóberendezést, katalitikus vagy termikus oxidációt használnak a légtérből kiáramló gőzökre. Tűzvédelmet a tartályok túlhevülésének, összeomlásának elkerülésére, tartályparkot körülvevő alacsony falat a tűzoltó víz felfogására, nyomás kiegyenlítésre kétlépcsős szeleprendszert, túltöltés lehetősége esetén túlfolyó tartályt, töltés/ürítés műveletéhez a csatlakozó vezetékek kiöblítését megfelelő fogadó helyre, VCM tárolókban az oxigén kizárását poliperoxid képződés elkerülésére. Automatikus leállító rendszer a járműmozgások következményeinek elkerülésére. Aktívszenes adszorber.

EDC/VCM visszanyerés inert gáz áramokból, hasznosításuk direkt visszavezetés a folyamatba, hűtés és kondenzáció, abszorpció majd sztrippelés, adszorpció-deszorpció, membrán elválasztás.

*Kezelés:* a lefúvásokat általában a kibocsátás kezelő egységbe vezetik, kivéve a robbanási határon belül lévő elegyeket és a nagyobb volumenű áramokat. A kezelések lehetnek: termikus oxidáció, katalitikus oxidáció. Az elérendő értékek  $1 \text{ mg/m}^3$  EDC és VCM,  $0,1 \text{ ng/m}^3$  dioxin (TEQ) és  $10 \text{ mg/m}^3$  HCl. A veszélyes szilárd hulladékokat elégetik a megfelelő körülmények között. A következő táblázat az emissziós értékeket adja meg:

Kibocsátás	Maximális emissziós szint (átlag, normál állapotra átszámítva)
VCM	$1 \text{ mg/m}^3$
EDC	
HCl	$10 \text{ mg/m}^3$
Klór	$5 \text{ mg/m}^3$
Dioxin	$0,1 \text{ ng/m}^3$

### 33. Táblázat. Hulladék égetés emissziós értékei

Svédországban aktív szenes szűrőt alkalmaznak az égetők véggázainak utolsó tisztítási lépésére. A kiegyensúlyozott VCM üzem véggáz tisztítója kb. 10-15 millió Euróba kerül, beleértve a lefúvásokat összegyűjtő rendszert is.

*Monitorozás:* a kémény emissziókra folyamatos oxigén és CO elemzés, időszakos mintavétel etilén, VCM, EDC, klór, sósav és dioxin elemzésre. A szivárgásos emissziókra sok pontos műszeres monitorozás, helyi kézi műszeres ellenőrzés, egyéni monitorok.

### 13.4.3 Víz emissziók

Megelőző, visszanyeréses és kezelési technikákat alkalmaznak: EDC adszorpció a direkt klórozó kifolyásából, forraló reaktorok EDC előállításban, EDC pirolízis előtti ellenáramú szárítók. Az illékony vegyületeket sztrippeléssel lehet eltávolítani, ez lehet atmoszférikus, nyomás alatti és vákuumos. A nem illékony komponenseket lúgos hidrolízissel alakítják át, glikollá vagy formiáttá. A réz katalizátor maradványok bekerülnek a szennyvízbe, lúgosítással leválaszthatók, a biológiai tisztító iszapjából is elválaszthatók. Az oxiklórozásnál keletkező dioxinok előszeretettel rakódnak rá a katalizátorra és ezzel kikerülnek a reaktorból, eltávolíthatók a réz lecsapásnál, a bioiszappal, vagy utólagos aktív szenes adszorpcióval.

A következő táblázatban megadott értékek érhetők el a fenti technikákkal:

<b>Komponens</b>	<b>Koncentráció, VCM és klórozott szénhidrogénekre biológiai kezelés előtt, egyebekre a végső kibocsátásban</b>
VCM	0,1 mg/l
Klórozott szénhidrogének	0,7 g/t EDC tisztító kapacitásra
Dioxinok	1 µg I-TEQ TCDD/t oxiklórozó kapacitásra
Réz	1 g/t EDC oxiklórozó kapacitásra (fluid rendszerre)

### 34. Táblázat. VCM üzem víz emissziós értékei

Monitorozás: a szennyvíz telep bemenő áramát monitorozzák, áramlási sebesség, pH, hőmérsékletméréssel. A kezelt kifolyásban mérik az áramlást, pH-t, folyamatosan mintát vesznek szilárd anyagra, EDC, TOC, COD és Cu meghatározásra, időszakosan VCM, dioxin, HCB, HCBd meghatározásra. EDC monitorokat szokás beépíteni potenciálisan szennyeződő vizekbe is.

#### 13.4.4 Melléktermékek és hulladékok

A könnyű és nehéz melléktermék frakciók keletkezése csökkenthető, ha az EDC és VCM eltávolítás mértékét javítják, hatásosabb katalizátorok alkalmazásával, az acetilén nyomok hidrogénezésével. A szerves melléktermékek újra használata lehetséges továbbklórozással, égetéssel, s az így keletkezett sósav visszavitelével az oxiklórozáshoz, vagy sósav vizes oldatként hasznosításával. A nem hasznosítható melléktermékeket égetéssel kell megsemmisíteni, az égetőnek ugyanolyan kibocsátási normáknak kell megfelelni, mint a többi üzemnek, 10000 tonna évi kapacitású, sósav visszanyeréssel és semlegesítéssel működő égető létesítése 10 millió Euró.

A szilárd hulladékok a szennyvíz kezelő iszapja, réz katalizátor maradék, koks, a krakk kemencéből, ez utóbbi dioxin mentes. A dioxin tartalmú anyagokat megfelelő égetőbe vagy kémiai deponálóba kell vinni.

#### 13.4.5 Ártalmatlanítási költségek

200 kt/év kapacitású, kiegyensúlyozott VCM üzem költségeit a következő technikák figyelembe vételével becsülték: nagy integritású berendezések, EDC gőzös sztrippelése szennyvizetből, lefűvások égetőre vitele, vízkezelés réz lecsapással, szerves nehéz komponensek átalakításával, sztrippeléssel, nehéz klórozott frakció nagy hőmérsékletű égetésével. A befektetési igény kb. 11 millió angol font, a VCM tonnánkénti költség 8-9 angol font, ami 3000-3500 forintnak felel meg.

#### 13.4.6 ECVm karta

Ez a dokumentum 11 európai VCM gyártó összefogásával jött létre, megfogalmazták a környezetbarát működés kritériumait, ami a következő táblázatban látható:

	<b>Emissziós határok</b>	
<b>Anyag</b>	<b>Összes lefűjt gáz</b>	<b>Teljes szennyvíz</b>

VCM	5 mg/Nm <sup>3</sup>	
EDC	5 mg/Nm <sup>3</sup>	5 g/t EDC tisztító kapacitásra
HCl	30 mg/Nm <sup>3</sup>	
Etilén	150 mg/Nm <sup>3</sup>	
Dioxinok	0,1 ng TEQ/Nm <sup>3</sup>	1 µg TEQ/t oxiklórozó kapacitásra
Réz		1 g/t oxiklórozó kapacitásra

### 35. Táblázat. VCM üzem környezetbarát működési jellemzői

Létezik emellett OSPAR néven és PARCOM néven határozat, ami kibocsátási értékeket ad meg a gyártók felé, ezek a fentieknél kisebb értékeket is tartalmaznak, mivel egyes gyártók képesek teljesíteni ezeket a szigorúbb normákat is.

## 13.5 BAT

A BAT meghatározása három szinten történik, a bemutató folyamat, az NVSV általános BAT és az alkalmazható horizontális BAT révén. A következő technikák képezik a BAT-ot az EDC/VCM előállításban.

### 13.5.1 Eljárás választás

A BAT az EDC és a VCM előállítására az etilén klórozása, ez lehet direkt és oxiklórozás, mindkettőnek vannak előnyei és hátrányai. Minden esetre a BAT a kiegyensúlyozott EDC/VCM eljárás, a folyamat áramok maximális recirkulációjával. Az etilén direkt klórozásánál mindkét változat, a kis és a nagy hőmérsékletű folyamat is lehet BAT, az újabb üzemeknél a nagyobb hőmérsékletű klórozást preferálják. Az oxiklórozásnál az oxigén forrás lehet a levegő és az oxigén is, amennyiben az oxigén hozzáférhető gazdaságosan, akkor új üzemeknél a tiszta oxigén használata a BAT. A klór forrás előnyösen a közel telepített elektrolízis üzem cella gáza.

### 13.5.2 Üzem kialakítás

Lefújások elvezetése, a BAT a lefújt gázok elvezetése visszanyerő rendszerbe, ha a koncentrációk nagyobbak, mint az alábbiak:

VCM	5 mg/Nm <sup>3</sup>
EDC	5 mg/Nm <sup>3</sup>
Etilén	150 mg/Nm <sup>3</sup>
HCl mint össz. klorid	30 mg/Nm <sup>3</sup>
Klór	5 mg/Nm <sup>3</sup>
Dioxin I-TEQ	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>

Ha a klórozott szénhidrogén emisszió tömege 0,025 kg/óra alatt van, az etiléné 2 kg/óra alatti, akkor az elvezetés környezeti haszna kisebb, mint a költségek.

A tárolásnál a BAT a tartály lefújások elvezetése termikus vagy katalitikus oxidációra, a töltés és ürítés a VCM, EDC és melléktermékek esetén gőz visszavezető rendszerrel legyen ellátva, esetleg aktív szén adszorpció is beiktatható.



A BAT a klórozott melléktermékek mennyiségének csökkentésére: az EDC krakkolásnál keletkező sósav acetilén tartalmának hidrogénezése, ezzel elkerülhető az etilén klórszármazékainak képződése, növelhető az EDC visszanyerés, a nyersanyagok és intermedierek teljes recirkulációja, etilkloridot az oxiklórozáshoz, etilént az EDC előállításához, lapos lángot adó égők alkalmazása a krakk kemencékben, forró helyek, s így melléktermékek elkerülése.

BAT a krakk kemencék füstgázai hőtartalmának hasznosítása az EDC elpárologtatására, gőz előállításra.

### 13.5.3 Légszennyezők kezelése

**Visszanyerés.** A BAT az etilén, EDC, VCM és más klórozott anyagok visszanyerésére: közvetlen visszavezetés a folyamatba, hűtés és kondenzáció, adszorpció, majd sztrippelés, adszorpció, majd deszorpció. Ezek a technikák képezik a BAT eljárásokat a következő forrásokra: direkt klórozó reaktor, oxiklórozó reaktor, desztillációs kolonna és szárító, VCM/EDC elválasztás, VCM tisztítás, vákuumszivattyúk, mintavevők, tárolók és csővezetékek, szennyvízgyűjtő és kezelő rendszer.

**Kezelés.** A BAT hatásos égetési technikák alkalmazása a véggázokban a klórozott szénhidrogének és az etilén koncentrációjának csökkentésére. Ha a VOCS koncentráció 100-as ppm nagyságrendben van, akkor a katalitikus oxidáció, 500-600°C-on kis fűtőgáz-fogyasztással, ha a VOCS koncentráció ezres ppm nagyságrendű, akkor termikus oxidáció 750°C felett, és gyors hűtés azon a hőmérséklet tartományon keresztül, amiben a dioxin képződés lehetséges.

BAT az összes lefűjások megfelelő körülmények közötti égetése, kivéve ha azok robbanási határon belül vannak vagy túlterhelnék a rendszert, adott esetben aktív szenes adszorpciót iktathatnak be a dioxinok megfogására. A BAT az égetésnél képződött sósavra az elnyeletés, vizes oldatban vagy lúgos semlegesítéssel.

A technikák kombinációjával az alábbi emissziós koncentrációk érhetőek el:

- EDC és VCM összesen pontforrásokból: < 1 mg/Nm<sup>3</sup>
- Dioxinok pontforrásokból (I-TEQ) < 0,1 ng/Nm<sup>3</sup>
- HCl pontforrásokból < 10mg/Nm<sup>3</sup>

Ha a dioxin szint magasabb ennél, akkor aktív szenes adszorpció beiktatása a BAT.

A BAT a szivárgásos veszteségekre a következő szintek elérése:

- Illékony klórozott szénhidrogének < 5kg/óra
- EDC a munkatérben <2 ppm (8 mg/Nm<sup>3</sup>)
- VCM a munkatérben <1 ppm (2,6 mg/Nm<sup>3</sup>)

**Monitorozás.** A BAT a kémény emissziók monitorozására a folyamatos on-line műszeres mérés oxigénre és CO-ra, mintavétel időszakonként etilénre, VCM, EDC, klór, sósav és dioxin mérésére. A BAT az üzemi környezeti légtér monitorozására folyamatos, on-line műszeres mérés több ponton VCM és EDC koncentrációra, VCM és EDC helyi detektálása kézi műszerrel, személyi VCM detektálás.

### 13.5.4 Víz szennyezések kezelése

A BAT a következő kifolyások kezelése: oxiklórozás reakció víz, EDC tisztítás mosóvíz és kondenzátum, egyéb kondenzátumok, szivattyúból származó vizek, karbantartásnál képződött víz, EDC tárolásnál leválasztott vizes fázis.

Előkezelés. A BAT az oldott illékony szerves anyagok sztrippelése gőzzel vagy forró levegővel 1 mg/l koncentrációig, a sztrippelt anyag kondenzációja és visszavezetése vagy égetése. Az adszorbeálódott szerves anyag eltávolítására a BAT flokkulálás, ülepítés, szűrés. A BAT a réz koncentrációra a kifolyásokban kisebb mint 1 mg/l, ez elérhető lúgos lecsapással és ülepítéssel, ha ammónia van jelen, akkor elektrolitikusan.

Végső kezelés. A BAT a biológiai tisztításra vihető szennyvízre a következő:

- |                                 |          |          |          |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| • Teljes klórozott szénhidrogén | 1 mg/l   | réz      | 1 mg/l   |
| • Dioxinok (I-TEQ)              | 0,1 ng/l | COD(KOI) | 125 mg/l |
| • HCB és PCB összes             | 1 µg/l   | HCBD     | 1 µg/l   |

Azokon a helyeken, ahol ezek az értékek nem érhetőek el egyedül a biológiai tisztítással, ott BAT lehet a mikroszűrés és az aktív szenes adszorpció.

A BAT a kifolyás monitorozására a következő: az áramlás és a pH folyamatos mérése, folyamatos, arányos mintavétel a szilárd anyag, EDC, szerves szennyezés és a réz meghatározásához, időszakos mintavétel VCM, dioxinok és más klórozott vegyületek meghatározására, folyamatos EDC monitorozás EDC-re potenciálisan szennyeződő víz kifolyásoknál.

### 13.5.5 Melléktermékek, maradékok

A BAT első eleme a melléktermék képződés minimalizálása a katalizátorok és működési paraméterek megfelelő megválasztásával, a melléktermékek újra felhasználása, ha ez nem lehetséges, akkor az égetésük megfelelő körülmények között, hő visszanyeréssel.

### 13.5.6 Hulladékok

A BAT a hulladék minimalizálása és recirkuláltatása a folyamatba. A BAT a szennyvíziszapra és az EDC krakkolásból kijövő koromra az égetés veszélyes hulladékégetőben, ha a hulladék klórozott szénhidrogén tartalma 1000mg/kg-nál kisebb, akkor eltemethető.

## 13.6 Újabb technikák

Az újabb eljárások egyrészt a hagyományos reakció út javítását jelentik, ilyenek a Monsanto-Kellog eljárás, csak direkt klórozással és a sósav külön oxidációjával, az etilén gáz fázisú klórozásával, az EDC katalitikus krakkolásával, tisztább EDC előállításával lehetőség van a VCM tisztítás egyszerűsítésére.

Fejlesztés alatt van a Lummus-Armstrong Transcat eljárás, ami etán klórozásával állítja elő az EDC-t, illetve aVCM-t. Egyéb fejlesztések a pirolízis kiváltását szolgálnák fotokémiai reakcióval.

## 14 BEMUTATÓ FOLYAMAT: TOLOUL-DIIZOCIANÁT

### 14.1 Általános információ

Az izocianátokat (TDI, toluoldiizocianát, MDI, difenilmetán-diizocianát) a poliuretánok előállításánál használják. A TDI a toluol 2,4- és 2,6-izocianát származékainak a keveréke, rugalmas habok, műanyagok, festékek előállítására szolgál.

A TDI világtermelés kb. 1000 kt/év, ebből az európai kb. a fele.

### 14.2 Az alkalmazott folyamatok és technikák

Az aromás izocianátokat nagy integráltságú üzemekben gyártják, amelyek tipikusan foszgén előállító részt is magukban foglalnak. A TDI előállítása toluolból a foszgénes úton történik három lépésben: a toluol nitrálása, a dinitrotoluol hidrogénezése toluoldiaminná, ez utóbbi foszgéneezése TDI-tá.

*Nitrálás:* a reakciót kevert savval (salétromsav és kénsav elegye) végzik 45-70°C-on, a reakció termék dinitrotoluolokat fázisszeparátorban elválasztják a savtól, mossák, kristályosítják. A kimerült savat tisztítják és koncentrálnak az újra használathoz.

*Hidrogénezés:* általában kétlépéses folyadék fázisú hidrogénezés, emelt hőmérsékleten és nyomáson, katalizátorok Raney-nikkel és hordozós palládium lehetnek. Mellékreakció toluidin és ammóniaképződés lehet. A termékoldatot szűrővel választják el a katalizátortól, az oldószert ledesztillálják, végül a toluoldiamint desztillálják.

*Foszgéneezés:* a szükséges foszgént általában helyben állítják elő klór és szénmonoxid gázfázisú, katalitikus reakciójában. A TDI előállítás a toluoldiamin és a foszgén reakciójával, kaszkád reaktorokban történik, oldószerként orto-diklórbenzolt használnak. A reakció kétlépéses, az elsőben az, amin és a foszgén reakcióját alacsony hőmérsékleten hajtják végre, a második, nagyobb hőmérsékletű lépésben képződik a TDI. A képződő sósavat és a felesleg foszgént lefűvatják, hogy a TDI és sósav reakcióját elkerüljék. A sósavat vagy értékesítik vagy klórrá oxidálják és visszavezetik a foszgényártáshoz. A foszgént visszavezetik a folyamatba. Az oldószer diklórbenzolt visszavezetik a folyamatba, a TDI-ot desztillációval tisztítják. A véggázokat lúgos mosással kezelik.

#### 14.2.1 Eljárás változatok és alternatívák

A Mitsubishi kifejlesztett egy új eljárást, amiben a toluoldiamin hidrokloridját reagáltatják foszgénnel magasabb hőmérsékleten, jobb szelektivitással. Másik lehetőség a dinitrotoluol karbonilezése, ezzel elkerülhető lenne a foszgén használata. Ezek az eljárások még kísérleti stádiumban vannak.

### 14.3 Fogyasztási és emissziós szintek

A TDI gyártással kapcsolatos dokumentum elsősorban a Németország által benyújtott adatokon alapul. A világpiacon csak néhány nagy előállító van (Bayer, BASF, Dow, Huntsman), emiatt a részletes információk bizalmas céginformációk, nem publikusak, ezért az általánosítások óvatosan kezelendők.

### 14.3.1 Fogyasztási szintek

1 tonna TDI előállításához 875 kg toluoldiamin és 1420 kg foszgén fogy, ez 85%-os hozamot jelent, ebből 97% a DNT, 92% a TDA hozama toluolra. A kénsav 95%-ban visszaforgatható a folyamatba.

### 14.3.2 Légnemű emissziók

A légszennyezések ártalmatlanítására kétféle módszert használnak: az illékony szerves anyagok és a NO<sub>x</sub> bontását központi égetőműben, szelektív abszorpciós és adszorpciós technikát helyi berendezésben. A következő adatok német üzemekből származnak, nincsenek benne a hidrogén és a klór előállítási adatai, az emissziós koncentráció értékek fél órás átlagok.

Megengedett értékek: nitrálásnál, teljes szén 3-36 mg/m<sup>3</sup>, CO 24-132 mg/m<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> 12-250 mg/m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> 20 mg/m<sup>3</sup>, foszgénezőben, teljes szén 2-20 mg/m<sup>3</sup>, HCl 30 mg/m<sup>3</sup>, por 11 mg/m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> 20-250 mg/m<sup>3</sup>.

Nem központi tisztításnál: nitrálásnál, nitrotoluol 0,7 mg/m<sup>3</sup>, toluol 45 mg/m<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> 109 mg/m<sup>3</sup>. Abszorpciót és részleges oxidációt használnak a nitrogén oxidokra és az illékony szerves anyagokra, ezzel a VOCS emissziót 99,8%-al csökkentik. Az NO<sub>x</sub> oxidációval salétomsavat állítanak elő. A véggázokat égetőbe viszik.

Hidrogénezésnél mosó után, oldószer 12 mg/m<sup>3</sup>, TDA 4 mg/m<sup>3</sup>, ammónia 7 mg/m<sup>3</sup>, a kis mennyiségű hidrogént tartalmazó véggázokat fáklyára viszik

Foszgénezésnél, mosó után oldószer 27 mg/m<sup>3</sup>, TDA 4 mg/m<sup>3</sup>, foszgén < 0,01 mg/m<sup>3</sup>, a véggázokból a kis mennyiségű diizocianátot vizes mosással szedik ki kb. 5 mg/m<sup>3</sup> koncentrációig, kis szénmonoxid tartalmú véggázokat fáklyára viszik.

### 14.3.3 Víz emissziók

Szennyvíz keletkezik mind a nitrálásnál, mind a hidrogénezésnél, mind a foszgénezésnél.

A következő táblázatban német üzemi adatok láthatóak:

		Teljes folyamat	Gyártások		
			TDI	TDA	DNT
		Per tonna TDI	Per tonna TDI	Per tonna TDA	Per tonna DNT
Szennyvíz mennyisége	m <sup>3</sup> /t	6	4,4	0,7	0,9
COD (KOI)	Kg/t	6	1,3	1,0	4,6
TOC	Kg/t	2	0,4	0,3	1,2
Nitrát	Kg/t	15			20
Nitrit	Kg/t	10			14
Szulfát	Kg/t	24			33

### 36. Táblázat TDI üzem szennyvíz jellemzői

A teljes folyamatra biológiai szennyvíztisztítás után a  $\text{TOC} < 0,4 \text{ kg/t TDI}$ , a teljes nitrogén  $< 0,2 \text{ kg/t}$ , nitrifikáló/denitrifikáló tisztítást alkalmazva.

#### 14.3.4 Hulladékok

Hulladék keletkezik a hidrogénezésben, mint desztillációs maradék és kimerült katalizátor (0,03 t/t TDA), a foszgézésnél, mint desztillációs maradék, oldószer maradék, aktív szén adszorber (0,05 t/t TDI), a kénsav használata miatt vasszulfát tartalmú korróziós maradék jelenik meg. A fentieket égetőbe lehet vinni.

### 14.4 A BAT meghatározásánál tekintendő technikák.

#### 14.4.1 A folyamat kialakítás

*A reakció út:* a foszgénes út, toluol nitrálása, nitrotoluol hidrogénezése, toluoldiamin foszgézés.

*Tárolás, töltés/ürítés:* a TDI veszélyes anyag, tárolása különleges intézkedéseket igényel, ugyan kis tenziója van, viszont exoterm reakcióban reagál vízzel, alkoholokkal stb. A tárolási technikák szénacél vagy saválló acél tartályok, fűtött tartály és vezetékek, lélegző szárító betéttel ellátva, vagy nitrogénes öblítés, stabilizátorok hozzáadása, tároló tartály belső úszó fedéllel vagy nitrogén párnával, a tartály lefűvások égetőbe vagy mosóba vezetve. A TDI tartálykocsikba töltésénél öblíthető vezetékek és csatlakozások használandók, a kiöblített anyagot visszaviszik a rendszerbe. A sósav tárolása relatíve kis térfogatú tartályban történik.

*Nyersanyag fogyasztás:* a DNT átalakítása TDA-ná 98-99 % hozamú, a veszteséget és a melléktermék képződést a katalizátor megfelelő kiválasztásával, fejlesztésével csökkenthetik.

*Szolgáltatások iránti igény:* a TDI gyártás jelentős mennyiségű gőzt és elektromos energiát igényel, ezért is fontos az energiaintegráció megvalósítása, például a hidrogénező reaktorban fejlődő hővel gőzt fejlesztenek.

#### 14.4.2 Légnemű emissziók

A TDI allergiát okozhat, ezért is fokozottan ügyelni kell arra, hogy a dolgozók érintettségét csökkentsék. A légszennyezések megakadályozási technikái a következők:

*Nyersanyag tárolás:* a salétromsav tárolók gőzeit nedves mosókba viszik, az illékony szerves anyagok gőzeit égetőbe vezetik vagy visszanyerik.

*Toluol nitrálás:* a nitráló reaktor véggázait mossák lúgos mosóban majd égetőbe viszik, ezzel a DNT üzem 100 t/év  $\text{NO}_x$  emisszióját 99,5%-al, szerves anyag emisszióját, 48 t/év, 99,8%-al lehet csökkenteni.

*Hidrogénezés:* a használt oldószer, például izopropanol gőzeit égetésre viszik

*Foszgézés:* a véggázok foszgént, sósavat, orto-diklórbenzol gőzöket és nyomnyi TDI gőzt tartalmaznak, ezeket amennyire lehet, visszavezetik a folyamatba, például kifagyasztással, ezután jöhet a lúgos mosás, végül az égetés.

*TDI feldolgozás és desztilláció:* az orto-diklórbenzolt sztrippeléssel nyerik ki, a sósavat szintén visszanyerik, a desztillációs maradékot elégetik. A TDI-ből visszanyert foszgént tisztítás után visszaviszik a folyamatba. A sósavat kimossák.

*A foszgén eltávolítása a véggázokból:* a nem reagált foszgén nagyobb részét recirkuláltatják, a maradékra a következő módszerek alkalmazhatóak: lúgos mosás töltött oszlopban, aktív

szénrel töltött toronyban vízzel elbontják, égetés, elsődleges műszaki intézkedések a tömítetlenségek kiküszöbölésére, biztonságos üzemvitelre, másodlagos műszaki intézkedések szivárgások, foszgén kijutás megakadályozására, például víz és ammónia függöny, szervezési intézkedések a hibás üzemment gyors kiküszöbölésére, személyzet védelmét szolgáló intézkedések. Az említett technikák kombinációját alkalmazó üzemek megfelelnek a következő táblázatban megadott emissziós értékeknek:

Kibocsátás	mg/m <sup>3</sup>
Foszgén	1
Sósav	10
Diizocianátok (NCO csoport)	0,1
Kénoxidok mint kéndioxid	300
Nitrogénoxidok a nitrálásból, mint NO <sub>2</sub>	100
Nitrogénoxidok az égetésből, mint NO <sub>2</sub>	300
Összes részecske	20
VOCS A osztály	20
B osztály mint toluol	80
Az összehasonlítás normál állapotra vonatkozik	

### 37. Táblázat. TDI üzemek emissziós értékei

Abszorber lefűjt gáz a mosás után a nem kondenzáltatható komponenseket (nitrogén, szénmonoxid, széndioxid, argon), vízgőzt és szerves szennyezők nyomait tartalmazza.

A TDI üzemekben működik a folyamat maradékait megsemmisítő égető, ennek véggázait a hő hasznosítás után mosóba vezetik, ahol lúgos vízzel mossák. Az üzemben emellett keletkeznek különböző lefűvások, berendezésekből, töltésből, analizátorokból, biztonsági szelepekből, karbantartásból, ezek értékes anyagokat tartalmaznak, inert gázokkal hígítva. Ezek minimalizálási technikái a gőztér kiegyenlítés töltés/ürítés közben, zárt mintavevő rendszerek, megfelelő tisztítási eljárás a karbantartás előtt. A lefűvásokat általában lúgos mosóban kezelik, a VOCS tartalmat fáklyára viszik.

Szivárgási veszteségek általában csekélyek, mert kicsi a folyamatnyomás, ezzel együtt rendszeresen monitorozzák az üzem levegőjét a szivárgások felderítésére, elsősorban egészségi okokból.

#### 14.4.3 Víz emissziók

*Toluol nitrálás:* a szerves komponensek a szennyvízben a szulfátok, nitrátok, nitritek, optimalizált eljárásnál <10 kg nitrát/t DNT érhető el. A szerves komponensek a nitrokrezolok, ezek biológiailag nehezen lebonthatók, ezért célszerű a biológiai tisztítás előtt adszorpcióval, extrakcióval, hőbontással vagy oxidációval csökkenteni a mennyiségüket a vízben, például toluolos extrakcióval a DNT teljesen eltávolítható, a nitrokrezolok mennyisége < 0,5 kg/t értékre csökkenthető. Lehetséges kezelési mód még az ozonizálás és az égetés. Egy német üzemben a polioli üzemmel közös szennyvízkezelőt működtetnek, amivel a COD mérgező hányadát > 99%-ban eliminálják. Ennek lépései adszorpció szennyvíziszapon, ülepités, denitrifikálás, ozonizálás, 22, 59 illetve 4% COD csökkentéssel.

*Toluoldiamin előállítás:* ammónia kiűzés sztrippeléssel, alacsony forrponúak desztillációval, sztrippeléssel, a csökkenés a COD értékben >70%, a kezelt víz a folyamatban újra használható, az izopropanol úgyszintén. A vízben lévő izopropanol biológiailag kezelhető.

*Foszgézés:* a véggáz bontó tornyok kilépő gázai kicsit savasak, orto-diklórbenzol nyomokat tartalmaznak, a víz biológiailag kezelhető vagy égetésre kerül. A biológiai tisztítás után az orto-diklórbenzol emisszió < 1 g/t TDI. A hexaklórbenzol keletkezését a HCl elektrolízis során el kell kerülni.

A hidrogénezésben és a nitrálásban képződött folyamat víz kivezetése kritikus része a folyamatnak, a kulcslépés a szennyezők koncentrálása, a koncentrált áram égetése, a tisztított vizet biológiai tisztításra viszik, ami lehet a TDI üzemre kialakítva, olyan biológiai jellemzőkkel, amelyek a nitroaromás vegyületek lebontását lehetővé teszik.

#### 14.4.4 Hulladékok

A hidrogénező katalizátort recirkuláltatják, a kimerült katalizátort regenerálják erre specializálódott cégek. A szerves hulladékokat elégetik.

#### 14.4.5 Üzembiztonság

Mivel ezekben az üzemekben veszélyes anyagokat nagy mennyiségben használnak, szükség van a SEVESO II Direktíva szerinti biztonsági jelentésre, az üzembiztonság a levegőszennyezés és a szennyvíz minimalizálás miatt is alapvetően fontos.

A dinitrotoluol 55-60 fokon olvad, ilyen formában tárolják és szállítják. Mivel a robbanászerű bomlása 260 fokon kezdődik, ezért gondoskodni kell arról, hogy még a tiszta DNT se melegedjen 200 fok fölé. A savas DNT-ra nézve ez a határ sokkal kisebb.

A TDI különösen veszélyes, reaktív anyag, csak megfelelően képzett személyzet dolgozhat vele. Mivel vízzel készségesen reagál, elkerülendő, hogy vízzel érintkezzen, ugyanis a vízzel széndioxid képződés közben reagál, ami zárt edényben nyomásnövekedést okoz. Ezért a TDI tárolása száraz környezetben, száraz nitrogén vagy levegő alatt, minden csatlakozó és vezeték dugózása vagy sapkázása, szerelvények, csatlakozók tárolása száraz környezetben, vízzel esetleg érintkezhetett TDI tárolót nem szabad szorososan lezárni. A TDI érintkezését lúgos anyagokkal is el kell kerülni.

A foszgén gáz és nagyon mérgező. Ezért a foszgénnel végzett műveleteket zárt épületekben kell végezni, állandó foszgén méréssel, ha foszgén jut a légtérbe, akkor az összes szennyezett levegőt lúgos mosóba kell vezetni. A másik megoldás gőz-ammónia függöny, foszgén kiszabadulás esetén az egységet gőzzel veszik körül, amibe ammóniát adagolnak, ami reagál a foszgénnel.

### 14.5 BAT

A TDI előállításra a BAT:

Reakció út: toluol nitrálása, hidrogénezés és foszgézés.

A fogyasztásra és újra használatra: BAT a sósav újra használata, a kénsav optimalizált újra használata, a hőtermelő folyamatok és véggáz égetés hőhasznosítása.

A BAT a légnemű emisszióra a véggázok kezelése lúgos mosóban, termikus bontás a szerves anyagokra és nitrogén oxidokra, lehetséges még az aktív szenes adszorpció és a parciális oxidáció a nitrogénoxidokra.

Az emissziós értékek ezekkel a technikákkal  $<0,5 \text{ mg/m}^3$  foszgén és  $<10 \text{ mg/m}^3$  sósav mint óras átlagértékek. A szerves vegyületekre a teljes szén  $<20 \text{ mg/m}^3$ , amit az égetéssel lehet elérni.

A BAT a nitrálásból származó szennyvízre a mennyiség csökkentése ( $< 1 \text{ m}^3/\text{t}$ ), a nitrit/nitrát emisszió csökkentése, a folyamat víz újra használata. A nitroaromások eltávolítása a szerves terhelés csökkentésére ( $<1 \text{ kgTOC/t DNT}$ ), a biológiai lebonthatóság javítására, végső biológiai tisztítás, vagy égetés.

A BAT a hidrogénezés szennyvizére, a nitroaromások eltávolítása sztrippeléssel, desztillációval, extrakcióval. A folyamat víz újra használata, szennyvíz  $<1 \text{ m}^3/\text{t TDA}$ , egyébként égetés.

A BAT a foszgézés szennyvizére a folyamat optimalizálása, a  $\text{TOC} <0,5 \text{ kg /t TDI}$  a biológiai tisztítás előtt.

A BAT az üzembiztonságra a legveszélyesebb részek zárt térben való elhelyezése, vízgőz/ammónia függöny a foszgén kiáramlások esetére.

## **14.6 Új technológiák**

A foszgén kiküszöbölésére kidolgozott eljárások nem kerültek ipari megvalósításra.



## 15 ZÁRÓ MEGJEGYZÉSEK

A NVSV iparági BREF elkészítésének állomásai két éves időszakot fogtak át, ez a folyamat konferenciákból, intenzív információgyűjtésből és cseréből állt. Ez az információ csere a munkacsoport honlapján keresztül zajlott, ami nagymértékben felgyorsította az információ cserét. Az alapvető adatszerű információkat a NVSV iparág képviselőitében a CEFIC szolgáltatta, ezen túlmenően egyes tagállamok, Ausztria, Finnország, Németország, Olaszország, Hollandia, Svédország és Nagy-Britannia járultak hozzá az összeállításához.

### 15.1 Ajánlások a jövőbeli munkához

#### 15.1.1 Bemutató folyamatok

A bemutató folyamatok kiválasztásának szempontjai voltak: gazdasági jelentőség, környezeti hatás, hány helyen működik Európában, a folyamat demonstrációs jellege, az ismeretek mennyire általánosíthatók. A BREF magyar változatánál szűkítettük a bemutató folyamatok körét azokra az eljárásokra, amelyek Magyarországon is működnek. Amennyiben a jövőben Magyarországon új NVSV technológia jelenne meg, akkor a BREF magyar változatát az uniós anyag alapján ki kell bővíteni.

A fenti szempontok alapján javaslatok születtek olyan jelöltekre, amiket a jövőben célszerű részletesen feldolgozni, mint bemutató folyamatokat:

**2-etil-hexanol.** Ez olyan eljárás, aminek egyes lépéseit folyadék fázisban, homogén átmenetifém komplex katalizátorral hajtják végre, s ebben a mivoltában az egyetlen ilyen a bemutató folyamatok között.

**Fenol.** Finn javaslatra ez a fontos eljárás is bekerült a jövőben kidolgozandó bemutató folyamatok közé.

**Adipinsav.** Az adipinsav gyártás a nitrogénoxid kibocsátás, illetve az ennek elkerülésére tett intézkedések miatt fontos, mint új bemutató folyamat.

**TDI.** Az előző fejezet foglalkozik a TDI gyártással, de ez az anyag nem összeurópai, hanem csak német adatok alapján készült, célszerű lenne a jövőben az adatait egyéb forrásokból is kiegészíteni.

További jelöltek: az etilbenzol, sztirol és a propilénoxid.

#### 15.1.2 Csatlakozás más BREF-ekkel

A jelen BREF kapcsolódását a horizontális és más vertikális BREF-ekkel felül kell vizsgálni, ugyanis ezek az anyagok nagyjából egy időben készültek, s ezért az átfedések illetve a hiányok csak később tűntek fel. Ilyen például a kén- foszfor- és fémorganikus vegyületek előállítására szolgáló eljárások köre, a karbamid előállítás.

#### 15.1.3 Teljes kibocsátás becslés

A teljes kibocsátás becslés módszere fontos adatokat szolgáltat a NVSV ipar szennyvíz kibocsátásáról. A jövőben tovább kell fejleszteni ennek a módszernek az alkalmazását a NVSV folyamatokra, különös tekintettel a mérgező hatás becslésére.

#### **15.1.4 Emissziós és fogyasztási adatok**

A jelen BREF bemutató folyamatai megbízható adatokkal kerültek feldolgozásra, mivel a CEFIC jelentős munkával sok adatot gyűjtött a tagvállalatoktól. Így adódott az a lehetőség, most első alkalommal, hogy az európai üzemek környezeti teljesítményeit összevessék. Ezzel együtt több bemutató folyamatnál az adatok hiányosak, vagy nehezen összevethetőek, ami az adatok bizalmas jellegével indokolható. A jövőben célszerű lesz az adatgyűjtést folytatni és olyan értékelési eljárásokat kialakítani, amelyek lehetővé teszik a különböző módon számolt mennyiségek összehasonlítását.

#### **15.1.5 Költség adatok**

A költség adatok alapvető fontosságúak a BAT meghatározásánál, ezért megbízhatóságuk befolyásolja a BAT meghatározás helyességét. A BREF készítésénél rendelkezésre álló költség adatok az eredeti egységekben kerültek feltüntetésre, mivel az árfolyamok értéke, a diszkontálás nem volt ismert.

#### **15.1.6 Egyéb szennyezők**

Az IPPC Direktíva a szennyezés fogalmába beleérti az anyagok, hő, vibráció és zaj okozta hatásokat is. Az adott BREF részletesen foglalkozik az anyagok és a hő kibocsátás problémáival, viszont kevés információt ad a vibráció és zajhatásokról.

Szükséges továbbá részletesebben foglalkozni az üzemek leszerelésének környezeti hatásaival is, hasonlóképpen a balesetek megelőzésének kérdésével.

#### **15.1.7 Kapcsolódás kémiai kockázat csökkentési stratégiával**

A BREF jövőbeli felülvizsgálatakor szükséges lesz áttekinteni a vegyi anyagok kockázat csökkentési stratégiájához való kapcsolódást, a meglévő vegyi anyagok kockázatának értékelését és ellenőrzését.

#### **15.1.8 Külön dokumentum a bemutató folyamatoknak**

Holland véleményként felvetették a bemutató folyamatok leválasztását külön dokumentumba, ennek vannak előnyei és hátrányai is. Ahogy szaporodnak majd a bemutató folyamatok, úgy nő a célszerűsége a külön dokumentumnak.

#### **15.1.9 Légszennyezők osztályozási rendszere**

A NVSV általános BAT légszennyezőkre vonatkozó részei a holland osztályozási rendszeren alapulnak, amit a kidolgozó munkacsoport mint jó gyakorlatot értékelt. Ezzel együtt szükség lenne összeurópai osztályozási rendszerre a légszennyezőkről. Ezért ajánlást tettek a környezetvédelmi igazgatóságnak, hogy dolgoztasson ki ilyen rendszert.

#### **15.1.10 A bemutató folyamatok tágabb értelemben vett értéke**

A bemutató folyamatok előnye, hogy például szolgáltatnak más folyamatokhoz is, bár a környezeti engedélyt kiadó hivatalnak nem valószínű, hogy el tud merülni az ilyen közvetett adatok tanulmányozásában a konkrét eset kapcsán. Az lehet a megoldás, hogy a 3. Fejezetben szereplő rövid leírásokat tovább bővítik.

### 15.1.11 Biotechnológia

A biotechnológia folyamatosan teret hódít a finom kemikáliák előállításában, ez a folyamat feltehetően érinti majd a NVSV előállításokat is, további kutatást és fejlesztést igényelve.

### 15.1.12 Határértékek szivárgások javítására

A szivárgások megszüntetéséhez szükséges intézkedések megindításához a határértékek kérdésében volt a CEFIC és a holland javaslat, ezekről nem esett sok szó. Ezért a jövőben szükséges lenne közös álláspont kialakítása.

### 15.1.13 A BREF felülvizsgálat időbeosztása

A felülvizsgálat ütemezését befolyásoló tényezők:

- A NVSV iparágban a technológiák hosszú távon működnek nagyobb változtatás nélkül
- Szükséges ezt más BREF-ek felülvizsgálatával összehangolni
- Az ajánlások listája hosszú, sorrendet kell felállítani, a CEFIC szerint *a környezeti értékelés* a legfontosabb
- Vizsgálni kell, hogy az általános BAT fejezet ad-e elegendő alapot a nem bemutató folyamatok engedélyezési eljárásához, amennyiben nem, akkor szükséges az azonnali felülvizsgálat.

## 16 ÚJ TECHNOLÓGIÁK

A következőkben vázolandó új technológiák még nem kerültek üzemi bevezetésre, de megvalósításuk várható a NVSV iparágban.

### 16.1 Alapfolyamatok

#### *Nitrálás*

- A kimerült savak regenerálása membrán technológiával, saválló membránok kifejlesztésével
- Nitrogénpentoxid használata nitráló szerként
- Szilárd nitráló ágensek használata
- Ytterbium trifluormetánszulfonát katalizátorral 69%-os salétromsavval diklórmétánban lehet jól nitrálni.

#### *Halogénezés, jelentős környezet terhelést okoz*

- Különösen veszélyes halogénező szerek kiküszöbölése
- Reakció szelektivitás javítása adott izomer előállításában
- Hulladék, melléktermék képződés elkerülése
- Teljesen új reakció utak kidolgozása.

Az aromás vegyületek klórozásában a javítási lehetőségek:

A/ a melléktermék HCl oxidációja klórrá, például a Kel-Chlor eljárással, vagy száraz membrán elektrolízissel.

B/ szelektív, adott esetben regio szelektív katalizátorok fejlesztése, cinkbromid mezopórusos szilikára mint hordozóra felvive például jó szelektív brómozó katalizátor aromás vegyületekre.

#### *Alkilezés*

A hagyományos ásványi savakkal katalizált alkilezés helyett szilárd savak alkalmazása, mint antimon-pentafluorid, trifluormetánszulfosav szilárd hordozón.

#### *Oxidáció*

- Reaktor tervezés javítása, fluid reaktorok alkalmazása, abrúziót elviselő katalizátorok fejlesztése
- Katalizátorok minőségfejlesztése, forró vagy hideg helyek kialakulásának megakadályozása
- Környezetbarát katalizátorok, oxidációs reakció rendszerek kidolgozása, ilyenek a vizes hidrogénperoxiddal végzett oxidációk, titán-szilikalit katalizátorral, wolfrám vegyületekkel, a benzol oxidációja zeolit katalizátoron dinitrogénoxiddal fenollá
- Új fotokatalizált oxidációk fejlesztése.

#### *Szulfonálás*

- Kénsav aeroszlok kialakulásának megakadályozása
- Víz elválasztás a reakcióelegyből membrántechnikával
- Szabályzás javítása oxidációs mellékreakciók elkerülésére
- Tisztább szulfonálási technikák, reakciók kifejlesztése.

## 16.2 *Biotechnológia*

A biotechnológia több fontos módszert adott a finomkémiai termékek előállítására, kiterjedése egyéb területekre várható, ennek szempontjai a következők:

- 54 vegyület biotechnológiai előállítását írták le, laboratóriumi szinten
- ezek elsősorban alkoholok, savak, aminosavak, vitaminok
- a biotechnológia elsősorban nagy értékű finomkémiai termékek előállításánál alkalmazható
- kevés cég foglalkozik biotechnológiai eljárásokkal nagy volumenű szerves vegyületek előállítására
- a biotechnológiai eljárások környezeti előnyei: felhasznált nyersanyag megújuló, enyhe reakció körülmények, kevésbé káros anyagokat használnak, a termékek és melléktermékek biológiailag lebonthatók.
- A jelenlegi kémiai eljárások hatékonyak és jó minőségű anyagokat adnak
- Nincs akadálya a biotechnológiai fejlesztésnek
- Az olajárak emelkedése ellenére a biotechnológiai megoldások még drágábbak
- A biotechnológiai eljárások célszerűen biohulladékot dolgoznak fel
- Nagy igény van biotechnológiai folyamatok fejlesztésére, optimalizálására
- Aceton/butanol és 1,3-propándiol előállítási eljárásai a legígéretesebbek
- Akrilamid előállítására van lehetőség biotechnológiai eljárással.

## 16.3 *Katalizátor fejlesztés*

A katalizátorok fejlesztése, ami nagy erővel folyik sok helyen, új környezeti eredményeket is feltétlenül hoz magával. Ezt jelzi, hogy az utóbbi évtizedekben sok új homogén és heterogén katalitikus technológiát vezettek be üzemi méretekben, többek között a nagy volumenű szerves vegyületek előállításában. Ezekre a nagyobb szelektivitás, kevesebb melléktermék, enyhébb körülmények a jellemzőek, ami egyértelmű környezeti teljesítményjavulást hozott magával.

## Irodalom

Az eredeti BREF dokumentum irodalomjegyzékében a felhasznált irodalom betűrendben szerepel. Az idézés helyén szintén megadják a citált irodalmi forrás címét. Ennek megfelelően a magyar dokumentum és az eredeti, angol nyelvű dokumentum együttes használatával lehetőség nyílik az eredeti irodalmi források azonosítására, szükség esetén a kikeresésére.

Az irodalmi források egy részénél ez nem jelent gondot, mert szakkönyvek illetve folyóiratok, úgyszintén hozzáférhetőek az EU hivatalainak dokumentumai is. A nemzeti környezetvédelmi és egyéb hatóságok dokumentumait is be lehet szerezni, de ehhez már komoly irodalomkutatási felkészültség szükséges, hasonló a helyzet az ipari egyesületek kiadványaival.

Megkönnyíti az irodalomkutatást, ha a keresett dokumentum hozzáférhető internetes honlapon, célszerű a keresést ezen a módon kezdeni.

### Rövidítések meghatározásai

API	American Petroleum Institute	
BAT	Best available techniques	Elérhető legjobb technikák
BOD	Biochemical oxygen demand	Biokémiai oxigén igény
BREF	BAT Reference dokument	BAT referencia dokumentum
BTX	Benzene, toluene, xylene	Benzol, toluol, xilol
CEFIC	Conseil Europeen de l'Industrie Chimique	Európai Vegyipari Tanács
COD	Chemical Oxygen Demand	Kémiai oxigén igény
EDC	Ethylene dichloride	Etiléndiklorid
ISBL	Inside Battery Limits	Üzemhatáron belüli
IPPC	Integrated pollution prevention and control	Integrált szennyezés megelőzés és ellenőrzés
LDAR	Leak Detection and Repair	Szivárgás detektálás és javítás
LVOC	Large Volume Organic Chemicals	NVSV Nagy volumenű szerves vegyületek
MDI	Diphenylmethanediisocyanate	Difenilmetán-diizocianát
MTBE	Methyl tertiary butylether	Metil-tercierbutil-éter
OSBL	Outside Battery Limits	Üzemhatáron kívüli
PVC	Polyvinyl chloride	Polivinilklorid
SCR	Selective Catalytic Reduction	Szelektív katalitikus redukció
SNCR	Selective Non-catalytic Reduction	Szelektív nem-katalitikus redukció
TDI	Toluene diisocyanate	Toluol-diizocianát
TEQ/ITEQ	International toxic equivalent of Dioxins/furans	Nemzetközi dioxin/furán mérgező egyenérték

TOC	Total Organic Carbon	Összes szerves szén
TWG	Technical Working Group	Technikai Munkacsoport
VCM	Vinyl chloride monomer	Vinilklorid monomer
VOCS	Volatile Organic Compounds	Illékony szerves vegyületek
WWTP	Waste water treatment plant	Szennyvízkezelő telep
WWWG	Waste water and waste gas Treatment	Szennyvíz és véggáz kezelő telep

## **Függelék tartalma**

Az eredeti angol nyelvű BREF dokumentum függelékben tartalmaz kiegészítő információkat. Ezek a következők:

- I. Tagállamok NVSV emissziós határértékei
- II. Szivárgási veszteségek
- III. Fáklya rendszerek
- IV. Égetők
- V. Ipari szennyvízkezelési stratégiák
- VI. Katalizátorok ipari alkalmazása
- VII. Környezeti, egészségvédelmi és biztonsági teendők üzemlétesítésnél
- VIII. Tagállamok légszennyező osztályozási rendszerei

Amennyiben engedélyezési eljárás során szükség lenne a fenti függelékben szereplő adatokra, akkor ezek az eredeti dokumentumban hozzáférhetők, lefordíthatók.