



Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium

**Környezetbiztonsági Főosztály**



# **ÚTMUTATÓ AZ ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKA MEGHATÁROZÁSÁHOZ A GYÓGYSZER-ALAPANYAGOK GYÁRTÁSA TERÉN**

Budapest  
2005. május



Ez az útmutató a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM) megbízásából készült az elérhető legjobb technikák meghatározásához –a gyógyszer-hatóanyag gyártás területére vonatkozóan, 2003-2005-ben.

A dokumentum elkészítését a Környezetgazdálkodási Intézet IPPC Osztálya irányította a HU/IB/2001/EN/04 számú német-magyar PHARE Twinnig Projekt (Twinning Project HU/IB/2001/EN/04 Implementation of the IPPC Directive) keretében.

Az alapozó angol nyelvű dokumentum (Guidance Document on Best Available Techniques for the Pharma Industry, Final Draft, November 2003) összeállításában az alábbi szakértők működtek közre:

Alkalmazott Tudományok Egyeteme Wiesbaden, Németország:

Prof. Dr. Ursula Deister

Stefan Prechel

Prof. Dr.-Ing. Jutta Kerpen

Jürgen Prediger

Prof. Dr.-Ing. Franjo Sabo

Környezetgazdálkodási Intézet:

Gampel Edina – környezetvédelmi mérnök, koordinátor

Babcsány Ildikó – osztályvezető

Maria Jacobsen – előcsatlakozási-tanácsadó (PAA)

Gazdag Anikó – PAA asszisztens

Jelen útmutató az angol szövegezésű dokumentum magyar nyelvű fordítására épül, megtartva annak szerkezetét és szellemiségét, azt kiegészítve és átdolgozva, a hazai viszonyok közé illesztve. A kidolgozás során a környezetvédelmi hatóságok és a szakágazat képviselőinek észrevételeit is figyelembe vettük.

Az átdolgozás a Magyar Gyógyszergyártók Országos Szövetsége (MAGYOSZ) Környezetvédelmi Bizottságának szakmai segítségével készült. Külön köszönet:

Ódor Erzsébet Zsuzsának,

Réti Gábornak és

dr. Buzás Lászlónak,

Szontagh Tamásnak.

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium szakmai háttérintézetében, az OKTVF-ben az IPPC és Környezetállapot-értékelési Osztály információs központként működik a hatóságok, a cégek és a nyilvánosság számára az IPPC (egységes környezethasználati engedélyezési eljárás) és az elérhető legjobb technikák magyarországi bevezetése és alkalmazása kapcsán felmerülő kérdéseket illetően.

Az IPPC Osztály telefonon az (1) 209-1000, faxon az (1) 209-1001 számon, e-mailen pedig az [ippc@kgi.ktm.hu](mailto:ippc@kgi.ktm.hu) címen érhető el.

IPPCC-vel kapcsolatos további információk találhatóak a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium honlapján: [www.kvvm.hu](http://www.kvvm.hu), illetve a [www.ippc.hu](http://www.ippc.hu) címen is.

Az IPPC hatálya alá eső cégek számára javasolt, hogy az engedélykérelem elkészítésekor először a területileg illetékes zöldhatósággal vegyék fel a kapcsolatot.

# 1.ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

## 1.1 BEVEZETÉS

A környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről szóló, 96/61/EK tanácsi irányelvet (IPPC<sup>1</sup> direktíva) 1999. október 30-ig kellett az Európai Unió valamennyi tagországának a nemzeti jogrendbe átültetnie.

A magyarországi EU jogharmonizációnak és az EU követelményeknek megfelelően az IPPC Irányelv a környezetvédelem általános szabályairól szóló, 1995. évi LIII. törvény (Kvt.) módosítása (a törvényt a 2001 évi LV. törvény módosítja, mely egyes törvényeknek a környezet védelme érdekében történő, jogharmonizációs célú módosításáról szól) és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás részletes szabályait lefektető, 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet megalkotása révén épült be a magyar jogrendszerbe. A kormányrendelet 2001. októberében lépett hatályba<sup>2</sup> és az összes érintett létesítményben való maradéktalan végrehajtásának határideje 2007. október 30.

Az IPPC Irányelv kiemelkedő jelentőségű környezetvédelmi irányelv. Célja, a környezetre jelentős hatással bíró tevékenységek olyan egységes engedélyezési rendszerének megteremtése, melynek eredményeként a szennyezés megelőzhető, és amennyiben ez nem lehetséges, a lehető legkisebb mértékűre csökkenthető a környezet egészének védelme céljából.

Az IPPC új, alapvető követelménye az *elérhető legjobb technikák* (BAT: Best Available Techniques) bevezetése és alkalmazása. A BAT pontos meghatározása a Kvt. 4.§. vb) bekezdésben található.

A BAT összefoglalva a következőket jelenti: mindazon technikák, beleértve a technológiát, a tervezést, karbantartást, üzemeltetést és felszámolást, amelyek elfogadható műszaki és gazdasági feltételek mellett gyakorlatban alkalmazhatóak, és a leghatékonyabbak a környezet egészének magas szintű védelme szempontjából.

Fontos megjegyezni, hogy egy adott létesítmény esetében a BAT nem szükségszerűen az alkalmazható legkorszerűbb, hanem gazdaságossági szempontból legésszerűbb, de ugyanakkor a környezet védelmét megfelelő szinten biztosító technikákat/technológiákat jelenti. A meghatározás figyelembe veszi, hogy a környezet védelme érdekében tett intézkedések költségei ne legyenek irreálisan magasak. Ennek megfelelően a BAT ugyanazon ágazat létesítményeire például javasolhat többféle technikát a szennyező-anyag kibocsátás mérséklésére, amely ugyanakkor az adott berendezés esetében az elérhető legjobb technológia. Amennyiben azonban a BAT alkalmazása nem elégséges a környezetvédelmi célállapot és a szennyezettségi határértékek betartásához, és emiatt a nemzeti vagy a nemzetközi környezetvédelmi előírások sérülnének, a BAT-nál szigorúbb intézkedések is megkövetelhetők.

---

1 Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC: integrált szennyezés-megelőzés és csökkentés

2 A 193/2001. (X.19.) Korm.rendeletet a 47/2004. (III.18.) Korm.rendelet az egyes környezetvédelmi jogszabályok módosításáról időközben módosította, a 272/2004. (IX. 29.) Korm.rendelet –az egyes létesítmények üvegházhatású gázkibocsátásának engedélyezéséről, nyomon követéséről és jelentéséről– pedig kiegészítette

A hatóság egy konkrét technológia alkalmazását nem írhatja elő, a környezethasználónak kell (az engedélykérelmi dokumentációban) bemutatnia és igazolnia, hogy az általa alkalmazott technika, technológia hogyan viszonyul a BAT követelményekhez.

A 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet 2. melléklete tartalmazza azokat a feltételeket, melyek alapján az engedélyező hatóság és az engedélyes (a környezethasználó) egyaránt meg tudják határozni, hogy mi tekinthető BAT-nak.

Annak érdekében, hogy az engedélyt igénylők és az engedélyező hatóság számára a BAT meghatározását megkönnyítsék, a Környezetvédelmi Minisztérium iparági útmutatók kiadása mellett döntött.

Ezek az útmutatók a BAT meghatározásához adnak olyan információkat, melyek egyaránt segítséget nyújtanak az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás lefolytatásához, valamint az engedélyben meghatározott követelmények megfogalmazásához.

Az útmutató célja egyben az is, hogy szakmai segítséget nyújtson az engedélyt kérelmezők részére az engedélykérelmi dokumentáció összeállításában, valamint az engedélyező hatóság munkatársai részére az engedélykérelem elbírálásához.

Az útmutató adatokat közöl az adott ágazat jelentőségéről, jellemzőiről és (adott esetben) főbb gazdasági jelzőszámairól. Bemutatja a Magyarországon alkalmazott és a BAT Referencia Dokumentumban (BREF) közölt technológiákat és az ágazatban alkalmazott folyamatokat jellemző, főbb szennyező forrásokat és szennyező komponenseket. A BAT színvonal eléréséhez szükséges követelményeket fogalmaz meg a technológia egyes szakaszaira, és javaslatokat tesz az előírásoknak való megfelelés érdekében szükséges intézkedésekre. Az útmutató információt nyújt a környezetvédelmi vezetési rendszerekkel kapcsolatban és egyes szakterületi jogszabályi előírásokról is, melyek meghatározzák a (betartandó) kibocsátási határértékeket, amelyek egyben az egységes környezethasználati engedély megszerzéséhez elengedhetetlen minimum környezetvédelmi követelmények.

## 1.2 A BAT ALKALMAZÁSA ÚJ ÉS MEGLÉVŐ ÜZEMEK ESETÉN

Új üzemek esetén, a BAT meghatározásakor, az ebben az útmutatóban ismertetett technológiák/technikák figyelembe vételével kell a legmegfelelőbbet kiválasztani vagy az itt leírtaknál korszerűbbet, ha ilyen az útmutató megjelenése után rendelkezésre áll. A korszerű technológiákkal kapcsolatban további információk kaphatók az Európai IPPC Irodától, (<http://eippcb.jrc.es>) valamint a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium honlapján (<http://www.ippc.hu>).

Meglévő létesítmények esetén, a BAT meghatározásakor, nagy számú tényezőt kell figyelembe venni annak eldöntéséhez, hogy melyik az a leghatékonyabb technológia, amelyik a környezet védelme szempontjából a legmegfelelőbb. A cél olyan engedélyezési feltételek meghatározása, melyek a lehető legjobban megközelítik egy új üzem létesítésekor alkalmazott előírásokat, figyelembe véve ugyanakkor a költséghatékonyságot és a megvalósíthatóságot is.

Amikor a BAT előírások alkalmazhatósága új vagy meglévő létesítmény esetében meghatározásra kerül, indokolt esetben lehetőség van az ettől való eltérésre (megj. A jogszabályokban rögzített kibocsátási határértékeknél kevésbé szigorúbbakat a hatóság nem állapíthat meg). A legalkalmasabb technológia függ a helyi sajátosságoktól, ezért a lehetséges

műszaki megoldások helyi költség-haszon viszonyainak elemzése lehet szükséges a legjobb megoldás kiválasztásához.

A BAT-tól való eltérést indokolhatják a szóban forgó létesítmény műszaki jellemzői, földrajzi elhelyezkedése vagy a helyi környezeti feltételek, de nem indokolhatja a vállalati jövedelmezőség.

A költségek csak a következő esetekben vehetők helyi szinten számításba:

- egy fejlesztés BAT költség/haszon egyensúlya csak akkor válik pozitívvá, ha az üzem érintett része megérett az átépítésre/rekonstrukcióra. Ezek azok az esetek, amikor az adott szektorban a BAT-ot a helyi beruházási ciklussal összhangban lehet meghatározni;
- abban az esetben, ha számos költségigényes fejlesztésre van szükség, egy fázisokra osztott program/fejlesztési terv is elfogadható, mindaddig, amíg végrehajtása nem igényel olyan hosszú időt, ami egy alacsony színvonalú, korszerűtlenné váló technológia támogatásának tűnhet.

Az előírásokat új és meglévő üzemekre egyaránt alkalmazzák. Az új üzemeknek már a működés megkezdése előtt, teljesen meg kell felelniük a BAT követelményeknek. Meglévő létesítmények esetén az üzemmenet felülvizsgálata (auditálása) alapján meghatározhatók a szükséges fejlesztések. Ilyen körülmények között a korszerűsítés időtávja is, mint engedélyezési feltétel, meghatározásra kerül.

Meglévő létesítmények esetén, melyek a BAT vagy a hatályos kibocsátási határértékek követelményeihez igen közeli feltételek mellett működnek, a kevésbé szigorú feltételek is elfogadhatók. Ilyenkor aránytalanul magas költséget jelentene a régi technológia újra cserélése, a szennyezőanyag kibocsátás kismértékű csökkenése mellett. Ekkor az engedélykérőnek kell olyan javaslatot tennie a fejlesztések ütemezésére, mellyel a létesítmény a lehető legközelebb kerül a BAT előírásaihoz, és ami az engedélyező hatóság által is elfogadható.

### 1.3 AZ ENGEDÉLY MEGSZERZÉSÉRE VONATKOZÓ HATÁRIDŐK

Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás engedélyező hatósága a területileg illetékes Környezetvédelmi, természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség.

A 193/2001. (X.19.) Korm.rendeletnek megfelelően a határidők és előírások, melyeket az egységes környezethasználati (IPPC) engedély megszerzésére kötelezett vállalatoknak be kell tartaniuk, a következők:

1.) A Kormányrendelet hatályba lépésétől új beruházás nem létesíthető egységes környezethasználati engedély nélkül. Amennyiben az adott tevékenységre külön jogszabály környezetvédelmi hatástanulmány készítését írja elő, az engedélyező hatóság csak a környezetvédelmi hatástanulmány jóváhagyása után indíthatja meg az engedélyezési folyamatot.

2.) Már meglévő létesítmények esetén az egységes környezethasználati engedély csak a Kormányrendelet 6. paragrafusában meghatározott környezetvédelmi felülvizsgálat után adható ki.

a) Az 1999. október 30-a után nem a 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet előírásainak megfelelően engedélyezett létesítményeknek (a kiemelten kezelendő létesítmények) 2004. április 30-ig kellett megfelelniük az egységes környezethasználati engedély követelményeinek. A környezetvédelmi hatóságok, ilyen létesítmények esetén 2002. június 30-ig adták ki a teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálatra kötelező határozatokat.

b) Az 1999. október 30-a előtt kiadott engedéllyel rendelkező (meglévő) létesítményeknek legkésőbb – hacsak egyéb jogszabály másképpen nem rendelkezik – 2007. október 31-ig kell megfelelniük az egységes környezethasználati engedély követelményeinek. Meglévő létesítmények esetén a környezetvédelmi hatóságoknak 2004. január 1-ig kellett kiadni a teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálatot elrendelő határozatot.

A 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet bizonyos esetekben előírja az engedélyek felülvizsgálatát. Az engedélyező hatóság köteles az engedélyben rögzített feltételeket legalább 5 évente felülvizsgálni, valamint akkor is, ha:

- a kibocsátott szennyező komponensek megváltoznak
- új jogszabályok új kibocsátási határértékeket írnak elő
- jelentős változtatás történik a folyamatokban
- a BAT jelentősen változik
- a biztonságos üzemmód érdekében új módszerekre van szükség
- a létesítmény jelentős környezetterhelést okoz.

#### 1.4 AZ ENGEDÉLYKÉRELEM

Az egységes környezethasználati engedély iránti kérelem tartalmi követelményeit a 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet 3. melléklete tartalmazza. A kérelmezőnek adatokat kell adnia a telephelyéről, valamint a tevékenységéről, a javasolt fejlesztésekről, az ott folyó tevékenység irányításának és ellenőrzésének módszeréről, valamint a környezetre gyakorolt hatásokról.

A felsorolt adatok, valamint a környezeti hatások modellezése (kivéve, ha ez már a hatástanulmányban megfelelően bemutatásra került) és a BAT-nak való megfelelés bemutatása, illetve a BAT követelményeitől való eltérés indoklása az engedélykérelem technikai részének alapját képezik.

#### 1.5 AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉS HATÁLYA ALÁ TARTOZÓ LÉTESÍTMÉNYEK

A 193/2001. (X.19.) Kormányrendelet definiálja a létesítmény fogalmát, az egységes környezethasználati engedélyhez kötött tevékenységek listáját pedig az 1. sz. melléklet tartalmazza.

Jelen műszaki útmutató tárgyát képező gyógyszeralapanyagok gyártása tevékenységet a Kormányrendelet 1. sz. mellékletének 4.5. pontja tartalmazza:

„4. Vegyipar, csak az ipari méretű előállításra vonatkozóan / 4.5. Gyógyszeralapanyagok gyártására kémiai vagy biológiai folyamatokat felhasználó létesítmények.”

Megjegyzés:

- Nincsen minimálisan előírt (termelési) kapacitásadat a létesítményre vonatkozóan,
- a gyógyszeralapanyag fogalom nincsen meghatározva (gyógyszeralapanyag vagy hatóanyag),
- a “vegyi vagy biológiai eljárás” fogalmak nincsenek definiálva,
- a kutatással és fejlesztéssel foglalkozó létesítményekre nem terjed ki a jogszabály hatálya.

Az IPPC Irányelv (és ennek megfelelően a 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet) I. számú mellékletének 4. része nem meghatározott mennyiségi kapacitáskorlátot, hanem olyan megfogalmazást tartalmaz, hogy a vegyipari jellegű tevékenységek „...az ipari méretű előállításra vonatkozóan...” tartoznak a jogszabály hatálya alá. A vegyipari termelés mérete a néhány gramm súlyú igen speciális termékektől a nagy mennyiségben előállított termékek több tonnájáig terjedhet, ennek ellenére mindkettő megfelelhet az adott tevékenység esetében az „ipari méretnek”. A Bizottság szakmai állásfoglalása szerint, amennyiben a tevékenységet kereskedelmi célra folytatják, a termelés ipari méretűnek számít, akkor is, ha az előállított termék önmagában nem kerül kereskedelmi forgalomba, hanem köztes termék. Azok a tevékenységek viszont, amelyek a vegyi anyagokat kizárólag saját felhasználásra állítják elő — pl. házi, tudományos vagy laboratóriumi tevékenységekre —, nem tartoznak a jogszabály hatálya alá.

Az IPPC engedélyezési eljárás hatálya alá tartozó létesítmény funkciói magukban foglalják a fentiekben meghatározott fő tevékenységeket, valamint az ezekhez kapcsolódó egyéb tevékenységeket is. Ez utóbbiak műszaki szempontból kapcsolódnak a fő tevékenységekhez és hatással lehetnek például a létesítmény szennyezőanyag kibocsátására. E kapcsolódó tevékenységek az alábbiak lehetnek:

- gyógyszerformázás,
- anyagok kezelése,
- nyersanyagtárolás és előkészítés,
- tüzelőanyag tárolás és előkészítés,
- hő és gőztermelés,
- a késztermék tárolása és mozgatása/kiszállítása,
- szennyvízkezelés/előkezelés,
- teljes körű (minden környezeti elemre kiterjedő) kibocsátás ellenőrző és kibocsátás csökkentő rendszerek.

Mindazonáltal a környezetre kifejtett hatások széleskörűbbek lehetnek, mint az adott telephelyen folytatott tevékenység hatásai. Az útmutató és a Kormányrendelet egyaránt feladatokat fogalmaznak meg a létesítményen kívüli tevékenységekre is, mint pl. a hulladékok elhelyezésére és a szennyvízkezelésre.

## 1.6 AZ ÁGAZAT FŐBB KÖRNYEZETI JELLEMZŐI (JELLEMZŐ KIBOCSÁTÁSOK)

### *A gyógyszergyártási tevékenység általános környezetvédelmi problémái*

- Igen nagyszámú (a vizsgált cégek esetében egyenként százas nagyságrendű) technológia. (E fogalomkörbe a hatóanyagok és intermedierek önálló elszámolási szakaszt képező részét értjük.)
- Igen sokféle (cégenként ezres nagyságrendű) felhasznált anyag.

- A felhasznált vegyi anyagok igen kis hányadban (10% alatt) épülnek be a termékbe.
- Az anyagok visszaforgatási lehetőségeit a rendkívül szigorú minőségbiztosítási (GMP<sup>3</sup>) előírások nagyon leszűkítik.
- A nemzetközi előírások nehezítik a termelő eljárások módosítását, mert egy részletes átjelentési, jóváhagyási eljáráshoz kötik azt.

A több száz hatóanyag gyártási technológiáját környezetvédelmi szempontból egyenként értékelni és összehasonlítani nem célszerű, mivel alapvetően maga az alkalmazott, általában egyedi, kémiai szintézis út determinálja a technológiai eljárásból kikerülő anyagok mennyiségét és minőségét. Így a gyógyszergyárak esetében reálisan nem egy-egy technológia vagy berendezés értékelését, hanem minimum egy telephely komplex értékelését célszerű elvégezni a következő szempontok figyelembe vételével:

- az alkalmazott berendezések korszerűsége („zárt rendszerek”),
- a technológiai folyamat szabályozottsága,
- a visszaforgatott, regenerált anyagok mennyisége,
- a technológiákhoz kapcsolt előkezelő eljárások hatékonysága,
- az alkalmazott „csövégi” tisztítási eljárások hatékonysága,
- a zaj és bűzhatás értékelése,
- a fajlagos víz- és energiafelhasználás értékelése.

Az összehasonlíthatóság alapja az azonos műveletre használt technika fejlettsége, vagy másként: beépített, óhatatlan fajlagos vesztesége. Így:

- az anyagtárolás,
- az anyagmozgatás,
- a kémiai reakciók berendezései,
- az elválasztási műveletek berendezései,
- a tisztítási folyamatok műveletei és berendezései.

### ***Jellemző környezeti terhelések***

A gyógyszergyártás környezeti terhei a **hatóanyaggyártás** során dominálnak, hiszen a gyógyszerformák előállítása rendkívül – és kontrolláltan – tiszta terekben, fizikai műveletekkel (homogenizálás, szitálás, őrlés, szárítás, keverés, préselés, oldás, keverés stb.) történik.

- A kibocsátások nagy része kötődik a szerves oldószerek igen nagy arányú felhasználásához, és az óhatatlan, ún. „fugitív” (diffúz) veszteségből ered.
- Egyéb szerves anyagok: nem oldószerek-jellegű maradék reagensek, féltermékek, melléktermékek, szennyezések, melyek mennyiség, összetétel-gyártási tételenként azonos reakció körülmények mellett is változóak lehetnek. Problémát lényegében kémiai oxigén igény (KOI) értékük alapján jelentenek.
- Oldott szervesanyagok: előfordul sok szerves reakció „anyalúgában”, de igen jellemzően eredhet a technológiai szennyvizek semlegesítéséből, valamint savas gőzök megkötésére szolgáló abszorpciós berendezésekből is. (Általában elmondható, hogy a korábbi évtizedekben előszeretettel alkalmazott kimosási eljárásokat a gyárak lényegében már megszüntették, illetve másképp csinálják.)
- Ammónia-ammóniumion: főleg reakció-anyalúgokban fordul elő, de gyakori a megjelenése telített abszorpciós vizekben is. Jól példázza a zéró kibocsátás technikai képtelenségét, és a

<sup>3</sup> GMP, Good Manufacturing Practice: „jó gyártási gyakorlat”

kényszerű választás (Mely környezeti elembe?) kérdését. Az e szennyezésből származó probléma értelemszerűen sokkal súlyosabb azokban az esetekben, ahol a befogadó élővíz.

- Szerves oldószer extrakt (SZOE): a gyógyszeripari gyártó tevékenységre nem igazán jellemző zsír-olaj jellegű szennyezések keletkezése, ill. meglétére szolgáló vizsgálat. A mérési szabványban előírt extrakciós oldószer (korábban széntetraklorid, újabban hexán) azonban jelentős mennyiségű egyéb szerves anyagot is kitűnően old.
- Fémek: fémek ritkán, legfeljebb fémkatalitikus reakciók anyalúgjaiban jelennek meg. Eltávolításuk a technológiához szorosan kapcsolódó eljárásban megoldott.
- Ülepedő anyag: nem jellemző gyógyszergyártási probléma, ülepítéssel-szűréssel megoldott.
- Adszorbeálható szerves halogének (AOX): a termékek és melléktermékek széles skálája, és élettani szempontból jelentős különbözősége erősen kétségessé teszi ezen anyagok egyetlen csoportba sorolását. A szigorú légszennyezési kibocsátási értékek miatt (ún. VOC<sup>4</sup> rendelet, 13/99 EK direktíva) egyébként is kényszerül az iparág a klórozott oldószerek mennyiségének csökkentésére.

#### *A szennyvízkeletkezés főbb jellemzői, a hatóanyag- és intermedier gyártás problémái*

Jellemző technológiai szennyvizek:

- Hatóanyag kinyerés utáni *vizes anyalúgok* (fázisválasztás, szűrés, centrifugálás); főbb szennyezés típusok:
  - szerves oldószerek,
  - összes-só,
  - ammónia,
  - szerves oldószer extrakt,
  - definiálatlan szerves-anyagok
  - stb.
- Hagyományos (vízgyűrűs) vákuumgépekből származó *vákuumvizek*; jellemző szennyezés:
  - szerves oldószerek,
- *Mosó és öblítővizek*: termelő berendezések tisztításából öblítéséből származnak; jellemző szennyezés-forma: nem meghatározható

Amennyiben a gyógyszerek formázása a létesítményhez kapcsolódó tevékenység:

- Technológiai szennyvíz nem, csak a gyártási ciklus végén gép-mosóvíz keletkezik (Elsősorban a berendezések, helyiségek nedves takarításából származik, jellemző szennyezése: → vízben nem oldható iszapos maradék);
- Hulladék a szennyezett csomagolóanyag és selejt termék;
- Légszennyezés a rendkívül igényes (vírust is kiszűrő) légszűrés miatt elhanyagolható.
- Anyagmozgatás, raktározás
- A tartályok, tartály-járművek és mobil göngyölegek tisztításából származó mosóvizek érdemelnek említést. Szennyezésként a tárolt, ill. szállított vegyi anyagok teljes spektruma előfordulhat.

Egyéb szennyvizek

- *A kommunális típusú szennyvizek* minősége és elvezetése nem iparág-specifikus.
- *Átfolyó hűtővizek*: gyakorlatilag szennyezetlenek, az elvezetés módjától függően esetleg hígíthatják a technológiai szennyvizeket
- *Csapadékvizek*: elvezetésük nem minden telephelyen valósul meg külön rendszerben. Véletlenszerű szennyezettségük nem kizárható.

---

<sup>4</sup> VOC, volatile organic compounds: illékony szerves vegyületek

Az iparág technológiai kibocsátásait – egyben további csökkentési lehetőségeit – alapvetően befolyásolja két, az elmúlt évtized technikai fejlődéséből következő tény:

- A készülékek inertizálásából – N<sub>2</sub>-párna biztosítása enyhe túlnyomással – következően kevesebb tömegében az illékony anyagok kibocsátása, de a korábbi, erősen megszellőztetett rendszerekhez képest a kisebb anyagtömeget nagyságrendekkel kisebb légáram tartalmazza, tehát a kibocsátási koncentráció nagyobb. Ezáltal megváltozik az óhatatlan veszteségek tisztítási – csövégi – lehetősége.
- A hűtővizek esetében az áttérés az átfolyósos rendszerről a visszaforgatásos elvre a vízfogyasztás dicséretes csökkentése mellett a kibocsátott szennyvíz mennyiségének csökkenését is eredményezte, ami, ha nem társult szennyezés csökkentéssel, itt is a koncentrációk növekedését eredményezte.

Környezetvédelmi szempontból az ún. környezeti faktor és az atomhatékonyság paraméterekkel lehet legjobban jellemezni egy-egy kémiai reakció (anyag-előállítás) hatékonyságát.

A **környezeti faktorról** az 1 kg termékre eső hulladék tömegét adjuk meg. Környezetvédelmi szempontból az ideális eljárás környezeti faktora: 0. A különböző vegyipari ágazatok összevetése szerint a legnagyobb (legrosszabb) környezeti faktorról a gyógyszergyártás rendelkezik. (A környezeti faktor akár a 100-at is meghaladhatja, vagyis 1 kg gyógyszer hatóanyag előállítása 100 kg, vagy még több hulladék képződésével jár/hat együtt. Fontos kihangsúlyozni, természetesen egy iparág környezetszennyező hatása nemcsak a környezeti faktortól, hanem a termelés volumenétől, nagyságától is függ.)

A másik fontos paraméter az **atomhatékonyság**, ami azt mutatja meg, hogy a kiindulási anyagok hány százaléka épül be a termékbe. Minél nagyobb ez az érték, környezetvédelmi (zöld kémiai) szempontból annál előnyösebb egy kémiai reakció.

## 1.7 A MAGYARORSZÁGI GYÓGYSZERIPAR ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA

A gyógyszeripari termelés 2001-ben 277,114 millió forint volt, ami a teljes vegyipari termelés 35,6%, a teljes ipari termelés 2,2%-át adta.

1. táblázat: Az ipari termelés és értékesítés értéke [folyó áron, millió Ft], 2001

Ágazat		Termelés	Értékesítés		
Kód	Megnevezés		Belföldre	Exportra	Összesen
C+D+E	Ipar	12,479,688	5,652,097	6,797,532	12,449,629
D 24	Vegyipari anyag, termék gyártása	777,648	354,233	414,951	769,184
D 24.4.	Gyógyszergyártás	277,114	86,111	180,186	266,297

Forrás: KSH Statisztikai Évkönyv (2002)

2. táblázat: Az ipari szervezetek száma, ipari termelése, termelékenysége és értékesítése szakágazatok szerint, 2001

Ágazat		Szervezetek száma	Termelés	Egy alkalmazásban állóra jutó termelés	Értékesítés összesen	Ebből	
						Belföld-re	Export-ra
Kód	Megnevezés	összehasonlító áron - 2000 = 100,0					
D 24.4.	Gyógyszergyártás	44	95,6	99,2	94,5	96,3	93,6

Forrás: KSH Statisztikai Évkönyv (2002)

3. táblázat: Az iparban alkalmazásban állók átlagos statisztikai állományi létszáma szakágazatok szerint\*, 2001 (\* A 4 főnél többet foglalkoztató vállalkozások adatai.)

Ágazat		Alkalmazásban állók átlagos statisztikai állományi létszáma összesen	Ebből			
			Teljes munkaidőben foglalkoztatott			
		Fizikai		Szellemi		
		foglalkozásúak száma				
Kód	Megnevezés	Fő				
D 24.4.	Gyógyszergyártás	13,800	7,402		6,217	

Forrás: KSH Statisztikai Évkönyv (2002)

A gyógyszeriparban az eszköz- illetve géppark átlagos életkora széles sávban szóródik, 0-20 év között, megtalálhatók mind a leselejtezésre ítélt technológiák, mind a legmodernebb gyártósorok.

Általánosan elmondhatjuk, hogy a gyógyszerforma készítés területén 80-90%-ban már BAT színvonalú a technológia, míg a hatóanyaggyártás technológiáiban nagyobb a szóródás, de ott is fokozatosan nő a BAT színvonalú technológiák aránya.

A gyártósorok kapacitáskihasználtsága szintén elég szórt képet mutat, hivatalos adat erre nézve nem áll rendelkezésre. Az iparág szereplőinek becslései alapján az átlagos kapacitáskihasználtság 60-100% között mozog.

Az 1998-as MAGYOSZ (Magyarországi Gyógyszergyártók Országos Szövetsége) évkönyv adatai alapján a gyógyszertermeléssel és forgalmazással foglalkozó cégek száma Magyarországon 50 körüli.

A közel ötven regisztrált gyógyszergyártóból hét nagyobb vállalat adja a legjelentősebb 50 regisztrált gyógyszergyártó termék termelésének 90%-át.

A gyógyszercégek magán kézben vannak, tulajdonosi szerkezetük eléggé eltérő.

A magyar gyógyszerpiacon egyaránt megtalálhatók olyan cégek, melyek a gyógyszergyártás teljes vertikumával (hatóanyaggyártás és gyógyszerforma előállítás) foglalkoznak, s olyanok is, melyek vásárolt hatóanyagból készítenek végterméket, valamint olyanok, akik csak a kész végtermékkel kereskednek. Az IPPC szempontjából az első csoportba tartozó cégek jönnek szóba.

### ***A gyógyszergyárak környezetvédelmi helyzete***

A gyógyszeripar Magyarországon a meglehetősen erős szervezettségű, magas műszaki, irányítási és környezettudatossági színvonalon lévő iparágak közé tartozik. Az iparág számos

olyan jellemzővel rendelkezik, melyek az IPPC direktíva bevezetésénél, illetve a BAT alkalmazásakor egyedi megítélést tesznek szükségessé. A legfontosabb iparági jellemzők a következők:

- GMP (good manufacturing practice): egy nemzetközi piacokon is elfogadott egységes minőségbiztosítási rendszer, mely a termékek export értékesítésének előfeltétele. Ez a norma a magyar gyógyszeripar szereplőinél egységesen megjelenik, így biztosítva az alapvetően egységes, az EU (valamint más fejlett országok) színvonalához mérhető műszaki, irányítási és "másodtermékként" gyakran környezetvédelmi szintet.
- DMF (drug master file): egy nemzetközi piacokon megkövetelt és a nemzeti gyógyszer-ellenőrzési hivatalokban - Magyarország esetében az Országos Gyógyszerészeti Intézetben - szabványként elfogadott és megkövetelt technológiai leírás gyűjtemény a termelési eljárásokra. Ezen eljárásokban bármilyen mérvű, magát a technológiát érintő változtatás csak jelentős adminisztrációs terhek mellett és hosszabb időtávon képzelhető el.
- Az iparágot nagyszámú - a vizsgált cégek esetében egyenként százas nagyságrendű - technológia; sokféle, cégenként ezres nagyságrendű, felhasznált vegyi anyag; a felhasznált anyagok alacsony, 10% alatti beépülési hányada; valamint a GMP minőségi előírásai következtében jelentősen leszűkített visszaforgatási lehetőségek jellemzik.
- Az iparág környezetvédelmi problémáinak nagy többsége a hatóanyagok és intermedierek gyártása területén merül fel (ide értve az ezen területeket kiszolgáló anyagmozgatási és raktározási tevékenységeket is). A gyógyszerformák előállítására a tevékenység természetéből és az igen szigorú nemzetközi kritériumokból adódóan máris EU konformnak tekinthető, a kibocsátásaival kapcsolatos problémák elhanyagolhatóak.
- Az iparág szereplőinek többsége tisztában van az EU környezetvédelmi direktívák, köztük az IPPC direktíva előírásaival, az azoknak való megfelelésre lehetőségeihez mérten tudatosan törekszik. Az iparág az elmúlt néhány évben, elsősorban a privatizáció óta, jelentős pénzeszközöket fordított a környezetvédelmi feltételek javítására; fejlesztési döntéseikben a magyar jogszabályokon túl figyelembe vették a nemzetközi szabványokat is, így a kiinduló megfelelési szint jellemzően magasabb, mint a magyar ipari átlag. A fejlesztések fő motiváló ereje nem a szigorodó hazai előírások megtartása, hanem a nemzetközi technológiai színvonal követése.
- Az iparág meghatározó szereplői már jelenleg is igyekeznek alkalmazni a környezetvédelmi hatóságokkal kapcsolatban a szakmai együttműködés, folyamatos információcsere és esetenként a környezetterhelés globális értékelésének alapelveit, ennek következtében a bírság - bár folyamatosan jelen van - nem az egyetlen és meghatározó motivációs tényező a fejlesztések megvalósításánál.

Az iparágot a szereplők nagyfokú szervezettsége jellemzi, mely a MAGYOSZ hatékony együttműködésével párosulva lehetővé teszi az egységes iparági fellépést, valamint nem utolsósorban hatékony fórumot teremt a szakmai információcsere is. Ennek egyik jele az iparág által összeállított "A gyógyszeripar környezetvédelmi értékelése, derogációk kérése az EU csatlakozási tárgyalások indításánál" című tanulmány, illetve a sevillai BAT információcsere-fórumon való aktív közreműködés a szakági (Organic Fine Chemicals, Szerves Finom Vegyszerek) BREF útmutató dokumentum összeállításánál, mely az iparág főbb szereplőinek aktív együttműködésével készült, és melynek megállapításaira jelen elemzés is messzemenően támaszkodik.

### *Az ágazat gazdasági viszonyai*

A MAGYOSZ hatástanulmányt készített a gyógyszeripar levegőtisztaság-védelmi és a veszélyes anyagok felszíni vizekbe történő bevezetésének szabályozására vonatkozó feladatairól, az EU elvárások tükrében.

„A gyógyszeripar levegőtisztaság-védelmi feladatai az EU elvárásoknak megfelelően” című ipari hatástanulmány (1998) főbb összefoglaló megállapításai a következők:

- A kb. 270 gyártósor fokozatos cseréje olyan ütemben fog megtörténni, ahogyan az gazdaságilag indokolt.
- Minden új beruházásnál természetesen az elérhető legjobb színvonalra törekszenek.
- Meglévő berendezéseik üzemeltetésénél a „jobb házvezetés” és csővégi, de BAT színvonalú tisztító berendezések alkalmazására fognak törekedni. Az emittált gázokban a 20 mgC/Nm<sup>3</sup> koncentrációs érték azonban még BAT színvonalú gyártókapacitás mellett is csak további csővégi tisztítókkal lesz tartható. (Megj.: A jelenleg elterjedten alkalmazott tisztító berendezések - épp az e témakörben 1998-ban született United Nations Economic and Social Council jegyzőkönyv szerint - nem képesek csak 50-100 mg/m<sup>3</sup> kibocsátási koncentrációt garantálni.)

Az említett csővégi megoldások fajtáit, időbeni ütemezhetőségét és költségét a következő táblázat tartalmazza:

Levegőszennyezés elkerülése	Költség Md Ft	Időigény/év	Kifutási idő [év]
Technológiai véggázok összegyűjtése	0,9	3	0-3.
Termikus, katalitikus égetők telepítése	2	4	4-8.
Oldószer- és porszennyezők leválasztása	2,1	3	4-7.
Imissziómérő hálózatok	2	4	7-11.
Szennyvíztelepek szagkibocsátásának kezelése pl. bioszűrőkkel	1	4	8-12.

A hatóanyaggyártás meglévő létesítményeinek EU konform szintre történő fejlesztésére vonatkozólag 1998-ban a MAGYOSZ készített egy elemző tanulmányt. A tanulmányban (Az EU által szabályozott veszélyes anyagok felszíni vizekbe történő bevezetésének (76/464/EGK) részletes hatásvizsgálata) szereplő, a szennyvízkezelés területére fordítandó mintegy 8 Md Ft-os költségbecslést az érintettek nagyságrendileg ma is reálisnak tartják. A fejlesztési intézkedések megvalósításához szükséges (a tanulmányban szereplő) 8-10 éves intervallum elsősorban az iparág pénzügyi lehetőségei alapján került meghatározásra, korlátlan anyagi fedezet esetén a program akár 3-4 év alatt is megvalósítható lenne.

## 2.AZ ELJÁRÁSOK ÉS A KIBOCSÁTÁSOK ÁTTEKINTÉSE

### 2.1 TECHNOLÓGIÁK A GYÓGYSZERIPARBAN

A gyógyszeripari termékek előállítása során az alábbi fő szakaszokat különböztetjük meg:

- kutatás és fejlesztés,
- szerves és természetes alapanyagok átalakítása gyógyszer-hatóanyagokká fermentáció, extrakció és/vagy kémiai szintézis segítségével,
- a végtermék (gyógyszerformák) kialakítása, csomagolása.

#### *Kutatás és fejlesztés*

Az új gyógyszerek kifejlesztése négy lépcsőben történik: előklinikai kutatás és fejlesztés; klinikai kutatás és fejlesztés; gyógyszerkérelmezés áttekintése és utólagos marketing felmérés. Az előklinikai kutatás és fejlesztés az ígéretes összetevő felfedezése és laboratóriumi izolációja után kezdődik. Ebben a fázisban az anyagot széles körű laboratóriumi vizsgálatoknak és állatkísérleteknek vetik alá, így meggyőződve annak biológiai aktivitásáról és biztonságosságáról. Ez a fázis általában hat évig tart.

#### *Gyógyszer-hatóanyagok előállítása*

Az ömlesztett formájú gyógyszerészeti anyagok jellemzően szerkezetileg komplex szerves vegyi összetevőkből állnak, melyeket közbenső lépések és reakciók során állítanak elő, ellenőrzött körülmények között. Ezeket az anyagokat gyógyszeripari termék formulált dózisainak kiszerezésére használják: (1) kémiai szintézis; (2) fermentáció; (3) természetes forrásból történő izolálás vagy kinyerés, vagy (4) ezen folyamatok kombinációján keresztül. A különböző gyógyszerek előállításának folyamatainak példáit az alábbi táblázat mutatja be.

Példák a különböző gyógyszerek előállításának folyamataira:

<b>Kémiai szintézis</b>	<b>Hatóanyagok természetes eredetű alapanyagokból történő extrakciója</b>	<b>Fermentáció</b>
antibiotikumok	antineoplasztikus anyagok	antibiotikumok
antihisztaminok	enzimek és emésztést serkentők	antineoplasztikus anyagok
kardiovaszkuláris anyagok	központi idegrendszerre ható antidepresszánsok	terápiás jellegű tápanyagok
központi idegrendszerre ható stimulánsok és anti-depresszánsok	hematológiai anyagok	vitaminok
hormonok	inzulin	szteroidok
vitaminok	vakcinák	

A legtöbb gyógyszeripari anyagot ún. szakaszos (batch) eljárások révén állítják elő. A batch eljárás során egy adott hatóanyagot (végterméket), vagy köztes anyagot (intermediert) - több gyártási tételben, szakaszosan, azaz: ugyanezt a műveletet, ill. reakciólépést minden gyártási tételnél azonos módon végrehajtva - „kampányszerűen” állítanak elő, melynek időtartama pár naptól néhány hónapig terjedhet, az értékesítés igényei szerint. A gyártási „kampány” végén másik anyag gyártását kezdik meg. Gyakran más konfigurációban összeállított, de ugyanaz a berendezés, ugyanazzal a személyzettel más anyagot állít elő, eltérő alapanyagokból, más eljárással, ezáltal különböző hulladékáramot termelve.



Az intermedier termékek vagy hatóanyagok gyártásánál a nyersanyagokat vagy alkotó komponenseket – beleértve az oldószereket is – betöltik a reaktorba. A folyékony halmazállapotú anyagokat a reaktorba vagy szivattyúzással, vagy vákuum segítségével juttatják be a dobokból és a tároló vagy bemérő edényekből. A szilárd anyagokat kézzel vagy mechanikai eszközökkel is be lehet vinni, például egy vákuum-rendszer segítségével. Az így előállított, kivált terméket el kell választani a kísérő szennyezőktől vagy oldószereitől.

### ***Elválasztás (szeparálás)***

A gyógyszeripar többféle elválasztási mechanizmust is alkalmaz, ide sorolandó az extrahálás, a dekantálás, a szűrés stb.

### ***Extrahálás***

Folyékony anyagok elválasztására extrahálást szoktak alkalmazni, amelynek során az elegy komponensei között fennálló oldhatósági különbségeket használják ki. A keletkező elegy az extraktumból (ami a kívánatos módon kombinált anyagot tartalmazza) és a finomított anyagból (raffinátumból) áll, ez utóbbi a maradék fázist tartalmazza. Szilárd-folyadék extrakció esetén a szilárd anyag, mint hordozó mellől, megfelelően megválasztott oldószerezrel oldják ki a kívánatos anyagot.

### ***Dekantálás***

A dekantálás egyszerű művelet, amit egy folyadék és egy oldhatatlan szilárd anyag elegyének szétválasztására szoktak használni, ennek során a szilárd anyag leülepedik a reaktor vagy az ülepítő tartály fenekére.

### ***Centrifugálás***

A folyamat lényegét tekintve dekantálás vagy szűrés, ahol a közbenső termékként vagy végtermékként jelen lévő szilárd anyagoknak valamely folyadékaramból való eltávolítására alkalmaznak ún. centrifugákat. Az ülepítő-centrifugákat dekantálási, a szűrő-centrifugákat szűrési műveletekben alkalmazzák.

### ***Szűrés***

A szűrés a folyadék-szilárd összetételű elegy szétválasztására szolgáló eljárás, amelynek során a folyadék döntő hányada egy porózus, lyukacsos határoló anyagon (a szűrőközegen) halad keresztül, ez a szűrőközeg az elegyben található szilárd részecskék legnagyobb részét visszatartja. A gyógyszeriparban a szűrés segítségével távolítják el a szilárd anyagokat egy folyadékból, függetlenül attól, hogy a szilárd anyag a végtermék-e, vagy egy folyamat közbenső terméke, katalizátor vagy szénrészecske (például egy elszíntelenítési lépésben).

### ***Kristályosítás***

Miután a reakció végbement, a közbenső terméket vagy a végterméket kristályosítás segítségével lehet elválasztani a reakció-oldatból. Ilyenkor, általában hűtés segítségével, túltelített oldatot hoznak létre, amelyben a kívánatos vegyület kristályainak képződése megy végbe.

## Tisztítás

Miután a közbenső terméket vagy az ömlesztett anyagot elválasztották, szükség lehet ennek a megtisztítására is. A tisztítást gyakran átkristályosítással érik el.

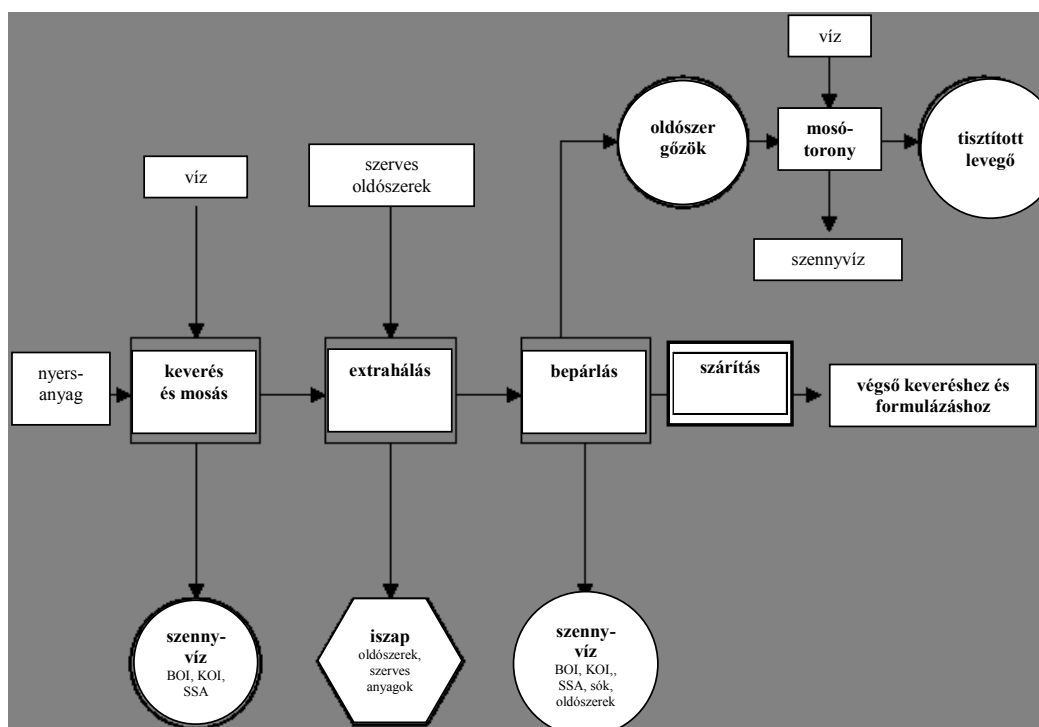
## Szárítás

A kémiai szintézis műveleteinek végső lépése a közbenső termék vagy végtermék szárítása. A szárítást úgy végzik, hogy a szilárd anyagokról elpárologtatják az oldószereket. A szárítási művelet folyamán szabaddá vált oldószereket kondenzációval újrafelhasználásra vagy megsemmisítésre alkalmassá lehet tenni.

### 2.2.2 Természetes termékek és biológiailag aktív anyagok extrahálása

A természetes termékek extrahálása, mint a név maga is sugallja, azt jelenti, hogy az aktív hatóanyagokat kell izolálni természetes forrásaikból, például növényekből, gyökerekből, élősködő gombákból, vagy állati szervekből. Ilyen műveleteket gyakran használnak allergia-ellenyomó gyógyszerek, inzulin, morfin, rákellenes szerek és más, egyedülálló tulajdonságokkal rendelkező gyógyszeripari termékek előállítására.

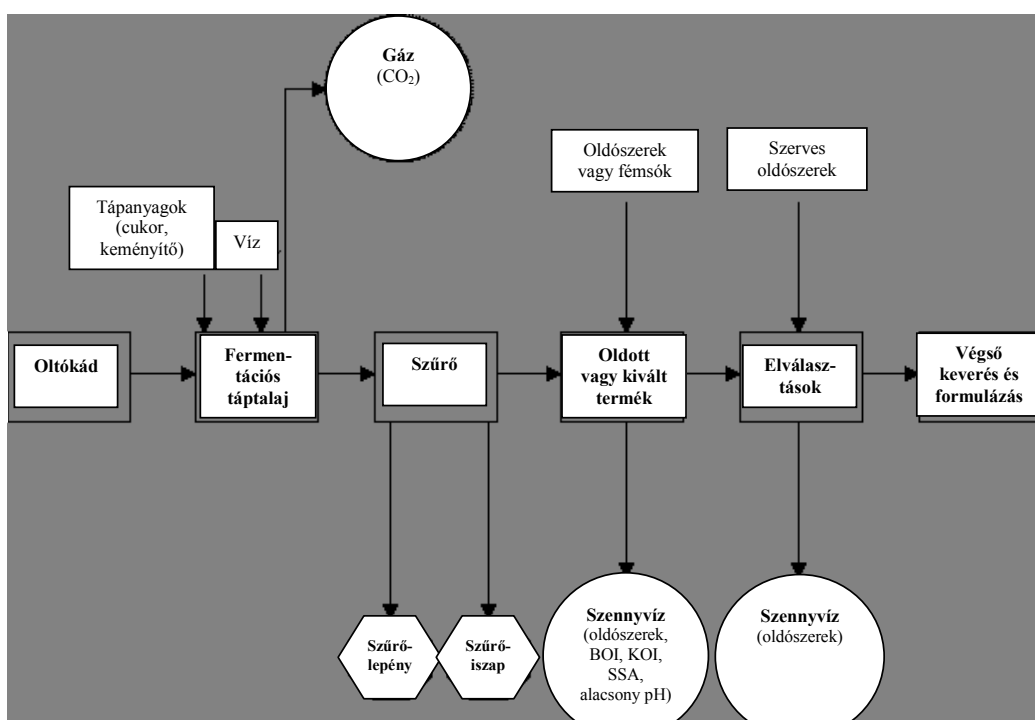
A kívánt aktív hatóanyagot, ami rendszerint nagyon alacsony koncentrációban fordul elő a nyersanyagokban, extrahálással kell kivonni a végtermékhez. Ezért ennek a műveletnek az a meghatározó jellegzetessége, hogy a végtermékül kapott anyag térfogata gyakran több nagyságrenddel kisebb, mint a felhasznált nyersanyagoké volt. Az extrahálási művelet minden lépésében számottevő mértékben csökken a feldolgozás alatt lévő anyag térfogata. A folyamatok gyakran kísérő jelensége a bűzhatás.



Egyszerűsített folyamatábra természetes anyagok és biológiai anyagok extrahálásának példáján ahol, BOI = biológiai oxigénigény; KOI = kémiai oxigénigény; SSA = összes szuszpendált szilárd anyag.

### 2.2.3 Fermentálás

A legtöbb szteroidról, antibiotikumról és bizonyos élelmiszeradalékokról (mint például a vitaminokról) közismert, hogy ezek fermentáció segítségével készített gyógyszeripari anyagok. A fermentáció során mikroorganizmusokat (pl. baktériumokat, élesztőgombákat) oltanak rá egy folyékony táptalajra, amelyet előzőleg tápanyagokkal dúsítottak fel, majd az egésztest egy megfelelő környezetbe teszik pihentetni (pl. alkalmas hőmérséklet és pH mellett, oxigén jelenlétében tárolják), aminek következtében a táptalajon gyors növekedés indul meg. Ezek a mikroorganizmusok ilyenkor normális anyagcseréjük (metabolizmusuk) melléktermékeként állítják elő, vagy alakítják át a kívánt terméket (pl. antibiotikumot, szteroidot vagy vitamint). A fermentáció három fontosabb lépést foglal magába: 1. oltóanyag készítés és beoltás, 2. maga a fermentáció és 3. a termék kinyerése. Az alábbi ábra egy fermentációs folyamatot mutat be, a folyamat során keletkezett hulladékokkal együtt.



#### Egyszerűsített folyamatára egy fermentációs művelet példáján

##### *Oltóanyag készítés*

A fermentációs művelet azzal kezdődik, hogy egy mikrobiológiai törzset kell elszaporítani.

##### *Fermentáció*

Ha a fermentáló egység (fermentor) oltóanyaga elkészült, be lehet tölteni egy sterilizált fermentorba. A fermentáció néhány órától több hétig is tarthat, a művelettől függően. Ilyenkor egy ún. "fermentlé" keletkezik, ezt kell aztán leszűrni, vagy centrifugálással elválasztani a szilárd anyagokat.



## 2.2.5 A kibocsátások összefoglalása

Művelet	Bemenő anyagok	Levegő-emissziók	Szennyvíz	Visszamaradó hulladékok
Kémiai szintézis - Reakció	Oldószerek, pl. benzol, kloroform, metilén-klorid, toluol, metanol, etilén-glikol, metil-izobutilketon (MiBK), xilolok, sósav stb. katalizátorok, reagensek	Illékony szerves anyagok (VOC) emissziója a reaktor kilépő nyílásain át, emberi munkából, anyagok berakásából és eltávolításából, savas gázok (halogén-savak, kén-dioxid, nitrogén-oxidok); könnyen távozó emissziók, szivattyúkból, mintavevőkből, szelepekből és kádakból	A műveletben használt oldószerek, katalizátorok, reagensek található; szivattyúk vízzárai, nedves mosótorony szennyvize; a berendezések tisztításából származó szennyvizek; a szennyvízben esetleg magas lehet a BOI, KOI és az SSA, a pH pedig 1-11 között lehet	Reakció-maradékok és hulladékok a reaktor fenéktermékei közül, oldószer-hulladékok
- Elválasztás (szeparálás)	Elválasztó és extraháló oldószerek, pl. toluol, hexánok.	VOC emisszió a szűrőrendszerekből, és könnyen távozó emissziók szelepekből, kádakból és centrifugákból	Berendezés-tisztító mosóvizek, öblítővizek, kifolyások, használt elválasztó oldószerek maradékai a vizes fázisban	Használt vagy hulladék oldószerek; oldószer-nedves aktív szén vagy más szorbens
-Tisztítás	Tisztító oldószerek, pl. metanol, toluol, aceton, hexánok	Oldószer-gőzök a tisztító kádakból; könnyen távozó emissziók	Berendezés-tisztító mosóvizek, öblítővizek, kifolyások	Oldószer-hulladékok
-Szárítás	Késztermékek (hatóanyagok) vagy közbenső termékek (intermedierek)	VOC emisszió a szárítók kézi betöltéséből és a szárításból	Berendezés-tisztító mosóvizek, öblítővizek	
Természetes termékek extrahálása	Növényi-, állati szövetek, extraháló oldószerek, pl. ammónia, kloroform, fenol, toluol	Oldószer-gőzök és VOC az extraháló vegyszerekből	Berendezés-tisztító mosóvizek, használt oldószerek (ammónia); a természetes termékek extrahálásánál keletkező szennyvízben alacsony a BOI, KOI és az SSA, a pH 6-8 között van	Használt nyersanyagok (növények, gyökerek stb.), oldószer-hulladékok
Fermentáció	Oltóanyag, cukrok, keményítők, tápanyagok, foszfátok, fermentációs oldószerek, pl. etanol, amil-alkohol, metanol, MiBK, aceton	Szagos gázok, extraháló oldószerek gőzei, részecskék	Használt fermentlé-raffinátum, (ami cukrokat, keményítőket, tápanyagokat, stb. tartalmaz); a szennyvízben rendszerint magas a BOI, KOI és SSA, és a pH 4-10 között van	Hulladék szűrőlepeny, fermentációs maradékok
Formulázás	Hatóanyagok, kötőanyagok (keményítők), cukor, szirupok, és töltőanyagok, granulálási segédanyagok	Tabletta-porok, más részecskék, VOC anyagok	Berendezés-tisztító mosóvizek (használt oldószerek); a mosóvizekben tipikusan alacsony a BOI, KOI és SSA, a pH 6-8 között van	Részecskék, hulladék csomagolóanyagok, selejtes tabletták, kapszulák stb.

### 3. ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: MEGELŐZÉS

A szennyezés-megelőzést úgy határozzák meg, mint olyan anyagok és folyamatok alkalmazása vagy olyan gyakorlat folytatása, melyek a keletkezés helyszínén, a forrásnál akadályozzák meg, vagy csökkentik a szennyező anyagok vagy szennyvizek létrejöttét. A forrás-csökkentésként is ismeretes szennyezés-megelőzésbe olyan gyakorlati megoldások alkalmazása is beletartozik, melyek csökkentik a veszélyes és nem-veszélyes anyagok, az energia, a víz vagy más természeti erőforrások felhasználását.

A gyártók szintjén a szennyezés-megelőzést azzal lehet elérni, hogy a gyártási folyamatokat oly módon változtatják meg, hogy a forrásnál szűnjön meg, vagy csökkenjen a szennyezés létrejötte. A szennyezés-ellenőrzést és a hulladékok kezelését célzó intézkedéseket (beleértve a hulladék-kezelést, a más helyszínen történő újrafeldolgozást, a térfogat-csökkentést, a hígítást és az alkotórészeknek más környezeti közegbe történő átvitelét is) nem szokták szennyezés-megelőzésnek tekinteni, mivel az ilyesféle intézkedéseket csak akkor hozzák meg, amikor a hulladék már létrejött.

Mint hogy az ipart érintő kérdésekről van szó, a környezet-vezetési hierarchia a következőket tételezi fel:

- a szennyezést a forrásnál kell csökkenteni, ha megvalósítható;
- az olyan szennyezést, amit nem lehet csökkenteni, a környezetre biztonságos módon vissza kell vezetni a rendszerbe, ha megvalósítható;
- az olyan szennyezést, amit nem lehet csökkenteni vagy visszavezetni, a környezetre biztonságos módon kell kezelni, ha megvalósítható; és
- a kibocsátásokat csak végső esetekben szabad alkalmazni/megengedni, és akkor is a környezetre biztonságos módon kell végezni.
- A bemenő anyagok helyettesítése során a gyártó egységben alkalmazott toxikus vagy veszélyes anyag vagy nyersanyag helyett nem mérgező vagy kevésbé toxikus anyagot kell használni;
- a termék megváltoztatott formulázása során az alkalmazott segédanyagot (pl. nedvesítő oldószer) olyan másik segédanyaggal kell helyettesíteni, ami nem mérgező vagy kevésbé toxikus a felhasználás, a szabaddá válás vagy a kibocsátás folyamán; azaz előnyösebb.
- A termelő egység áttervezése vagy módosítása során a jelenleg használtaktól eltérő kialakítású vagy tervezésű olyan gyártóegységet kell alkalmazni, amit erre fejlesztettek ki;
- a termelő egység korszerűsítése során a már létező gyártóegységekben a gyártó berendezéseket és gyártási módszereket olyan gyártó berendezésekre és gyártási módszerekre kell cserélni, melyek tökéletesebbek ugyanazon termelő egység esetében;
- a gyártóegységekben a gyártó berendezéseket és gyártási módszereket oly módon kell üzemeltetni és karbantartásukat végezni, ami a már meglévő berendezések vagy módszerek továbbfejlesztésével vagy kiegészítésével történik, ideértve – de nem pusztán ezekre korlátozva – az olyan technikákat is, mint a továbbfejlesztett, tökéletesített üzemvezetési gyakorlat, a rendszer beállításai, a termékek és a műveletek ellenőrzései vagy a gyártóegységek ellenőrző-szabályozó berendezései vagy módszerei; vagy
- az oldószeres és katalizátoros visszaforgatása, újrahasználata olyan berendezések vagy módszerek használata mellett, melyek a szóban forgó gyártóegység integrált részeként működnek, ideértve – de nem pusztán ezekre korlátozva – a szűrést és más zárt ciklusban használatos módszereket is.

#### I. Forrásnál történő csökkentés

##### A. A termék megjelenési formájának megváltoztatása

- Kisebb hatóanyag dózisok,
- kisebb kiszerelések.

## B. A folyamat megváltoztatása

### 1. A bemenő anyagok megváltoztatása

- Tömény oldatok helyszíni hígítása,
- kevésbé toxikus anyagokkal való helyettesítés.

### 2. Technológiai változtatások

- A technológiai elrendezés (layout) változtatásai,
- magasabb szintű automatizálás,
- jobb üzemelési körülmények,
- tökéletesebb berendezések,
- új technológiák,
- reakciókörülmények optimalása a nagyobb kitermelésért.

### 3. Továbbfejlesztett üzemviteli-üzemelési gyakorlat

- Üzemeltetési és karbantartási eljárások,
- vezetési (menedzsment) gyakorlat,
- a folyadékáramok különválasztása
- az anyagkezelés terén végzett tökéletesítések,
- a gyártás idő-alapú tervezése, ütemezése,
- készletgazdálkodás, a raktározás irányítása,
- oktatás-gyakorlati ismeretek,
- hulladék-elválasztás, kiválasztás.

## II. Visszaforgatás

### A. Ismételt felhasználás

### B. Regenerálás

## III. Kezelés

A gyógyszergyártó termelő üzemekben használatos szennyezés-megelőző tevékenységet tükröző példák közé tartoznak az alábbiak:

- A termék megjelenési formáinak megváltoztatásai – törekedni kell a termék csomagolásának kiküszöbölésére és új formulázást kell alkalmazni a vitamin-termékek filmbevonatainál, hogy kiváltsuk az illékony szerves szennyező anyagokat.
- A bemenő anyagok műveleti megváltoztatásai – törekedni kell bizonyos anyagok csökkentésére, pl. CMR<sup>5</sup>, azaz karcinogén, mutagén, reprodukcióra káros anyagok.
- A technológiai folyamatok megváltoztatásai – Oldószer-visszanyerő egységek üzembe helyezése; automatikus tisztító rendszer alkalmazása a szennyvíz-mennyiség csökkentése érdekében; zárt-ciklusú oldószer-visszanyerő egységek tervezése minden új művelethez és folyamathoz; és az oldószer-bázisú tisztító egységek kicserélése vizes alapú tisztítással működő egységekre, ha lehetséges.

---

<sup>5</sup> CMR: Carcinogenic, Mutagenic, hazardous to Reproduction, azaz rákkeltő, mutagén, és a szaporodást veszélyeztető

- Az üzemeltetési gyakorlat tökéletesítése – A nem megfelelő minőségű termékeknek a gyártási tételből a gyártási művelet korábbi szakaszában történő elválasztása; tökéletesebb regeneráló rendszerek és desztillációs lehetőségek alkalmazása; az oldószer-hulladékok áramának egyesítése, kombinálása annak érdekében, hogy ne legyen szükség többszörös visszanyerő rendszerekre; és az átlagos oldószer-hulladékok keletkezésének csökkentése. A GMP előírások miatt esetenként mégis előnyösebb a dedikált oldószer-regenerálók használata, ha ily módon a keresztszennyeződés elkerülhető, ami meghiúsítaná a visszaforgatást.
- Visszaforgatás és újrafelhasználás – Oldószer, katalizátorok visszaforgatása vagy újrafelhasználása.

### ***A bemenő anyagok megváltoztatásai***

A forrásnál történő csökkentés egyik típusa az, amikor a *nyersanyagokat* oly módon *helyettesítik*, hogy a keletkezett hulladék térfogata és/vagy toxicitása kisebb legyen. Az egyik legközönségesebben/legkézenfekvőbb módon alkalmazott lehetőséget a gyógyszeriparban az anyag-helyettesítésre a tabletták bevonatoló műveletében találták meg. Egészen napjainkig számos tablettá-bevonatoló műveletben használnak metilén-kloridot és más klórozott oldószereket. Azzal, hogy átálltak *vizes bázisú bevonatképző filmek* használatára, számos cég csökkentette a gyár körüli levegő veszélyes hulladék-mennyiségét, csakúgy, mint a kibocsátott hulladék-áramokat, valamint a beszerzendő vegyszerek költségét. A *vizes bázisú tisztító-oldószereket* szintén egyre gyakrabban használták a berendezések tisztítására, a korábbi, oldószer-bázisú tisztító megoldások helyett.

### ***A technológia megváltoztatásai***

A folyamatok, műveletek módosításai olyan eltérések kialakítását vagy olyan korszerűsítések bevezetését jelentik, melyeket a meglévő folyamatokhoz és műveletekhez képest a hulladék keletkezésének csökkentésével járnak. A műveletek módosításai közé tartozik az *anyagforgalom* olyan *áttervezése*, mellyel a kiömléseket és kifolyásokat, valamint másféle *anyagvesztéseket csökkentik*.

A kampányszerű gyártások esetében minden átállás validált tisztítást követel meg, és általában az utolsó gyártási tételből nyert, egyébként visszaforgatható oldószert meg kell semmisíteni. Ezért célszerű a dedikált gyártósorok kialakítása, amelynek kapacitását úgy célszerű megválasztani, hogy az év során folyamatosan legyen leterhelve.

Az olyan műveletek megváltoztatásaival, melyek a *reakciókat és a nyersanyagok használatát optimalizálják*, csökkenteni lehet a hulladék-anyagok mennyiségét és a környezetbe való kilépésüket, kibocsátásukat. A olyan egyszerű módosítások, mint a reakció paramétereinek (hőmérséklet, pH stb.) gondos monitorozása számottevően javíthatják a gyártási hatásfokot. A termelést a nagy gyógyszergyártó cégek legtöbbje esetében már számítógépesítették, és nagymértékben automatizálták.

A számítógépes tervező programokkal felszerelt számítógépek a gyártási folyamatokat, műveleteket vizuálisan jelenítik meg a képernyőn. Az automatizált rendszer lehetővé teszi a gyártás irányítói számára, hogy a szakaszos műveleteket egy billentyűzet mellől indíthassák el, majd onnan szabályozhassák és ellenőrizhessék a hőmérsékletet, a nyomást, és a többi gyártási paramétert. Miközben ez a rendszer működik, a gyártásban dolgozók felszabadulnak másféle tevékenységek végzésére, például a berendezések ellenőrzésére, vagy a termékből való mintavételre. Az ilyen, gondosan automatizált optimalizálás biztosítékot jelenthet az ellen, hogy a reaktor-tartály fenekén a hulladék összegyűljön és elzárja azt, ezáltal csökken a

további tisztítások iránti igény, s ezzel együtt kisebbé válik annak a kockázata is, hogy hibás tételeket gyártsanak, melyeket el kellene dobni, ki kellene selejtezni.

### ***A jó üzemeltetési gyakorlat***

Jellemzően írásban megfogalmazásra kerülnek a dolgozók oktatása, a munkavállalók egészségének és biztonságának tárgyköre, a veszélyes vegyszerek kiömlése esetén követendő feltisztítási-takarítási eljárások, a berendezések karbantartási eljárásai, a szivárgások detektálása, valamint a vészhelyzetekben és más sürgős esetekben adandó válaszokról szóló eljárások.

**A vezetés elkötelezettsége.** A jó üzemeltetési gyakorlat a helyi elkötelezettséggel kezdődik, valamint azzal, hogy meg kell érteni -a felső vezetéstől kezdődően egészen az üzemcsarnokban dolgozók szintjéig- a szennyezés-megakadályozás szükségességét és módszereit. A forrásnál való szennyezés-csökkentés nem lehet sikeres úgy, hogy nem tesznek az egész üzemre kiterjedően erőfeszítéseket annak érdekében.

**A dolgozók oktatása.** A dolgozókat oktató program alapvető fontosságú a forrásnál való csökkentés projektjének sikeréhez. A dolgozókat ki kell képezni a berendezések, vegyszerek és hulladékok biztonságos kezelésére. Arról is tájékoztatni kell őket, hogy milyen potenciálisan káros egészségügyi hatással rendelkeznek azok a veszélyes vegyszerek, melyeket ők kezelnek. Amellett, hogy a dolgozóknak el kell sajátítaniuk a berendezések megfelelő működtetésére és a vegyszerekkel való kellő bánásmódra vonatkozó ismereteket, tudniuk kell azt is, hogy mi a teendő a kiömlések, vegyszer-kifolyások feltisztítása terén, és ismerniük kell a vegyszerek kiszabadulásának detektálási módszereit is.

**Karbantartó programok.** A karbantartó programoknak mind a berendezések megelőző karbantartását, mind a hibajavító karbantartást célul kell kitűzniük. Ez azt jelenti, hogy a berendezéseket rendszeresen ellenőrizni és tisztítani kell annak érdekében, hogy biztosítva legyen megfelelő működésük, a meghibásodott, megsérült berendezést gyorsan ki kell javítani. A rutinszerűen alkalmazott tisztítás, a kisebb beállítások, az alkatrészek ellenőrzése és cseréje, mind-mind részét kell, hogy képezzék a karbantartási programnak. Emellett még a berendezések ellenőrzéséről, a javításokról, tisztításokról és meghibásodásokról vezetett szakszerű feljegyzések is segítenek abban, hogy csökkenteni lehessen a berendezés leállásának és az ezzel együtt járó szennyezés-kiszabadulásnak a jövőbeni valószínűségét.

**Készletgazdálkodás.** A gyógyszeriparban használt vegyszerek széles köre alapvető fontosságúvá teszi a hatékony raktározási-készletgazdálkodási rendszerek használatát. Ilyen például a "first-in, first-out" (FIFO, érkezési sorrendben történő kiszolgálás) elvének alkalmazása, ahol a vegyszereket megfelelő módon el kell látni címkékkel, melyeken szerepel a nevük, a beszerzés dátuma és a lejárat időpontja. Ennek segítségével biztosítani lehet, hogy a régebbi, nem használt vegyszereket ne kelljen szükségtelenül kiönteni. Emellett meg kell valósítani az egyszemélyes felelősséget is a vegyszerek és beszerzett anyagok elosztása terén, ami hatékonyabb nyomon követési rendszert biztosít. A raktári készletek figyelemmel kísérése a hulladékok csökkentésének értékes és könnyű módszere.

**Kiömlés-meggtátlás és tárolás.** A kiömlések, kifröccsenések és szivárgások megakadályozása kritikus a szennyezés-megakadályozás terén. A szorosan lezárt és biztosított tárolóedények (tartályok, kádak) kulcsfontosságúak a kiömlések, kifröccsenések elkerüléséhez. A tárolóedényeknek, konténereknek jó szelepekkel, szorosan záródó zárószervezetekkel kell

rendelkezniük, melyekkel elkerülhető a veszélyes vegyszerek kiömlése vagy csepegése. A tárolóedényeken, konténereken jól látható jeleknek kell lenniük, melyek felvilágosítást nyújtanak a konténer tartalmáról, figyelmeztetéseket tartalmaznak az egészségügyi veszélyekről (ahol szükséges), és megadják a kiömlések sürgős esetekben követendő feltisztítási-feltakarítási módszereit. A nagy dobokat fel kell emelni a talajszint fölé, hogy elkerülhető legyen a korrózió. A jól szervezett raktározási-tárolási terület elősegíti a vegyszerek gyors és könnyű eltávolítását, de ugyanígy a kiömlések csökkentését és feltakarításukat is. A tárolás megszervezése során természetesen figyelembe kell venni az olthatósági szempontokat, azaz a vízzel nem oltható (azzal pl. hevesen reagáló) anyagokat elkülönítve és az automata elárasztó rendszeren kívül kell tárolni.

### 3.1 NYERSANYAGOK

A gyógyszeriparban alkalmazott szakaszos eljárásokban számos nyersanyagot használnak fel, ennek során hulladékok keletkeznek, és emissziók jönnek létre. Általánosan véve, a létrejött hulladékok és emissziók a használt nyersanyagoktól és az alkalmazott berendezésektől, valamint az alkalmazott gyártási eljárásoktól függenek. A nagy mennyiséget termelő gyártási folyamatok tervezése során számításba kell venni a kiindulási anyagok hozzáférhetőségét és toxicitásukat, valamint a hulladékokat (pl. anyalúgok, szűrési maradékok, más melléktermékek) és a létrejövő emissziókat is.

Amikor a nagy mennyiségeket termelő gyártási reakciók befejeződnek, az oldószereket fizikailag elválasztják a keletkezett terméktől. Tisztasági megfontolásokra való tekintettel a gyógyszeriparban gyakran nem használják újra az oldószereket. Ezeket nem gyógyszeripari célokra értékesítik, üzemanyag-keverési (vagy fűtőanyag-keverési) műveleteknél hasznosítják, újrafelhasználják, vagy égetés révén megsemmisítik.

Az iparban használatos vegyi szintézisek eljárásai nyersanyagok százait kívánják meg. Ezek között találhatóak szerves és szervetlen vegyületek, melyeket gáz, folyadék és szilárd halmazállapotban is használnak. A növényi és állati szöveteket szintén felhasználja a gyógyszergyártó ipar, különböző biológiai és természetes extrahálási termék előállítására céljából.

Gyakran a halogénezett oldószerek – mint például a metilén-klorid – jelentik az optimális választást a gyógyszer-előállító reakciók számára. A leggyakrabban alkalmazott oldószerek a gyógyszeriparban a metilalkohol, az etilalkohol, az acetone, az izopropil-alkohol.

Minden egyes gyártó vagy formulázó üzem speciális, mindegyik különbözik a többi, hasonló gyógyszeripari üzemtől méretében, az intermediér anyagok típusában, a nagy tömegben használt anyagok tekintetében, vagy a gyártott termékek terén, a használt oldószerek mennyisége és fajtája vonatkozásában, és ezáltal a felhasznált nyersanyagok és a létrejövő hulladékok és emissziók terén is. A legtöbb gyógyszeripari reakció szerves oldószereket igényel a kémiai intermediér anyagok és reagensek oldásához.

### 3.2 ENERGIA

#### *Az energiafelhasználás környezeti hatásai*

Az ipari tevékenységekben felhasznált fő energiaforrások fosszilis tüzelőanyagok átalakításán alapulnak. Ezeknek az üzemanyagoknak hővé és energiává történő átalakítása többféle szennyezőanyag kibocsátásához vezet, melyek jelentős hatással lehetnek a környezetre. Mivel

számos, az IPPC (és ezáltal a 193/2001 (X.19.) Kormányrendelet) hatálya alá tartozó ipari tevékenység jellegében energiaigényesnek bizonyul, az ilyen tevékenységek energiafogyasztásával járó közvetlen és közvetett környezeti hatások az üzem, mint egész kibocsátásainak jelentős részét tehetik ki.

Az energia-előállítási célú fosszilis tüzelőanyagok használata különösen nagy mennyiségben szabadít fel széndioxidot, üvegházhatáshoz hozzájáruló gázt, ami a globális felmelegedésben és az éghajlatváltozás veszélyében jelentős szerepet játszik.

A BAT energiahatékonysági szempontból történő meghatározására olyan technikai intézkedések meghozatala javasolható, melyeket a technikák költségei, és az általuk elérhető környezeti előnyök közötti megfelelő egyensúly felméréssel lehet meghatározni.

Az energiafelhasználás környezeti hatásai az energiafogyasztás csökkentését, az energiahatékonyság növelését és a megújuló forrásokból származó energia felhasználását szolgáló technikai intézkedések végrehajtásával mérsékelhetők.

Egy megadott tevékenység esetén az energiahatékonysági technikák gyakran széles körben állnak rendelkezésre, melyeknél a költségek és környezeti előnyök jelentős mértékben eltérhetnek. Számolni kell az egyéb szennyezőanyagok csökkentésével, és az energiafelhasználásból származó szennyezőanyagok csökkentésével is.

### ***Energiahatékonysági intézkedések***

A környezetvédelmi hatóságoknak olyan speciális energiatakarékos szempontokat kell figyelembe venni, mint pl. a tüzelőanyag megválasztása, elektromosság felhasználása, hő hasznosítása, technológia optimalizálása, energiahatékonysági mutató, vízi energia felhasználása, megelőző energiatakarékosági intézkedések, tervszerű energiatakarékosági intézkedések és tervszerű, környezetvédelmi beruházást szolgáló intézkedések. További szempontok például a nem fosszilis tüzelőanyagok felhasználása, szállítás, vízfogyasztás, levegőszennyezés-csökkentés és vízgazdálkodás.

Az energiahatékonyság előírása ugyanolyan fontos, mint a kibocsátásokra vonatkozó engedélyezési feltételek.

Az energiahatékonyság értékelésekor a következők tekintendők fontosnak:

- tüzelőanyag megválasztása;
- elektromosság alkalmazása;
- hő hasznosítása;
- technológia optimalizálása;
- egyéb technikai intézkedések;
- energiahatékonysági mutató vagy fajlagos energiafelhasználás;
- hulladékenergia felhasználása;
- megelőző energiatakarékosági intézkedések;
- tervszerű energiatakarékosági intézkedések és adott esetben
- energia és hő esetleges együttes fejlesztése stb.

Az IPPC integrált koncepciót alkalmaz az ipari tevékenységek környezetvédelmi hatásainak ellenőrzésére. A nagyobb energiafogyasztás és az egyéb környezetvédelmi célkitűzések fejlesztése közötti kompromisszum eldöntésekor az üzemeltetőnek környezetvédelmi felmérést célszerű végeznie, figyelembe véve a költségeket és a környezeti előnyöket, az

elérhető legjobb technikák kiválasztásának alátámasztása céljából, hogy a környezet, mint egész szennyeződését meg lehessen előzni, és minimálisra lehessen csökkenteni.

Az IPPC energiahatékonysági előírásainak célja az általános energiapazarlás kiküszöbölése, a leghatékonyabb energiatakarékosági lehetőségek felismerése és megvalósítása. Általában számos olyan módszer van, melyeket az új üzemekben az energiahatékonyság optimalizálásánál, vagy a meglévő üzemben az energiahatékonyság növelésénél figyelembe lehet venni. A technikák az egyszerű intézkedésektől, például a megfelelő rendtartástól, szigetelésektől vagy motorvezérlésektől az összetettebb intézkedésekig, például a technológiába épített hő-hasznosításig terjednek. Emellett a hatékony energiagazdálkodási eljárások lényeges szerepet játszanak a költség-haszon arány felmérésében és a folyamatos energiahatékonysági fejlesztések végrehajtásában.

Az engedélykérelmi dokumentáció optimális esetben már tartalmazza az alábbi információkat:

- *Az energiafogyasztásra vonatkozó információk.* Ezek azért szükségesek, mert az energiafelhasználás mérése és figyelése az üzemben belül alapvetően fontos annak megállapításához, hogy hol lehet a legköltségtakarékosabb, és környezeti szempontból előnyös fejlesztéseket elvégezni. Az energiafogyasztásra vonatkozó információk megadásával lehet lényegében bizonyítani, hogy az üzem hatékony módon működik, és hogy az energiahatékonysági fejlesztéseket a legmegfelelőbb területeken végzik el, és megvalósítható végrehajtási tervet dolgoztak ki.
- *Fajlagos energiafogyasztás.* Ezt arra a nyersanyagra vagy termékre kell vonatkoztatni, mely leginkább megfelel a tevékenységek elsődleges céljának. A fajlagos energiafogyasztás olyan folyamatos teljesítmény-figyelési eszközt nyújt, mely figyelembe veszi a gyártási kapacitásban bekövetkező ingadozást.

A kérelemben az üzemeltetőnek be kellene mutatnia az energiahatékonyság növelését célzó javasolt intézkedéseket. Ide tartoznak a következő szempontok:

- üzemeltetési és karbantartási eljárások,
- fizikai alapintézkedések,
- épület-szolgáltatások,
- az energiahatékonysági terven belüli összes alkalmazandó intézkedés felmérése.

### ***Energia „alapkövetelmények”***

#### **1. Üzemeltetési, karbantartási és rendtartási intézkedések**

- légkondicionálás, technológiai mélyhűtő és hűtő rendszerek (szivárgások, tömítések, hőmérsékletszabályozás, párologtató/kondenzátor karbantartás);
- motorok és meghajtók üzemeltetése;
- sűrített gázrendszerek (szivárgások, felhasználási eljárások);
- gőzelosztó rendszerek (szivárgások, gőzcsapdák, szigetelés);
- égfűtő és forró víz rendszerek;
- kenés a nagy súrlódási veszteségek elkerülésére;
- kazán-karbantartás, például a légfelesleg optimalizálására;
- az üzemben belüli egyéb tevékenységekre vonatkozó egyéb karbantartás.

Üzemeltetési és karbantartási eljárások részletezése:

Az üzemben belüli egyes technológiák és szolgáltatások üzemeltetési módja jelentős hatással lehet az energiafogyasztásra. Az üzemeltetési eljárások és berendezési tervek, valamint

karbantartási és általános rendtartási eljárások optimalizálása jelentős energiahatékonyság fejlesztésekhez vezethet.

A megfelelőség bizonyításához az üzemeltetés és karbantartás energiahatékonyságának javítására intézkedéseket kell tenni. Ide tartoznak az alábbiakban felsorolt általánosabb szempontok, ha azok az üzemben belüli tevékenységekre alkalmazhatók, és egyéb helyspecifikus üzemeltetési és karbantartási technikák.

Optimalizált melegítési eljárások a pótlólagos energiafelhasználás csökkentésére:

Számos ipari eljárásra vonatkozik, beleértve az égető-berendezéseket, kemencéket, kályhákat és egyéb hőkezelési eljárásokat.

Az üzemeltetőnek be kell mutatnia, hogy az üzemeltetési eljárásokat optimalizálták, a javasolt fűtési sebességek korlátain belül, annak érdekében, hogy az indító tüzelőanyag és energia felhasználása ne vesszen kárba a túl hosszú idejű melegítési időszakok vagy pótlólagos tüzelési időszakok alatt. Az üzemeltetőnek azonban gondoskodnia kell arról, hogy ez ne legyen káros hatással a minimális üzemeltetési hőmérsékletekkel és a kapcsolódó környezeti kibocsátási hatásokkal összefüggő egyéb feltételekre.

A kemencék és fűtött edények gazdálkodása / eszközök, berendezések alkalmazása és tervezése a hõn-tartási idõ csökkentésére:

Ez számos szakaszos eljárásra vonatkozik, különösen a fém- és vegyipari ágazatokban.

Az üzemeltetőnek be kell mutatnia, hogy az üzemeltetési eljárásokat összevonták az előremenő és visszamenő tevékenységekkel, hogy minimálisra csökkentsék az anyagok szükségtelen magas hõn-tartását.

A sűrített levegő szivárgásának minimálisra csökkentése rendszeres ellenőrzések és karbantartások révén:

Sűrített levegőt használnak közvetítő közegként számos ipari alkalmazás esetén.

A sűrített levegő előállítása energiaigényes, és a veszteséget minimálisra kell csökkenteni, ahol lehetséges. A szivárgás a jelentős veszteségi hely a sűrített levegő előállításában és felhasználásában, és gyakran egyszerű, alacsony költségű karbantartási ellenőrzésekkel kiküszöbölhető.

Az üzemeltetőnek be kell mutatnia, hogy alapvető, alacsony költségű lépéseket tettek a szivárgás minimálisra csökkentése érdekében.

A gőzelosztó rendszerek karbantartása a szivárgások és a hőveszteségek csökkentése érdekében:

A gőzt fűtőközegként és közvetlen kiindulási anyagként használják számos ipari folyamatban, és a hatékonyságot gyakran a gőzelosztás hatékonyságának előállítási helyétől a felhasználási pontig történő fejlesztésével lehet növelni. A leggyakoribb alacsony költségű fejlesztési területek (a fizikai intézkedéseken kívül) közé tartozik a szivárgások javítása és a továbbfejlesztett gőzcsapdák.

Az üzemeltetőnek be kell mutatnia, hogy a szivárgások és a hőveszteségek csökkentésére megtették az alapvető, alacsony költségű lépéseket.

A hűtő kondenzátorok és párologtatók rendszeres karbantartása:

Hűtőrendszereket általánosan használnak technológiai hűtéshez és tároláshoz.

Az energia alapkövetelmények betartásához az üzemeltetőnek be kell mutatnia, hogy eljárásokat vezettek be a hűtőkomponensek rendszeres karbantartására, hogy elkerülhető legyen a gyenge hőtovábbítás és a csökkent hatékonyság.

A lerakódásra hajlamos hőtovábbító felületek rendszeres tisztítása:

Hőtovábbító berendezéseket széles körben használnak az ipari alkalmazásokban, többek között technológiai folyadékok közötti hőcserére, folyadékok közvetlen fűtésére és hűtésére, és kazánokban. A hőtovábbító felületeken a szennyeződések vagy korrodáló termékek lerakódása jelentősen csökkenti a hatékonyságot, mivel a lerakódott anyagoknak általában viszonylag alacsony a vezetőképességük.

Az energia alapkövetelmények betartásához az üzemeltetőnek be kell mutatnia, hogy eljárásokat vezettek be a hőtovábbító felületek rendszeres tisztítására, különösen a lerakódásra leginkább hajlamos alkalmazásoknál.

Használaton kívüli berendezések kikapcsolása:

Ez egy alapvető rendtartási intézkedés, mely valamennyi ipari alkalmazásra vonatkozik.

Az energia alapkövetelmények betartásához az üzemeltetőnek be kell mutatnia, hogy eljárásokat vezettek be a használaton kívüli berendezések szükségtelen működése által okozott veszteségek minimálisra csökkentése érdekében.

Motorok és meghajtók üzemeltetése és karbantartása:

Motorokat és meghajtókat használnak az ipari folyamatokban számos gépi rendszer működtetésére.

A motorok és meghajtók terhelésének csökkentése érdekében az üzemeltetőnek be kell mutatnia, hogy olyan alapvető karbantartási lépéseket tettek, mint pl. a gépek kenése, illetve eljárásokat vezettek be a motorok és meghajtók rendszeres karbantartására.

A szűrőberendezések optimális tisztítása:

A szilárd anyagok gáznemű vagy folyadék áramokból történő kiszűrését szolgáló berendezéseket rendszeresen tisztítani és karbantartani kell annak érdekében, hogy csökkenjen az üzemi nyomásesés és a ventilátorok, illetve szivattyúk terhelése. Az eljárások során figyelembe kell venni, ahol lehetséges, az automatikus, pl. sűrített levegőt használó tisztítórendszerek optimalizálását is, melyek önmagukban is jelentős energiafogyasztók lehetnek.

## 2. Alapvető, alacsony költségű fizikai technikák

Alapvető, alacsony költségű fizikai technikákat kell bevezetni az általános hatékonyság növelésére. Ide tartoznak a szigetelések, tárolási módszerek (például tömítések és önzáró ajtók) és a fűtött víz, illetve levegő szükségtelen kieresztésének elkerülése (például egyszerű vezérlőrendszerek beszerelésével).

## 3. Épület-szolgáltatások

Az üzemeltetőnek optimalizálni kell a szolgáltatások energiahatékonyságát az engedélyezett tevékenységeken belüli épületekben, pl. technológiai épületekben, vezérlőtermekben. Idetartoznak az olyan energiafogyasztó szolgáltatások, mint a légfűtés, hűtés és forró víz, szellőzés és világítás. Az ipari épületekhez kapcsolódó energiafogyasztást gyakran figyelmen kívül hagyják, pedig a légfűtés, szellőzés, légkondicionálás, az ehhez tartozó szivattyúk és ventilátorok, világítás és irodai berendezések jelentős arányban hozzájárulhatnak az általános fogyasztáshoz a kevésbé energiaigényes üzemekben. Az energiaigényes iparágakban ezek a szempontok kisebb jelentőséggel bírhatnak, és nem vonhatják el a figyelmet a komolyabb energia szempontok hátrányára. Ennek ellenére számolni kell velük, különösen ott, ahol a teljes energiafogyasztás több mint öt százalékát teszik ki.

Világítás:

Be kell mutatni, hogy a következő intézkedések végrehajtását betervezték, vagy végrehajtották:

- hatékony világítási rendszerek, lámpák és lámpatestek alkalmazása;
- megfelelő világítási sűrűséget nyújtó világítórendszerek beszerelése;
- hatékony ellenőrzések alkalmazása, hogy a világítást csak szükség esetén használják.

Fűtés, hűtés és szellőzés:

Le kell írni a javasolt intézkedéseket az energiahatékonyság növelésére a klímavezérlő rendszerek tervezésében és üzemeltetésében, beleértve pl. a következő technikák használatát:

- hulladék technológiai hő felhasználása légfűtéshez,
- nagyhatékonyságú fűtőberendezések kiválasztása,
- felhasználási pontú vízmelegítők kiválasztása,
- hőmérséklet szabályozás: termosztátok, időkapcsolók stb. alkalmazása,
- természetes szellőztetés alkalmazása,
- huzatmentesítő intézkedések.

#### 4. Energhahatékonyági terv

Energhahatékonyági terv benyújtása, mely:

- ismerteti az üzembn alkalmazandó valamennyi technikát;
- ismerteti, hogy milyen mértékben alkalmazzák őket;
- előnyben részesíti az alkalmazandó technikákat a felmérési módszer alapján, mely tanácsot ad egyúttal a megfelelő engedményekről, üzem élettartamáról és hasonlóról;
- ismerteti azokat az esetleges technikákat, melyek más kedvezőtlen környezeti hatásokhoz vezethetnek, ezáltal további felmérést igényelnek.
- Amennyiben egyéb felmérési módszereket használnak, a módszer megnevezését és annak bizonyítását, hogy megfelelő engedményt, eszköz élettartamot és költségvetési kritériumokat alkalmaznak.

#### 5. Energhagazdálkodási technikák

Ide tartozik elsősorban az energiaáramlások figyelésének és a csökkentésre szánt területek kijelölésének igénye.

Az engedélykérelem optimális esetben tartalmazza a javasolt energiahatékonyság fejlesztési intézkedéseket:

- a) annak ismertetését, hogy az intézkedések közül melyek vonatkoznak a tevékenységekre, és bevonták őket az energiahatékonysági terv felmérésébe,
- b) a jelenlegi vagy javasolt helyzet bemutatását,
- c) annak bemutatását, hogy a javaslatok BAT technológiák azáltal, hogy igazolják a javasolt előírások betartását, megerősítik az indítást vagy alternatív módszereket.

Az alábbi technikák végrehajtása/alkalmazása BAT technológiának minősülnek:

##### A) Energhahatékonyági technikák

Az IPPC-n belül mind a közvetlen (helyszíni előállítás hő és egyéb kibocsátásai), mind a közvetett (táverőmű kibocsátásai) kibocsátású szennyeződések figyelembe veszik az energiahatékonysági lehetőségek mérlegeléskor.

A technikák nagymértékben ágazat-specifikusak:

- hőhasznosítás az eljárások különböző részeiből;
- nagyhatékonyságú vízmentesítési technikák a szárítási energia minimálisra csökkentésére;

- vízfelhasználás minimálisra csökkentése és zárt vízkeringető rendszerek;
- megfelelő szigetelés; üzemelrendezés a szivattyúzási távolságok csökkentésére;
- elektronikus vezérlőmotorok fázis optimalizálása;
- elhasznált hűtővíz felhasználása (melynek a hőmérséklete megemelkedett) a hő hasznosítására;
- optimalizált hatékonysági intézkedések égető-berendezéseknél, például levegő/tápvíz előfűtésnél, fűlős levegő és hasonló esetekben;
- folyamatos technológia szakaszos technológiák helyett.

## B) Energiaellátási technikák

A következő technikákat kell figyelembe venni:

- összevont hő és energia előállító mű;
- energiahasznosítás hulladékból;
- kevésbé szennyező tüzelőanyagok használata.

### 3.3 VÍZ

Különbséget kell tenni a következők között:

- Közvetlenül a gyártásból származó szennyvizek (pl. vizes anyalúgok, desztillátumok, termékmosóvizek, szűrletek),
- a berendezések tisztításából származó szennyvizek (pl. karbantartás alatt keletkezett szennyvizek, eltömődések vagy termék-besülések kiöblítésére használt vizek, több célra használatos berendezések termékváltásánál a tisztítósból származó szennyvizek).

#### ***Ellenáramú extrakció – a víztakarékos műveletek egyik példája***

A hagyományos termékmosási műveletek szakaszonként (tételenként) működő többszörös extrakciót takarnak, melyekben a termék-fázist vízzel kezelik annak érdekében, hogy eltávolítsák belőle a sókat vagy más, kisebb mennyiségben jelenlévő oldható komponenseket. A felhasznált víz mennyisége rendszerint a mosandó termék mennyiségének néhányszorosa. Minden egyes különálló extrakciós lépésben elkerülhetetlenül termék-vesztés lép fel, amit az anyagok oldhatósága, emulzió-képzése és a fázishatárokon szilárd rétegek keletkezése stb. idéz elő.

Ha optimalizáljuk az extrakciós műveleteket, és/vagy tökéletesített extrakciós műveleteket vezetünk be, mint például az ellenáramú extrahálás, akkor a szennyvíz (és a hulladék) mennyiségének tekintélyes mérvű csökkenését lehet elérni. Ezzel egyidejűleg a szennyezések koncentrációjának növekedése révén könnyebben és/vagy hatékonyabban lehet a kezeléseket végezni, vagy – speciális körülmények között – az anyag visszaforgatását megoldani. Az optimalizálás mértéke és módszere a termelési kapacitásoktól függ, valamint attól, hogy gyakoriak-e a gyártás-indítások. Az ellenáramú extrakció különösen nagyobb méretű üzemeknél gazdaságos. Ezekben az ilyen extrahálási műveleteket hozzá lehet igazítani egy bizonyos gyártó művelethez. Olyan üzemekben, melyek kisebb mennyiségeket állítanak elő, vagy próbaüzemi gyártásokat végeznek, esetleg ritkán használt gyártási műveleteket folytatnak, másféle műveleti megoldások sokkal alkalmasabbak.

A hőátadás hatása csökken akkor, amikor kirakódott részecskék, szublimáló anyagok, kristályok vagy rásülő rétegek vonják be a hőcserélő felületét, vagy zárják el a hőcserélő felületei közötti teret, ezért ilyenkor rendszeres karbantartásra van szükség.

### ***Anyag-visszanyerés vagy anyag-visszatartás az anyalúgokból, vagy optimalizált módszerek alkalmazása***

A szennyvízben található alkotórészekből történő anyag-visszanyerés normális költségek mellett rendszerint csak akkor tűnik célszerűnek, ha koncentrált szennyvizekről van szó. Ezért ezek használata általában az anyalúgokra korlátozódik.

A szintézis módszereitől függően az anyalúgok rendszerint olyan vizes oldatok, melyek a termék elválasztása után maradnak vissza, vagy mosóvizek. Az anyag-visszanyerés a következőket foglalhatja például magába:

- az egyedi hasznosítható vegyületek eltávolítását, ilyenek például az oldószeres vagy katalizátorok,
- az anyag átalakítását és a rákövetkező anyag-visszanyerést, ilyen például a termikus vagy katalitikus oxidáció a klórnak sósav formájában történő visszanyerésére (szerves kloridok esetében).

Az anyag-visszanyerés magasabb szennyvíz-koncentrációk (pl. 10 g/l vagy e fölötti értékek) esetében járható út. Ha könnyen eltávolítható komponensekről, például illékony, szilárd, lecsapható vagy extrahálható vegyületekről van szó, a visszanyerési műveletek akár még alacsonyabb koncentrációk mellett is használhatóak.

Az optimalizált műveletek alkalmazása révén elérhető anyag-visszatartás (retenció) azt jelenti, hogy a műveleti lépéseket módosítják, valamint kiegészítő intézkedéseket vezetnek be, mint például az anyalúg feldolgozásának tökéletesített módja.

Anyag-visszatartást lehet elérni a szennyezőanyag (pl. adszorpcióval vagy extrakcióval történő) eltávolításával vagy (oxidáció vagy égetés útján történő) átalakításával is, nemcsak a szennyezés létrejöttének, például a formulázás módosítása vagy a gyártási kihozatal tökéletesítése révén történő, megakadályozásával.

### ***A folyadék-áramok kiegyenlítése***

Általánosságban véve, a szennyvízkezelő telepek a leghatékonyabban állandó hidraulikus terhelés (vagyis folyadék-áramlási sebesség) és szennyezőanyag-terhelés mellett működnek. A gyakorlatban azonban mind az áramlási sebességek, mind a szennyező anyagok által előidézett terhelés jelentősen ingadozhat a következő tényezők következtében:

- a műveleti körülmények,
- a víznek mosásra való felhasználása,
- ballaszt-vizek kezelése,
- karbantartási idők,
- esőzések.

Ha a termelést a rövid távú (pl. napi) és hosszú távú (pl. heti) ingadozásokkal szemben ki akarjuk egyensúlyozni, akkor a kiegyenlítésre alkalmas berendezéseket kell figyelembe venni, melyek lehetnek decentralizált elhelyezésűek a különböző gyártási helyszíneken, vagy központosított kialakításúak a szennyvízkezelő telepeken vagy azok közelében.

#### 4. ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: CSÖKKENTÉS

A szennyezések csökkentése sokféle módon érhető el, ilyenek például a belépő anyagok csökkentése, a melléktermékek újrafelhasználásának érdekében a műveletek mérnöki áttervezései, a vezetési gyakorlat továbbfejlesztései, valamint a toxikus vegyszerek helyettesítőinek alkalmazása. Egyes kisebb üzemek akár a törvényi szabályozások által megkövetelt határértékek alá is képesek menni pusztán azáltal, hogy agresszív/radikális szennyezés-megelőző politika folytatása révén csökkentik a szennyezések kibocsátását.

Számos gyógyszeripari cég vezetett már be szennyezés-megelőző programokat gyártási helyszíneiken. Bár a szennyezés-megelőzés nem minden esetben képes pótolni az ellenőrzési technikákat, mégis gyakran alkalmazható és egyre inkább népszerű módszer a környezettel kapcsolatos követelmények betartására.

Ha már rendelkezünk a szükséges információkkal valamely gyógyszergyártási helyszínen keletkező emissziókra vonatkozóan, és meghatároztuk a környezetre vonatkozó célokat és igényeket, akkor a következő lépés a megfelelő ellenőrzési lehetőség megválasztása. A cél rendszerint az, hogy találjunk egy olyan költséghatékony kezelési módszert, ami az optimális környezeti teljesítményt nyújtja. Az alkalmas választás meghozatala rendszerint vizsgálatokat igényel a kezelhetőségre vonatkozóan, és/vagy üzemi kísérleti szintű vizsgálatok kell hozzá.

A rendelkezésre álló ellenőrzési lehetőségeket rendszerint az alábbiaknak megfelelően értékelik, ennek alapján történik a kiválasztás:

- a kibocsátott (emittált) áram jellemzői, pl.:
  - áramlási sebesség,
  - a szennyező anyagok koncentrációja és tulajdonságai,
  - hőmérséklet,
  - nyomás,
- annak a résznek a mennyisége, ami kezelést igényel,
- jogszabályi követelmények,
- azok az ellenőrzési lehetőségek, melyek egy adott esetben fennállnak.

Ez az értékelési és ellenőrzési folyamat – amelyben a szükséges adatokat az áramok megfigyelése szolgáltatja – mindig olyan további, a helyszínrre specifikus következtetéseket tesz lehetővé, melyeket figyelembe kell venni, miközben a kulcsfontosságú tényezők helyszínről helyszínre változnak, pl.:

- az üzem elhelyezkedése,
- az üzem mérete és elrendezése (layout),
- a szóban forgó üzemi berendezések jelenlegi környezeti és gazdasági teljesítménye, koruk, tervezési kialakításuk, valamint várható élettartamuk,
- az üzemi berendezéseken belüli és a berendezések közötti folyamat-integráció lehetősége és foka,
- a befogadó közeg típusa és minősége,
- a tényleges, vagy az előre látható emissziók eredményeképpen a környezetre gyakorolt hatások,
- a meglévő szennyezés-csökkentő berendezések hátralévő élettartama és teljesítménye,
- az erőforrások rendelkezésre állása, elérhetősége,
- biztonság,
- más jogszabályi rendelkezés következtében valamely üzemi berendezésre vonatkozó korlátozások és megkötések,

- környezeti elemek közötti kölcsönhatások elemzésének eredményei (vízfogyasztás, hulladéktermelés, energiafogyasztás),
- tőke-beruházási költségek és üzemelési költségek.

Ha egy végleges vagy egy központi kezelő-berendezésről van szó, a forrásnál történő csökkentés lehetőségét mindig tekintetbe kell venni. A fentebb említett megfontolások eredményeképpen az alkalmas kezelési rendszert az alábbi lehetőségek és szempontok tekintetbe vétele alapján kell kiválasztani:

- forrásnál történő csökkentés,
- gyűjtő (elvezető) rendszer,
- kezelési módszerek.

## 4.1 LÉGSZENNYEZŐ ANYAGOK, BÚZ

### 4.1.1 A szennyező anyagok típusai

A gyógyszeripari gyártási műveletek és a formulázás során mind gáz halmazállapotú szerves és szervetlen vegyületek, mind részecskék emittálása előfordulhat.

A létrejövő emissziók típusa és mennyisége az üzem által végzett műveletektől függ, valamint attól, hogy hogyan történik a gyártás vagy a formulázás. Minden gyógyszeripari üzem egyedülálló, és minden más üzemtől eltérő a méretét, az előállított termékek típusát, a felhasznált illékony szerves vegyületek (VOC) mennyiségét és típusát, valamint a felmerülő levegőszennyezés-ellenőrzési problémákat tekintve.

A vegyi folyamatokból és az energia-ellátásból származó főbb légszennyező anyagok a következők:

- illékony szerves vegyületek,
- széndioxid,
- kén-oxidok (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>) és más kénvegyületek (H<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub>, COS),
- nitrogén-oxidok (NO<sub>x</sub>) és más nitrogénvegyületek (NH<sub>3</sub>, HCN),
- halogének és vegyületeik (Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, HF, HCl, HBr),
- a tökéletlen égéskor keletkező vegyületek, mint pl. CO és C<sub>x</sub>H,
- karcinogén (rákkeltő) potenciállal rendelkező vegyületek,
- részecskékből álló anyagok (például por, korom, alkáli, nehézfémek), melyek esetlegesen karcinogén (rákkeltő) tulajdonságokkal rendelkezhetnek.

### 4.1.2 Kibocsátási források

A hatóanyag-gyártás során a hatóanyagokat és intermediér termékeket szakaszos gyártási műveletekkel állítják elő. Egy gyártási szakasz befejezése után rendszerint egy másféle hatóanyagot vagy intermediert állítanak elő, jellemzően ugyanazon berendezések alkalmazásával. A következő hatóanyagnak vagy intermediérnek gyártása folyamán használt reagensek és oldószerek azonban nagymértékben eltérhetnek a megelőzőleg használtaktól. Míg egyes reakciók halogénezett oldószerek használatát követelik meg, addig a következő reakció esetleg egy egészen másféle oldószert igényelhet, de lehet, hogy egyáltalán nem is kell hozzá oldószer.

A hatóanyaggyártás során az illékony szerves anyagok jelentős kibocsátó forrásai a szárítók. A szárítás alatti oldószer-veszteségek mellett a szárítógépek kézi berakása közben is távozhatnak az oldószergőzök a környező légtérbe, különösen akkor, ha tálcás szárítókat alkalmaznak. A reakciókból és az elválasztási lépésekből származó illékony szerves anyagok a reaktorok légzőin és munkanyílásain keresztül is távozhatnak. A centrifugák is lehetnek az illékony szerves anyagok emissziójának forrásai, különösen a felső betöltésű típusoknál, ahol a szilárd anyagokat kézzel kell eltávolítani.

Az ilyen emisszió-források jellemző csökkentési lehetőségei – ide nem sorolva a tárolási és a szállítási műveleteket – a kondenzálók, mosótornyok, szenes adszorberek, és esetenként az égetők.

A hulladékgázokat nagy vonalakban a kürtőkön keresztül távozó és a diffúz (illanó) emissziókra lehet felosztani. Csak a kürtőkön át távozó emissziókat lehet kezelésnek alávetni. Ami a diffúz és illékony emissziókat illeti, a hulladék-gáz kezelés célja az, hogy ezeknek a fellépését megakadályozza és/vagy minimalizálja (pl. elszívás és a rendszerben történő elvezetés révén).

A gyógyszeriparban a hulladékgáz-emissziók és a kilépő levegő által okozott emissziók a következők lehetnek.

Csővezetéken keresztül távozó emissziók, például:

- a műveletek emissziói, melyek a műveleti berendezések légzőin keresztül távoznak és az üzem működésének törvényszerű velejárói,
- az energiaszolgáltató egységekből (mint például a műveleti kemencékből, a gőzfejlesztő kazánokból, a kombinált hőfejlesztő és energiaellátó egységekből, a gázturbinákból és a gázmotorokból) származó füstgázok,
- az emisszió-csökkentő berendezésekből (mint például szűrőkből, égetőkből vagy adszorberekből) származó hulladékgázok, melyek valószínűleg a változatlan szennyező anyagokat vagy a megkötő rendszerben keletkezett szennyező anyagokat tartalmazzák
- a reaktorokból és kondenzátorokból származó véggázok,
- a katalizátorok regenerálásából származó hulladékgázok,
- az oldószerek regenerálásából származó hulladékgázok,
- a termékek, nyersanyagok és intermedierek termékek tárolása és kezelése (továbbítása és szállítása, betöltése és eltávolítása) során a légzőkből, szellőzőkből származó hulladékgázok,
- a tisztítónyílásokból vagy a kizárólag az indítási és leállási műveletek során használt előhevíto berendezésekből származó hulladékgázok,
- a biztonsági záró-készülékekből (pl. biztonsági nyílásokból, biztonsági szelepekből) származó kibocsátások,
- az általános szellőztető rendszerből származó kilépő gázok,
- valamely zárt rendszerben vagy épületben lévő diffúz forrásokból kilépő és az épületszellőzőkön keresztül távozó gázok.

Diffúz emissziók, melyek pontszerű, lineáris, felületi forrásokból keletkeznek normális üzemelési körülmények között:

- a műveleti berendezésekből származó műveleti emissziók, melyek az üzem működésének elkerülhetetlen velejárói, és amelyek a nagy felületekről vagy a nyílásokon keresztül szabadulnak ki stb.,
- nem a csővezetékeken keresztül távozó emissziók (pl. üzemi veszteségek és légzési veszteségek, ha nem csővezetéken keresztül haladnak és nem fogták el, nem kötötték meg őket),

melyek a tároló-berendezésekből származnak, vagy a kezelési műveletek (pl. a dobok töltése, teherautók vagy tartályok megtöltése) során jönnek létre,

- nem rutinszerű emissziók, melyek a berendezés rutinszerű üzemeltetésétől eltérő műveletek következtében jönnek létre, ide sorolva az indítási és a leállási műveletek alatti emissziókat és a karbantartás folyamán kialakult emissziókat is,
- az égetésekből származó emissziók,
- másodlagos emissziók, melyek a hulladékok (pl. a csatornarendszerből, a szennyvízkezelő berendezésekből vagy a hűtővízből származó illékony anyagok) kezelése vagy kibocsátása során jönnek létre.

Illékony emissziók, például:

- berendezések szivárgásai révén (pl. szivattyúk és kompresszorok tömitéseiből, szelepekből, peremekből, csatlakozó berendezésekből és más csővezeteki szerelvényekből, valamint más berendezés-egységekből – például csatornákból, kilépő nyílások záródugóiból vagy tömitésekből) kilépő emissziók.

#### *4.1.3 Hulladékgázok kezelése*

A hulladékgázok kezelésére alkalmazott technikákat általánosságban a következők csökkentésére használják:

- illékony folyadék-állapotú anyagok gőzei,
- gáz-állapotú légszennyező anyagok.

A hulladékgázok kezelése rendszerint közvetlenül a forrásnál megy végbe. Csak ritkán fordul elő az az eset, amikor különböző tulajdonságokkal rendelkező hulladékgázok áramait összegyűjtve, keverve, majd egyidejűleg, egyazon központi kezelő egységben lehet kezelni. Ennek egyik fő oka az, hogy a szakaszos műveletek következtében az emissziók (koncentrációja) időben tág határok között változik. Több művelet kibocsátásainak összekapcsolása esetén, kedvezőtlen esetben, a csúcsterhelések időben egybeeshetnek, és a tisztító berendezést vagy kritikus működési állapotra hozzák (ha az termikus) vagy a hatásfokot rontja jelentősen (ha az mosó, vagy ad-, abszorpciós elven működik). Másik ok, hogy a kezelő egységeket általában egy bizonyos speciális összetétellel rendelkező hulladékgáz kezelésének esetére méretezik. Egy másik fontos ok az, hogy a toxikus és veszélyes komponensek kiszabadulására, kilépésére; a körülvevő környezetre, valamint az üzem biztonságára gyakorolt hatásaikra is különös figyelmet kell fordítani. A gyógyszergyártó iparban – ahol számos komponensnek adott a toxicitása és/vagy adottak a veszélyes tulajdonságok, és ahol rendszerint nagy térfogatú anyagokat kezelnek és dolgoznak fel – a biztonság alapvető szempont.

#### *Sztrippelés (kihajtás) levegővel*

A levegő segítségével történő sztrippelést a gyógyszeriparban arra használják, hogy a szennyvízből eltávolítsák az illékony szerves alkotórészeket. Levegős sztrippelést lehet alkalmazni az ammóniának a szennyvizetből történő eltávolítására is. A levegő segítségével végzett sztrippelést általában ellenáramban hajtják végre töltetes toronyban, vagy tálcás töltetű oszlopon. Az ilyen rendszerekben a szennyvizet a torony tetején vezetik be, és hagyják, hogy lefelé haladtában átfolyjon a tölteten, vagy a tálcákon. Ezzel egyidőben a torony alján levegőt vezetnek be, amit a vízáramon keresztül, felfelé hajtának, fújnak. Az illékony szerves anyagokat kihajtja ez a megoldás a vízáramból átviszi a levegő-áramba, majd az oszlop tetején a levegővel együtt ezek az anyagok is eltávoznak a rendszerből. A kezelt víz

az oszlop alján lép ki a rendszerből. Ha ammónia kezelésére van szükség, akkor a hulladék-áram pH-értékét 10 és 11 közé kell beállítani, mielőtt bevezetnénk az anyagot az oszlopba.

### **Égetés**

Az égetést a gyógyszergyártó iparban arra használják, hogy a szennyvízből kihajtott szerves és szervesetlen alkotórészeket kezeljék vele. Ezt a kezelést rendszerint rögzített ágyas vagy többszörös tűzterű égető-berendezésben végzik, ami a keletkezett sósav ellenőrzése céljából egy savas gázmosó-toronnyal van felszerelve. A szennyvízben lévő szennyezőanyagokat az égetés elroncsolja, a maradék vízgőz pedig a szabadba (a légtérbe) távozik).

#### *4.1.4 Visszanyerési technikák illékony szerves anyagokra és szervesetlen vegyületekre*

Az alábbi illékony visszanyerési technikák kerülnek bemutatásra (táblázatos formában) illékony szerves anyagok és szervesetlen vegyületek esetén:

- membrános elválasztás,
- kondenzáció,
- adszorpció és
- nedves mosóberendezések (gázok eltávolításához).

<b>Membrános elválasztás</b>
<p><b>Leírás:</b></p> <p>Gázok membrán segítségével történő elválasztása a szerves gőzök szelektív permeabilitását használja ki. A szerves gőzöknek lényegesen nagyobb az áthaladási (permeációs) sebessége, mint az oxigénnek, nitrogénnek, hidrogénnek vagy a széndioxidnak (10-szer vagy akár 100-szor is nagyobb ez az érték). A hulladék-gázt összenyomják és átbocsátják egy membránon. A feldúsult permeátumot olyan módszerek alkalmazásával lehet visszanyerni, mint a kondenzáció vagy az adszorpció, de meg is lehet semmisíteni, pl. katalitikus oxidációval. A művelet magasabb gőz-koncentrációk esetében a legmegfelelőbb. A legtöbb esetben további kezelésre is szükség van, hogy a kibocsátáshoz megfelelő, alacsony koncentráció-értéket lehessen elérni.</p>
<p><b>Alkalmazás:</b></p> <p>A membrán segítségével történő elválasztást arra használják, hogy a hulladék-gázokból vagy a kilépő levegőből kinyerjék az oldószereket, vagy az üzemanyag (fűtőanyag, benzin) gőzeit.</p>
<p><b>Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:</b></p> <p>A membránok segítségével történő elválasztást gyakran alkalmazzák koncentrálnálási lépésként, a további visszanyerési vagy kezelési művelet elősegítésére, pl.:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Az illékony szerves anyagoknak a gáz-fázisban történő feldúsítása emeli a harmatpontot a hulladék-gázban, így a rákövetkezően végrehajtott kondenzáció könnyebben megy végbe, ezáltal pénzt lehet megtakarítani.</li><li>– A feldúsított hulladék-gáz égetése csökkenti a kiegészítő üzemanyag (vagy fűtőanyag) iránti igényt.</li></ul> <p>A membrános elválasztási műveletekből származó illékony szerves anyagokat rendszerint visszaforgatják, a tényleges membrános művelet során nem keletkezik maradék. Hulladék keletkezhet azonban a rákövetkező kezelési lépésben, az alkalmazott technikától függően. Maradék-emissziók jöhetnek létre a hűtővízből, vagy a kezelt hulladékgázból. Ezek a hulladékgázok vagy a környező légtérbe kerülnek egy kürtön keresztül, vagy bekerülnek a rákövetkező hulladékgáz-kezelési lépésbe, például az adszorpciós vagy égetési műveletbe.</p>

<b>Előnyei:</b>	<b>Hátrányai:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Maga a művelet egyszerű.</li> <li>-A művelet során nem keletkezik hulladék.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Utólagos feldolgozási és/vagy kezelési lépésre van szükség.</li> <li>-Robbanási veszély.</li> </ul>
<p><b>Monitoring:</b></p> <p>A membránok segítségével történő elválasztó rendszer hatásosságát úgy határozzák meg, hogy megfigyelik az illékony szerves anyag koncentrációját a membrán-rendszer előtt és után. Az illékony szerves anyagokat összes szénként szokták meghatározni, kifejezni, lángionizációs detektor felhasználásával. A teljesítmény javítható, ha a membrán mindkét oldalán ellenőrzik az illékony szerves anyagok koncentrációját. Biztonsági okok miatt a VOC/oxigén arányt nagyon gondosan ellenőrizni kell (robbanási veszély).</p>	

<b>Kondenzáció</b>
<p><b>Leírás:</b></p> <p>A kondenzáció olyan technika, amely azáltal távolítja el az oldószerek gőzeit egy hulladék-gáz áramból, hogy a harmatpontja alá csökkenti a hőmérsékletet. Ez bizonyos mennyiségű illékony szerves anyagot eltávolít ugyan a rendszerből, de bizonyos mennyiség ott marad. A gázban maradó illékony szerves anyagok mennyisége függ a hőmérséklettől és az illékony szerves anyag gőz-folyadék egyensúlyától. Ha csökkentjük a kondenzátor hőmérsékletét, ez rendszerint csökkenti a gáz-áramban maradó illékony szerves anyag-tartalmat is.</p> <p>A legközöséesebb típusnál, a felületi kondenzátoroknál, a hűtőanyag nem érintkezik közvetlenül a kondenzálódó gőzökkel, hanem hő halad át a gőzt és a hűtőanyagot elválasztó felületen. Ily módon a hűtőanyag nem szennyeződik a kondenzálódott illékony szerves anyagokkal, és közvetlenül újra fel lehet használni.</p> <p>Különböző kondenzációs módszerek léteznek, az üzemelési hőmérséklet-tartománytól függően:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hűtőanyag-kondenzáció, amelynél egészen a kb. 25°C-nál lévő kondenzációs hőmérsékletig lehet lemenni,</li> <li>- Fagyasztóközeg- kondenzáció, amellyel egészen a kb. 2°C-nál lévő kondenzációs hőmérsékletig lehet lemenni,</li> <li>- Sólé-kondenzáció, egészen a -10°C-nál lévő kondenzációs hőmérsékletig lehet lemenni,</li> <li>- Ammónia-sólé kondenzáció, egészen a -40°C-nál lévő kondenzációs hőmérsékletig (egyfokozatú kondenzátor esetében), vagy a -60°C-nál lévő kondenzációs hőmérsékletig (kétfokozatú kondenzátor esetében) lehet lemenni,</li> <li>- Kriogén kondenzáció, amelynél egészen a kb. -120°C-nál lévő kondenzációs hőmérsékletig lehet lemenni, a gyakorlatban gyakran -40°C és -80°C között dolgoznak a kondenzációs berendezésben,</li> <li>- Zárt-ciklusú közömbös gáz-kondenzáció.</li> </ul>
<p><b>Alkalmazás:</b></p> <p>A kondenzátorokat széles körben alkalmazzák a gyógyszeriparban arra a célra, hogy oldószereket nyerjenek vissza a folyamatok során alkalmazott műveletekből (műveleti kondenzátor), vagy hogy levegő-szennyezést csökkentő készülékként eltávolítsák az illékony szerves anyagokat a kibocsátott gázokból. A műveleti kondenzátorok eltérnek a levegő-szennyezést ellenőrző kondenzátor céljára használt berendezéstől, mivel a műveleti kondenzátor elsődleges célja az anyag visszanyerése, ami az egység működésének integráns része. A műveleti kondenzátor az első kondenzátor, ami a folyamatnál alkalmazott berendezések után helyezkedik el, és támogatja a gőz-fázisból folyadék-fázisba irányuló átmenetet a folyamatban használt berendezésekben keletkezett gőzök esetében. A műveleti kondenzátorokra példaként fel lehet hozni a desztillációs kondenzátorokat, a reflux-kondenzátorokat, a műveleti sorban a vákuum-forrás előtt álló műveleti kondenzátorokat, valamint sztrippelő vagy flasselési (flash) műveletekben használt műveleti kondenzátorokat. A levegő-szennyezést csökkentő</p>

készülékként használt kondenzátor elsődleges célja az illékony szerves anyagok minél teljesebb eltávolítása a kilépő nyílás előtt.

### Hűtőanyag-kondenzáció

A hűtőanyag-kondenzációt szerves és szervesetlen illékony vegyületek többé vagy kevésbé telített (azaz magas harmatpontú) gáz-áramainak és szaggal rendelkező anyagoknak az esetében alkalmazzák, ez utóbbiakat vízzel telített gáz-áramból távolítják el, ahol a kondenzált víz tölti be az elnyelő anyag (az abszorbens) szerepét (feltéve, hogy ezek az anyagok oldódnak vízben).

### Kriogén kondenzáció

A kriogén kondenzáció valamennyi illékony szerves anyag és illékony szervesetlen szennyező esetében alkalmazható, függetlenül attól, hogy mekkora egyedi gőznyomással rendelkeznek. Az alkalmazott alacsony hőmérsékletek nagyon magas kondenzációs hatékonyságot tesznek lehetővé, mégpedig oly módon, hogy tökéletesen megfelel a módszer az illékony szerves anyagok végső csökkentésére. Másrészt viszont a víz fagyáspontja alatti hőmérsékletek megkövetelik, hogy lényegileg vízmentes gázt tápláljunk be. A módszer azonnal kimutatja az illékony szerves anyagok áramlási sebességében és az oldószer-terhelésben mutató változásokat, és segítségével gyakorlatilag minden VOC-féleséget vissza lehet nyerni, még változó körülmények között is. Ez a rugalmasság különösen alkalmassá teszi a módszert arra, hogy segítségével csökkenteni lehessen a VOC-tartalmat egy sokféle terméket gyártó, többféle célt szolgáló üzemben is, ahol akár szakaszos, akár folyamatos műveleteket alkalmaznak.

### Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:

#### Hűtőanyag- kondenzáció

A kondenzáló berendezés által létrehozott szennyvíz mennyisége egyenesen arányos a kondenzátum mennyiségével, ami viszont egyenesen arányos a nedvesség-tartalommal és a választott hűtési hőmérséklettel. A kondenzátum jellemző koncentráció-tartományai a következők:

- Illékony szerves anyagok kondenzációja: 200–1000 mg/l KOI.
- Ammónia/aminok kondenzációja: 400–2000 mg/l Kjeldahl-N.

#### Kriogén kondenzáció

- gőz mint kiolvasztó szer, ha a kondenzátor befagyott a hulladékgáz-áramban található nedvesség következtében,
- nedvesség-mentes sűrített levegő a pneumatikus műveletekhez.

### Előnyök

#### Hűtőanyag-kondenzáció

- Kompakt technológia.
- Jó folyamat-kezelés, az emissziókat legalább közelítőleg számítani lehet.
- A lefelé haladó áramlásokkal üzemelő kezelő berendezések nagy terhelést tesznek lehetővé, ezáltal gazdaságosabban lehet őket üzemeltetni.
- Az oldószer-visszanyerés, feltéve, hogy a gáz-áram nem tartalmaz VOC-elegyet, bonyolulttan választható el.
- Hővisszanyerés lehetséges.

### Hátrányok

#### Hűtőanyag-kondenzáció

- A hűtővíz mennyisége fontos szempont ott, ahol vízhiányos területekről van szó.
- A hatékonyság jelentős mértékben függ a gáz áramlási sebességétől és a gáz összetételétől.
- Rákövetkező feldolgozási és/vagy kezelési lépés szükséges.

<p><b>Kriogén kondenzáció</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kompakt technológia.</li> <li>– Szerves oldószerek visszanyerése, feltéve, hogy el lehet őket választani a kondenzált elegyből.</li> <li>– Magas a VOC-eltávolítás hatékonysága.</li> <li>– Nitrogén-gázt vissza lehet vezetni.</li> <li>– Jó folyamat-kezelés lehetséges, az emissziókat legalább megközelítőleg számítani lehet.</li> </ul>	<p><b>Kriogén kondenzáció</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nem alkalmas nedves gáz-áramok esetében, mivel jég keletkezik, ami gátolja a hőátmenetet.</li> <li>– Cseppfolyós nitrogén-előállító berendezésre van szükség, vagy helyette külső nitrogén-szállítást kell biztosítani.</li> </ul>
<p><b>Ellenőrzés, hatásfok megállapítás (Monitoring):</b></p> <p>A levegő-tisztító rendszerként alkalmazott kondenzációs rendszer hatékonyságát úgy lehet meghatározni, hogy megfigyeljük az oldószer-gőzök koncentrációját a kondenzációs rendszer előtt és után. Az illékony szerves anyagokat – ide bele nem számítva a részecskeszerű anyagokat - összes szénként szokták meghatározni, kifejezni, lángionizációs detektor felhasználásával. A szaggal rendelkező anyagok emissziójánál az eltávolítás hatékonyságát oly módon határozzák meg, hogy megfelelő mintavételezési pontokon mintákat vesznek, majd ezeket utána olfaktometriásan elemezik. A kriogén rendszerek a nyomásesés monitorozását követelik meg.</p>	

<p><b>Adszorpció</b></p>
<p><b>Leírás:</b></p> <p>Az adszorpció olyan heterogén reakció, amelyben gázmolekulák visszatartása megy végbe egy szilárd felületen (az adszorbensen), amely speciális vegyületeket előnyben részesít más vegyületekkel szemben, ezáltal eltávolítja őket a kibocsátott anyagáramból. Miután a felületen az adszorpció megtörtént, (beállt az egyensúlyi helyzet), az adszorbeált anyagtartalmat az adszorbens regenerálásának részeként deszorbeálják. A deszorbeálódás után, a szennyező anyagok rendszerint magasabb koncentrációban lesznek jelen a deszorbeálásra használt oldószerben, mint a korábbi anyagáramban és el lehet távolítani (el lehet roncsolni) őket.</p> <p>Az adszorpció rendszer fontosabb típusai:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– rögzített-ágyas adszorpció,</li> <li>– fluidizált-ágyas adszorpció,</li> <li>– folyamatos mozgóágyas adszorpció,</li> <li>– nyomás-lengés jellegű adszorpció.</li> </ul>
<p><b>Alkalmazás:</b></p> <p>Az adszorpció alkalmazási területei közé tartoznak az alábbiak:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Illékony szerves anyagok (ami lehet nyersanyag, termék, oldószer, a töltési műveletekből származó üzemanyag ill. fűtőanyag, stb.) visszanyerése újrafelhasználás vagy recirkuláció céljaira, valószínűleg koncentrálnálási lépésként, amely javítja a további visszanyerési lépések, mint pl. membrán segítségével végzett elválasztások lehetőségét.</li> <li>– Szennyező anyagok (a gyártásból vagy a kezelő berendezésekből származó veszélyes anyagok, mint például az illékony szerves anyagok, szaggal rendelkező anyagok, nyomokban lévő gázok, stb.) kiküszöbölése, melyeket nem lehet recirkuláltatni vagy másféleképpen felhasználni, lehetőleg GAC<sup>6</sup>-val mint adszorbenssel, nem regenerálásra, hanem elégetésre,</li> <li>– ellenőrző szűrőként, a végső kezelést biztosító berendezések után.</li> </ul>

<sup>6</sup> GAC, Granulated Activated Carbon: granulált aktív szén

**Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:**

A gőz-regenerálás során olyan szennyvíz keletkezik, ami viszonylag magas terhelést hordoz azon szennyező anyagok tekintetében, melyeket ki kell bocsátani a szennyvízkezelési műveletek céljaira. Ha nem történik regenerálás, akkor az adszorbenst ki kell dobni, azaz a szokásos módon égetésre kell kerülnie, ami viszont olyan módszer, mely nem megfelelő a higanyal terhelt adszorbensek esetében. Az adszorbens regenerálása és/vagy eltávolítása külső cégek közreműködésével is történhet.

**Monitoring:**

A rendszer hatékonyságának meghatározása az illékony szerves anyagok vagy a szaggal rendelkező anyagok koncentrációjának mérésével történik, a rendszer előtt és után. Az illékony szerves anyagokat – ide bele nem számítva a részecskeszerű anyagokat – összes szénként szokták meghatározni, kifejezni, lángionizációs detektor felhasználásával. Az emissziók minőségi elemzése oly módon történhet, hogy gáz-mintákat vesznek ki meghatározott mintavételi pontokon, majd ezeket utána gázkromatográfia/tömegspektrométer (GC/MS), vagy gázkromatográfia/lángionizációs detektor (GC/FID) segítségével vizsgálják. A szaggal rendelkező anyagok emissziójánál az eltávolítás hatékonyságát oly módon határozzák meg, hogy megfelelő mintavételezési pontokon mintákat vesznek, majd ezeket utána olfaktometriásan elemezik.

A legfontosabb mérés a por-szűrőkön és az adszorbens-ágyakon létrejövő nyomásesés meghatározása. Az üzemeltetés során a szűrőkön a nyomásesés állandóan növekszik. A túl gyors emelkedés arra figyelmeztet, hogy később túl nagy lesz a nyomásesés, az abnormális por-terhelés következtében.

**Nedves mosóberendezések gázok eltávolításához****Leírás:**

A nedves mosás (vagy abszorpció) folyamán tömegátadás megy végbe valamely oldható gáz és egy oldószer – ami gyakran víz – között, miközben ezek érintkeznek egymással. A vegyszerek visszanyerésénél a fizikai mosóberendezéseket részesítik előnyben, míg a kémiai mosóberendezések használata a gáz-halmazállapotú vegyületek eltávolítására és megsemmisítésére korlátozódik. A fizikai-kémiai mosóberendezések közbenső helyzetet foglalnak el. A komponens feloldódik az abszorbeáló folyadékban, majd egy megfordítható kémiai reakcióban vesz részt, amely lehetővé teszi a gáz-állapotú komponens visszanyerését.

A gázmosási műveleteket a hulladékgázok kezelésére az alábbi főbb alkalmazási területeken használják:

- gáz-állapotú szennyező anyagok eltávolítása, például hidrogén-halidok, SO<sub>2</sub>, ammónia, kénhidrogén, vagy illékony szerves oldószerek,
- de bizonyos mosóberendezések esetében por eltávolítására is.

A mosóberendezéseknek különböző fajtáit használják, például:

- mozgóágyas mosóberendezés,
- töltött-ágyas mosóberendezés,
- érintkező-lemezes mosóberendezés,
- permetező mosótorony.

**Alkalmazás:**

Az abszorpció fontos szerepet tölt be a gyógyszeriparban, mivel számos illékony szerves anyag és más használatos vegyszerek oldódnak vízben vagy vizes oldatokban. Ezért a vizes, a lúgos vagy a savas mosóberendezéseket számos különböző levegő-szennyezési probléma esetében lehet alkalmazni. Ha egy mosóberendezést a levegő-szennyeződés ellenőrző berendezéseként használnak, akkor meg kell határozni a gáz-áramban lévő alkotórészeknek az abszorbeáló folyadékban való oldhatóságát. Az oldható komponensek gázból folyadék-fázisba történő átmenetének a sebességét diffúziós folyamatok

határozzák meg, melyek a gáz-folyadék határfelület mindkét oldalán végbemennek.

Az abszorpciót széles körben használják nyersanyag-visszanyerési és/vagy termék-visszanyerési eljárásként illékony szerves anyagokat magas koncentrációban tartalmazó gáz-áramok elválasztására és tisztítására, különösen vízben oldható vegyületek, például alkoholok, aceton vagy formaldehid esetében. Az abszorpció mint elsődleges ellenőrzési technika szerves gőzök esetében a megfelelően alkalmas oldószer rendelkezésre állásának függvénye, ennek az oldószernek magas oldhatósággal kell rendelkeznie a gázra vonatkozóan, és alacsony gőznyomással és alacsony viszkozitással kell rendelkeznie.

**Előnyei:**

**Hátrányai:**

**Általában:**

- Széles felhasználási tartomány.
- Nagyon magas hatékonyság.
- Kompakt berendezés, a kapacitás és a berendezés-térfogat közötti kedvező aránynak köszönhetően.
- Egyszerű és robusztus technológia.
- Egyszerű karbantartás.
- Csak kevés kopással szemben érzékeny komponens van.
- Gyúlékony és robbanékony gáz/porok alacsony kockázat mellett kezelhetők.
- Forró gázáramok hűtésére is alkalmazható.
- Ködök kezelésére is alkalmas.
- A korrozív gázokat és porokat közömbösíteni lehet.

**Általában:**

- Víz vagy hígított vegyszerek szükségesek a tisztított víz helyettesítéséhez, valamint az alábbiakhoz:
- Bepárlási veszteségek.
  - A szennyvíz a mosóberendezés alkalmazott folyadék helyettesítése következtében kezelést igényel.
  - Kondicionáló szerekre (pl. savakra, lúgokra, oxidálószerekre, lágyítókra) van szükség számos alkalmazáshoz.
  - Az iszapként leválasztott port kezelni kell, akár újrafelhasználási, akár eltávolítási műveletekhez fogják használni.
  - Tetőn való alkalmazásnál hordozó szerkezetre van szükség.
  - Külső alkalmazásoknál fagyvédelem szükséges (az éghajlattól függően).
  - Korróziós potenciál.
    - Az összegyűjtött részecskék szennyezettek lehetnek, és esetleg nem lehet őket visszaforgatni.

**Monitoring:**

A gázmosó-rendszer hatékonyságának meghatározása a gáz-állapotú szennyező anyagok koncentrációjának mérésével történik, a rendszer előtt és után. A kéndioxidot rendszerint infravörös analizátorok segítségével monitorozzák, míg a hidrogén-halidok esetében nedves kémiai módszereket alkalmaznak. Az illékony szerves anyagokat – ide bele nem számítva a részecskeszerű anyagokat - összeszénként szokták meghatározni, kifejezni, lángionizációs detektor felhasználásával. Az emissziók minőségi elemzése oly módon történhet, hogy gáz-mintákat vesznek ki meghatározott mintavételi pontokon, majd ezeket utána gázkromatográfia/tömegspektrométer segítségével vizsgálják. A szaggal rendelkező anyagok emissziójánál az eltávolítás hatékonyságát oly módon határozzák meg, hogy megfelelő mintavételezési pontokon mintákat vesznek, majd ezeket utána olfaktometrián elemezik.

További rutinszerű mérések szükségesek az alábbiakhoz:

- a mosóberendezésen fellépő nyomásesés, ennek segítségével fel lehet fedezni azokat az üzemeltetési rendellenességeket, melyek karbantartást igényelhetnek,
- a mosóberendezés betöltő vizének áramlási sebessége,
- a visszacirkuláló víz áramlási sebessége,
- a reagens áramlási sebessége,
- bizonyos esetekben a pH, a hőmérséklet, az elektromos vezetőképesség és az oxidációs-redukciós potenciál (ORP).

#### 4.1.5 Szennyezés-csökkentő műveletek és folyamatok illékony szerves anyagok és szerves gázok esetében

Az alábbiakban, táblázatos formában, bemutatásra kerülnek olyan szennyezés-csökkentő műveletek és folyamatok, melyek illékony szerves anyagok és szerves gázok esetén alkalmazhatók. Ezek:

- bioszűrés,
- bio-gázmosás,
- bio-csepegtetés,
- termikus és katalitikus oxidáció.

##### **Bioszűrés**

###### **Leírás:**

A hulladékgáz-áram egy szerves anyagból (például tőzgeből, hangából, komposztból) vagy valamilyen semleges anyagból (mint például agyagból, faszénből vagy poliuretánból) álló ágyon halad keresztül, ahol a természetben előforduló mikroorganizmusok biológiai oxidáció révén széndioxidá, vízzé és biomasszává oxidálják.

A bioszűrőket az alábbiak szerint lehet felosztani:

- nyitott bioszűrők és
- zárt bioszűrők.

A nyitott bioszűrők egy réteg porózus biológiai szűrőanyagból állnak, ami alatt egy csövekből felépülő háló helyezkedik el, amelyen keresztül ráfújják a szennyezett levegőt a szűrőre. Ezeknek a szűrőknek hosszú tartózkodási időt kell biztosítaniuk, ezért rendszerint nagy méretűek. Alacsony gáz-sebességek esetén is lehet őket alkalmazni. Alternatívát jelentenek a többszintű bioszűrők, ahol néhány réteget helyeznek el egymás fölé a szűrőközegből, hogy ily módon is csökkenteni lehessen a nagy terület-igényt. Olyan környéken, ahol hideg időjárás (fagy) uralkodik, a nyitott bioszűrők alkalmazhatósága korlátozott. A zárt bioszűrők egy réteg anyagból állnak, ami megfelelő mikrobiológiai organizmusokat (populációt) hordoz, ez a réteg egy elosztó-rendszer alatt helyezkedik el, ami egyenesen módon szállítja a szennyezett hulladékgáz-áramot a szűrőre. A gáz-áramot elektromos ventilátorok továbbítják a szűrőre. A gáz áramlása történhet felülről lefelé, vagy fordítva. A fűvőknek, a levegőztető rendszernek és a bioszűrőknek a szerkezeti anyaga oly módon van megválasztva, hogy csökkentsék a korrozív hulladékgáz által gyakorolt hatásokat, a túlzott mértékű kondenzálódást és a por vagy iszap mennyiségét. A működő bioszűrők túlnyomó többsége nyitott ágyas szűrő, amelyek kevésbé költségesek, mint a zárt bioszűrők, ám a hatékonyságuk is kisebb. Ezért sok helyen a zárt szűrőrendszereket részesítik előnyben, ahol szabályozott a betáplálás és a kilépő gáz áramlási sebessége is. Fel lehet tételezni, hogy sok esetben a nyitott szűrőrendszerek nem teszik lehetővé az emissziók hatékony eltávolítását, és gyakran nem állnak fenn azok a technológiai követelmények sem, melyek az illékony szerves anyagok megfelelő mennyiségének csökkentéséhez kellenének. A korszerű technikának megfelelő zárt bioszűrők segítségével a xenobiológiai vegyületek tág választékánál lehet a mennyiséget csökkenteni.

A mikroorganizmusok egy rögzített ágyon vannak bezárva. A szűrőanyag magassága 0,5 m és 1,5 m között van, és legfeljebb két vagy három réteget szoktak alkalmazni. A szűrőágy fajlagos terhelése 100-500 Nm<sup>3</sup>/h per m<sup>2</sup> szűrőfelület között szokott lenni. A nedvesség-egyensúly általában rendkívül kritikus tényező (a gáz relatív nedvességtartalmának kb. 95 %-nak kell lennie, ám ennél több a kívánatos). Ezt egy elékapcsolt nedvesítő egység vagy gázmosó berendezés segítségével lehet szabályozni, biztosítani, időnként a szűrőanyag nedvesítésével kombinálva. A szűrőanyag relatív nedvességtartalmának 60 % alatt kell lennie, hogy el lehessen kerülni az összecsomósodást. A nedvesítő berendezést védeni kell a fagy ellen olyan környezetben, olyan területeken, ahol a hőmérséklet számottevően 0 °C alá csökkenése szóba jöhet.

Olyan alkalmazások esetében, ahol a meleg hulladékgáz-áramokat (>35 °C) kell lehűteni, ezt vagy levegővel való keveréssel, vagy egy gázmosó berendezés, vagy egy hőcserélő egység beiktatásával szokták megoldani. A nedves mosóberendezéseket szintén lehet előkezelő egységként alkalmazni arra a célra, hogy ily módon csökkenjen a túlzott mérvű részecske-tartalom, a szennyezőanyag által okozott terhelés és a bioszűrésre nem alkalmas szennyező anyagok mennyisége.

A hatékony szennyeződés-eltávolítást, pl. a szagok csökkentését lehetővé tevő tartózkodási idő a szennyezőanyag koncentrációjától függ. Durva irányelvként az mondható, hogy 30-45 másodpercnyi minimális tartózkodási időt kell célul kitűzni.

A bioszűrők anyagának és a folyamatban használt gépészeti megoldások anyagának olyan minőségűnek kell lennie, hogy védelmet nyújtson a korrózió ellen. Biztosítani kell azt is, hogy a vezetékekből a kondenzált vizet el lehessen távolítani.

**Alkalmazás:**

A bioszűrést egyaránt alkalmazzák a gyógyszergyártó iparban, a vegyiparban és a petrokémiai iparban, valamint a szennyvízkezelő telepeknél. Ez a szennyeződés-csökkentő technika eltávolítja a biológiailag könnyen lebontható komponenseket, mint például aminokat, szénhidrogéneket, hidrogén-szulfidot, toluolt, sztirolt és a bűzös szennyező anyagokat.

A bioszűrés jól alkalmazható vízben oldódó szennyező anyagok alacsony koncentrációja esetében is. Rendszerint nem használható azonban olyan szennyvizeknél, melyek sok különböző és/vagy változó szennyező anyagot tartalmaznak. Ezen kívül a metánt nem lehet csökkenteni vele, mivel a szükséges tartózkodási idő túl hosszú lenne a szokásos szűrő-méreték mellett.

**Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:**

Nyitott bioszűrők esetében a szűrőanyagot rendszeresen fel kell dolgozni, és időről időre el kell távolítani, meg kell semmisíteni. Mivel a bioszűrőn átvezetett illékony szerves anyagok (VOC) nem teljes egészében biológiailag lebonthatók, ezért előfordulhat, hogy a szűrőanyag olyan veszélyes szennyező anyagokból álló terhelést kap, amit hulladékként külön (égetéssel) kell megsemmisíteni. A csurgalékvíz olyan szerves maradékokat tartalmazhat, amelyeket szintén meg kell semmisíteni. A zárt bioszűrőknél rendszerint vissza szokták cirkuláltatni a csurgalékvizet.

– <b>Előnyei:</b>	– <b>Hátrányai:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>–Egyszerű szerkezet.</li> <li>–Adszorpcióval és abszorpcióval kombinálva, nehezen oldható komponensek esetében is alkalmazható.</li> <li>–A biológiailag lebontható vegyületek, pl. bűzös anyagok esetében jó hatásfok érhető el.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>–A kiszáritott tőzegeből és a komposztból álló szűrőágyat nehéz újranedvesíteni.</li> <li>–Viszonylag terjedelmes kialakítás.</li> <li>–A biomassza megmérgeződését és elsavanyodását el kell kerülni.</li> <li>–A gáz-áramban fellépő ingadozások nagy hatást gyakorolnak a teljesítményre.</li> <li>–A töltet érzékeny az összecsomósodásra, aminek oka a por.</li> <li>–A hulladékgáz csatorna-képzése is létrejöhet a szűrőágyban, ezáltal a bioszűrők hatékonysága csökken.</li> <li>–Mivel a bioszűrőn átvezetett VOC anyagok nem teljes egészében biológiailag lebonthatók, ezért előfordulhat, hogy a szűrőanyag olyan veszélyes szennyező anyagokból álló terhelést kap, amit hulladékként külön (égetéssel) kell megsemmisíteni.</li> </ul>

**Monitoring:**

A nedvesség-egyensúlyt gondosan tartani kell, mivel ez jelenti a kritikus faktort a bioszűrők pontos üzemeltetése során.

A hatékonyságot úgy lehet meghatározni, hogy megvizsgáljuk a belépő és a kilépő gázokat, a megfelelő módszer az eltávolítani vagy csökkenteni kívánt szennyező anyagoktól függ. A szűrőágyról származó csurgalékvíz pH-jának rendszeres vizsgálata is szükséges.

**Bio-gázmosás****Leírás:**

A bio-gázmosás a nedves gázmosást (abszorpciót) és a biológiai lebontást (a biodegradációt) egyesíti magában, a gázmosó víz tartalmazza azokat a mikroorganizmusokat, amelyek a gázban lévő káros komponensek oxidálására képesek, alkalmasak. A mikrobák a vízben vannak szuszpendálva. Ebből következik, hogy a bio-gázmosás alkalmazásához a következő feltételeket kell teljesíteni:

- fenn kell állnia azon lehetőségnek, hogy a hulladékgáz alkotórészeit (komponenseit) ki lehessen mosni,
- a kimosott alkotóknak biológiailag lebonthatóknak kell lenniük aerob körülmények mellett.

**Alkalmazás:**

A bio-gázmosást a gyógyszeriparban, a vegyiparban és a petrokémiai iparban ugyanúgy alkalmazzák, mint a szennyvízkezelő telepeknél. Ez a szennyeződéscsökkentő technika eltávolítja a biológiailag könnyen lebontható komponenseket, mint például ammóniát, aminokat, szénhidrogéneket, kénhidrogént, toluolt, sztirolt és a bűzös szennyező anyagokat. A bio-gázmosás jól alkalmazható olyan szennyező anyagok alacsony koncentrációi esetében is, melyek könnyen oldódnak vízben.

Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:

A bio-gázmosóban uralkodó biológiai aktivitás következtében a keringő vízben megemelkedik a sókoncentráció, ezért a vizet időről időre el kell távolítani, le kell eresztetni. Ezt a kibocsátott szennyvizet valamilyen más módon kell kezelni vagy megsemmisíteni.

**Előnyei:**

- Magas koncentrációkat is csökkenteni lehet alkalmazásával, a nagy hatásfokú mikrobiológiai átalakítás (konverzió) következtében.
- Szintén alkalmazható olyan vegyületek nagy koncentrációi esetében, melyek ként, klórt és/vagy nitrogént tartalmaznak.
- 

**Hátrányai:**

- Biomassza jön létre, amit hulladékként kell eltávolítani és megsemmisíteni, ez a biomassza képes elzárni, eltömíteni az utat a keringő víz esetében.
- A rosszul oldódó komponenseket bonyolultabb, nehezebb csökkenteni vagy eltávolítani.
- A gáz-áramban fellépő ingadozások (pl. a változó koncentrációk) nagy befolyást gyakorolnak a teljesítményre.
- A perkolált víz kezelést igényel.

**Monitoring:**

A hatékonyságot kémiai elemzéssel lehet megállapítani, vagy a belépő és a kilépő gázok szagának követésével lehet megbecsülni. A folyamat pH-jának az ellenőrzésére van szükség.

**Bio-csepegtetési módszer****Alkalmazás:**

A bio-csepegtetés alkalmazási területe a bio-gázmosókéhoz hasonlítható. Csak kis különbség található azon szennyező anyagok között, amelyeknél mind a kétféle kezelési eljárás alkalmazható.

**Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:**

A csepegtető egységben uralkodó biológiai aktivitás következtében a keringő vízben megemelkedik a só-koncentráció, ezért a vizet időről időre el kell távolítani, le kell eresztetni. Ezt a kibocsátott szennyvizet valamilyen más módon kell kezelni vagy megsemmisíteni.

**Előnyei:**

- Abszorbeált alkotórészek, komponensek biológiai lebontása (biodegradációja).
- Alkalmazható savanyító hatású komponensek (például ként, klórt és nitrogént tartalmazó anyagok) közepes koncentrációi mellett is.
- Kis pH-korrekciók lehetségesek.

**Hátrányai:**

- A belépő levegő-áram minőségében fellépő ingadozások nagy hatást gyakorolnak a hatékonyságra.
- A rosszul oldódó komponenseket bonyolultabb, nehezebb csökkenteni vagy eltávolítani.
- A toxikus és a magas koncentrációkat a savanyító hatású anyagok esetében el kell kerülni.

**Monitoring:**

A bio-csepegtető rendszer hatékonyságát a gáz-betáplálás és a kilépő koncentrációk határozzák meg. Az abszorbeáló víz összetételét az alábbi paraméterek folyamatos mérésével kell követni (monitorozni):

- pH,
- hőmérséklet,
- oxigén-koncentráció,
- vezetőképesség.

**Termikus oxidáció****Leírás:**

A termikus oxidáció a hulladékgáz-áramban lévő éghető gázok és bűzös anyagok oxidációjára szolgáló művelet, amelynek során a szennyező anyagok keverékét levegő vagy oxigén jelenlétében egy kemencében az öngyulladás pont fölötti hőmérsékletre hevítik, majd elegendő hosszú ideig magas hőmérsékleten tartják, hogy a széndioxidra és vízre való elégetés tökéletesen végbemenjen. Az idő, a hőmérséklet (kb. 200–400 °C az öngyulladás pont fölött), a turbulencia (ami a keveredéshez szükséges) és az oxigén rendelkezésre állása mind befolyást gyakorolnak az égetési művelet sebességére és hatásosságára.

A termikus oxidáló-berendezéseknek több típusa is van:

- Közvetlen termikus oxidáló berendezés, ami tartalmaz egy égetőkamrát, de nem tartozik hozzá hő-visszanyerő egység a hőnek a kibocsátott levegőből történő visszanyeréséhez.
- Regeneratív termikus oxidáló berendezés, ahol a következő lépések játszódnak le:
  - a kibocsátott gáz-áram a közös belépési ponton keresztül belép az oxidáló berendezésbe és áthalad egy pillangószelepen, aztán belép a regeneratív kamrába,
  - majd egy kerámiából készült hőcserélő-mátrixon keresztül halad át, ahol a gáz hőmérséklete közel az oxidáláshoz szükséges hőmérsékletre emelkedik,
  - ezután a gáz belép az égető-kamrába, ahol az égők kb. 800 °C hőmérsékletet tartanak, a felszabaduló hő csökkenti az égők üzemanyag-fogyasztását (vagy fűtőanyag-felhasználását),
  - ezt követően a gáz egy második kerámia hőcserélő mátrixon keresztül elhagyja az égető-kamrát, miközben hőenergiáját a következő ciklus előmelegítésére lehet felhasználni,
  - végezetül a tiszta gáz-áram kilép egy kimenő szelepen keresztül a rendszerből.

Az égetőtérben uralkodó, viszonylag magas hőmérsékletnek, a nagy levegő-feleslegnek és a láng kismérvű befolyásának köszönhetően csak kis mennyiségben keletkezik szénmonoxid és NO<sub>x</sub>.

**Alkalmazás:**

A termikus oxidáló berendezéseket arra használják, hogy segítségükkel csökkentsék az emissziót szinte minden olyan kibocsátó forrásnál, ahonnan illékony szerves anyagok (VOC) lépnek ki, ide sorolhatók a reaktorok kürtői és kéményei, a desztillációs berendezések kürtői, az oldószerrel végzett műveletek, valamint a kemencékben, szárítóknál végzett műveletek. Ezek a helyeken az áramlási sebesség terén fellépő kisebb ingadozásokat kezelni lehet, de a túl nagy fluktuációk lángkemencék alkalmazását igénylik. Ezeknek a berendezéseknek magas lehet az üzemanyag-fogyasztásuk (vagy fűtőanyag-felhasználásuk), ha kevés szennyező anyagot tartalmazó hulladékgázokkal táplálják őket, ezért a termikus berendezések leginkább kisebb műveleti alkalmazásokhoz felelnek meg, ahol az illékony szerves anyagok által okozott terhelés a mérsékelt, közepes és a nagy érték között van. Az ipari folyamatok széles körénél alkalmaznak termikus oxidáló berendezéseket a VOC okozta problémák kézbe tartására.

**Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:**

A széndioxid-emissziók mellett nyomokban szénmonoxid és NO<sub>x</sub> is előfordul a kilépő gázban, a nyers hulladékgáz összetételétől és a termikus oxidáló berendezés üzemeltetésétől függően. A szénmonoxid-tartalmat pl. egy megfelelő katalizátor alkalmazásával semmisítik meg; a lényegesebb NO<sub>x</sub>-mennyiségeknek esetlegesen további kezeléseken kell keresztülmenniük. A kén és a halogének jelenléte a füstgáz további kezelését követeli meg, pl. vizes vagy lúgos mosóberendezéseket kell beiktatni a hidrogén-halidok abszorválására, mész-oldat befecskendezésére lehet szükség a kéndioxid megkötésére, és GAC-vel végzett adszorpció szükséges a dioxin megsemmisítésére, ha a dioxin kombinálódását/rekombinálódását nem akadályozták meg az égetési művelet során. A szerves szilíciumvegyületek (organoszilikonok) jelenlétében nagymértékben diszpergált amorf szilícium-dioxid jöhet létre, amelynek a kiküszöbölése valamilyen alkalmas szűrési technikát igényel. A további gáz-kezelések során szennyvíz keletkezhet, amit szintén kezelni kell, pl. ülepitéssel vagy közömbösítéssel.

**Előnyei:**

- Nagy és állandó teljesítmény.
- Egyszerű alapelv.
- Megbízható üzemeltetés.
- A rekuperatív és a regeneratív oxidációs műveletek jó termikus hatásfokkal mennek végbe, ezért alacsonyabb üzemanyag-fogyasztással (vagy fűtőanyag-felhasználással) lehet számolni, miáltal a széndioxid-emisszió is kisebb lesz.
- A fejlődő hulladékhőnek vagy hulladékgőznek a műveletekbe történő beillesztésére lehetőség van.

**Hátrányai:**

- Szénmonoxid és *nitrogén-oxidok* emissziója jön létre.
- Fennáll a dioxin-képződés veszélye, ha *klórozott vegyületeket kell elégetni*.
- A ként és/vagy halidokat tartalmazó illékony szerves anyagok esetében a füstgáz kezelésére van szükség.
- Kiegészítő üzemanyag-fogyasztásra (vagy fűtőanyag-felhasználásra) van szükség, *legalább az indítási műveleteknél és akkor, ha az illékony szerves anyagok koncentrációja az öngyulladási pont alatt van.*

**Monitoring:**

A monitorozott paraméterek közül az alábbiak váltanak ki riasztást, ha az előre beállított értékeket túllépik:

- égetési hőmérséklet,
- az illékony szerves anyagok koncentrációja,
- a szénmonoxid koncentrációja,
- nyomás,
- cseppfolyósított gáz betáplálása,
- sűrített levegő betáplálása.

## Katalitikus oxidáció

### Leírás:

A katalitikus oxidáló berendezések működése nagyon hasonló a termikus oxidálókéhoz, azzal a lényeges különbséggel, hogy a gáz egy katalizátor-ágyon is átmegy. A katalizátor hatására megnövekszik az oxidációs reakció sebessége, ami viszont a termikus oxidáló berendezésekben alkalmazott reakció-hőmérsékleteknél alacsonyabb hőmérsékleten teszi lehetővé az átalakítást. Éppen ezért a katalizátorok következtében kisebb oxidáló berendezéseket lehet alkalmazni.

A hulladékgázt kisegítő égőkkel megközelítőleg 300-500 °C-ra kell felmelegíteni, mielőtt belépne a katalizátor-ágyhoz. A katalizátorról kilépő hőmérséklet maximális tervezési értékeként jellemzően 500–700 °C-ot szoktak megadni.

Katalizátor-mérgek vagy maszkírozó (működésképtelenné tevő) anyagok – például részecskék vagy reaktív vegyszerek - hulladékgáz-áramban való jelenléte lényeges hatást képes gyakorolni a katalizátor működési élettartamára. A működésképtelenné tevő anyagok által előidézett mérgezés reverzibilis is lehet, pl. ha a katalizátor felületét olajok vagy zsírok vonják be, ez csökkenti a hatékonyságát, de ezt a zavaró bevonatot a hőmérséklet megemelésével le lehet égetni. Ha azonban bizonyos vegyszerek vannak jelen, a katalizátor mérgeződése irreverzibilissé válik. Ilyen katalizátor-mérgek közé tartoznak például az alábbiak:

A gyors hatású inhibitorok, például foszfor, bizmut, arzén, antimon, ólom, higany, ezek a katalitikus aktivitás irreverzibilis elvesztését idézik elő, olyan sebességgel, ami a koncentrációtól és a hőmérséklettől függ.

- A lassú hatású inhibitorok, például a vas, ón, szilícium, szintén a katalitikus aktivitás irreverzibilis elvesztéséhez vezetnek, de a gyors hatású inhibitorokhoz képest nagyobb koncentrációkat lehet elviselni.
- A reverzibilis inhibitorok - például kén, a halogének, cink- esetében a katalizátortól függően az aktív felület reverzibilis bevonását hozzák létre, ennek a folyamatnak a sebessége a hőmérséklettől és a koncentrációktól függ.
- A felület-maszkírozók – ide sorolhatók a szilárd szerves anyagok – a katalizátor aktív felületének reverzibilis elzárását, bevonását hozzák létre.
- A felület-roncsoló anyagok és bizonyos maszkírozók (például a semleges részecskék) bevonatot alakítanak ki az aktív felületen, de emellett a katalizátort is elroncsolják, melynek a sebessége a részecske méretétől, a szemcse-terheléstől és a gáz áramlási sebességétől függ.

A használatban lévő katalitikus oxidáló berendezések típusai:

- közvetlen katalitikus oxidáló berendezések,
- regeneratív katalitikus oxidáló berendezések,
- rekuperatív katalitikus oxidáló berendezések.

### Alkalmazás:

A katalitikus oxidációt számos, állandó forrásból származó emisszió csökkentésére használják. A legfontosabb emisszió-forrást az oldószer-bepárlásból eredő illékony szerves anyagok jelentik, a katalitikus oxidációt ebben a kategóriában számos iparágon belül használják széles körben.

A katalitikus oxidáció olyan rendszereknél használható a legjobban, ahol kicsi a kibocsátás térfogata, valamint ahol kis ingadozások lépnek csak fel az illékony szerves anyagok típusát és koncentrációit illetően, továbbá ahol nincsenek jelen katalizátor-mérgek vagy másféle, a katalizátorok működését meggátló szennyező anyagok. A megsemmisíteni kívánt többi komponens közé tartozik a szénmonoxid, és – bizonyos fokig – a részecskék, bár ez utóbbiak esetében speciális üzemi készülékekre és berendezésekre van szükség.

**Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:**

A katalizátorok működési élettartama két év, esetleg több. Ezután regenerálni kell őket, vagy megsemmisítésükről kell gondoskodni, ami vegyszerként vagy akár veszélyes hulladékként történhet.

Ha az oxidált illékony szerves anyagok (VOC) ként és/vagy halogéneket tartalmaznak, további emissziókra lehet számítani a kéndioxid és/vagy a hidrogén-halidok következtében. Ezeket alkalmas eljárások segítségével meg kell semmisíteni.

**Előnyei:**

- Kompaktabb kivitel, mint a termikus oxidáló berendezések esetében.
- Alacsonyabb hőmérsékletre és kevesebb további üzemanyagra (vagy fűtőanyagra) van szükség, mint a termikus oxidáló berendezés esetében.
- Kevesebb NO<sub>x</sub> képződik, vagy egyáltalán nem is képződik NO<sub>x</sub> az alacsonyabb oxidációs hőmérséklet révén (kb. 20–30 %-a a termikus oxidáló berendezések esetében képződöttnek).
- A hulladékgáz-áramban *a katalizátor egyidejűleg megsemmisíti a szénmonoxidot (CO) is.*
- Magas, állandó és megbízható teljesítmény lehetséges.
- A rekuperatív és a regeneratív oxidáció magas termikus hatásfokot biztosít, melynek eredményeképpen alacsonyabb a kiegészítő fűtőanyag-fogyasztás, és alacsonyabb a széndioxid-emisszió is.
- A fejlődő hulladékhőnek vagy hulladékgőznek a műveletekbe történő beillesztésére lehetőség van.
- A szigetelési követelmények alacsonyak, vagy nincsenek.
- A termikus oxidáló berendezésekhez képest alacsonyabb a tűz kockázata.

**Hátrányai:**

- Az illékony szerves anyagok elroncsolása alacsonyabb hatékonysággal történik, mint *a termikus oxidáció folyamán.*
- A rendszer érzékeny a *gáz fűtőértékének* változásaira.
- Fennáll a dioxin-képződés veszélye, ha *klórozott vegyületek égetése történik.*
- Az összes katalizátor érzékeny a katalizátor-méregként ható anyagokra, a hatáscsökkentő hatású anyagokra és az aktivitás-elnyomó hatású vegyületekre.
- Gyakran a részecskéket kell először eltávolítani.
- A nem regenerálható jellegű használt katalizátorok megsemmisítéséről gondoskodni kell.
- Klórozott vegyületek égetésekor a keletkező sósav miatt korróziós veszély.

**Monitoring:**

Az égetési körülmények ellenőrzéséhez, nyomon követéséhez az ágy hőmérsékletét, az ágyon létrejövő nyomásesést, az égetési hőmérsékletet, valamint a kilépő gáz-áramban lévő szénmonoxid- és oxigén-tartalmat kell figyelemmel kísérni, monitorozni.

#### 4.1.6 Ajánlások

A következő két táblázatban a hulladékgáz-emissziók csökkentésére használatos technikákat foglaltuk össze.

Szagos, bűzös anyagok							
Szerves gázok vagy gőz-állapotú komponensek							
Szervetlen gázok vagy gőz-állapotú komponensek							
Szerves részecskék							
Szervetlen részecskék							
Nedves anyagok							
Száraz anyagok							
Technika							
Por-visszanyerés (kinyerés) és megsemmisítés, eltávolítás							
Leválasztók, elválasztók (szeparátorok)	X	X	X	X			
Ciklonok	X	X	X	X			
Nedves porleválasztó mosóberendezések	X	X	X	X			
Elektrosztatikus leválasztók, lecsapók	X	X	X	X	X	X	
Szövet-szűrők (valamint kerámia-szűrők)	X		X	X			
Kétlépcsős porszűrők	X		X	X			
Abszolút (HEAP) szűrők	X		X	X			
HEAF		X					
Köd-szűrők		X			X		
Gáz-visszanyerés							
Membrános elválasztók (membrán-szeparátorok)						X	
Kondenzátorok					X	X	
Kriokondenzációs berendezések					X	X	X
Adszorpciós berendezések					X	X	X
Nedves gázmosók (vízzel)	X	X	X	X	X	X	X
Nedves gázmosók (lúgos anyagokkal)	X	X	X	X	X	X	X
Nedves gázmosók (lúgos-oxidáló anyagokkal)	X	X	X	X			X
Nedves gázmosók (savas anyagokkal)	X	X	X	X	X	X	X
Gáz-megsemmisítés, gáz-eltávolítás							
Bio-szűrés					X	X	X
Bio-gázmosás					X	X	X
Bio-csepegtetés					X	X	X
Termikus oxidáció				X		X	X
Katalitikus oxidáció						X	X
Égetéssel történő gáz-kezelés							
Száraz lúg-befecskendezés					X		
Félszáraz lúg-befecskendezés					X		
Nedves mészbefecskendezés					X		

**A hulladékgáz-emissziók csökkentésére használatos technikák, eljárások kiválasztása az eltávolítandó szennyezőanyag függvényében**

Technika, eljárás	100 [Nm <sup>3</sup> /h]	1.000 [Nm <sup>3</sup> /h]	10.000 [Nm <sup>3</sup> /h]	100.000 [Nm <sup>3</sup> /h]
<b>Por-visszanyerés (kinyerés) és megsemmisítés, eltávolítás</b>				
Leválasztók, elválasztók (szeparátorok)	X	X	X	X
Ciklonok	X	X	X	X
Nedves porleválasztó mosóberendezések		X	X	X
Elektrosztatikus leválasztók, lecsapók (egylépcsős berendezések)			X	X
Szövet-szűrők	X	X	X	X
Kerámia-szűrők		X	X	X
Kétlépcsős porszűrők	X	X	X	
Abszolút (HEAP) szűrők		X	X	
HEAF	X	X		
Köd-szűrők	X	X	X	
<b>Gáz-visszanyerés</b>				
Membránszűrők				
Kondenzátorok	X	X	X	X
Kriokondenzációs berendezések	X	X		
Adszorpciós berendezések	X	X	X	X
Nedves gázmosók (vízzel)	X	X	X	X
Nedves gázmosók (lúgos anyagokkal)	X	X	X	X
<i>Nedves gázmosók (lúgos-oxidáló anyagokkal)</i>	X	X	X	X
Nedves gázmosók (savas anyagokkal)	X	X	X	X
<b>Gáz-megsemmisítés, gáz-eltávolítás</b>				
Bio-szűrés	X	X	X	X
Bio-gázmosás	X	X	X	X
Bio-csepegtetés	X	X	X	X
Termikus oxidáció		X	X	
Katalitikus oxidáció		X	X	
<b>A kilépő gáz égetéssel történő kezelése</b>				
Száraz lúg-befecskendezés			X	X
Félszáraz lúg-befecskendezés			X	X
Nedves mész-befecskendezés		X	X	X

**A hulladékgáz-emissziók csökkentésére használatos technikák, eljárások kiválasztása a hulladékgáz áramlási sebességének függvényében**

## 4.2 ZAJ ÉS REZGÉS

A dokumentum zajra vonatkozó fejezetein belül a „zaj” kifejezés „zaj és/vagy rezgés” jelentésű.

A környezeti zajforrásokat az alábbi főbb csoportokra lehet osztani:

**Ipari (üzemi) zajforrások**

Üzemi zajforrásokhoz tartoznak az ipari termelő és szolgáltató üzemek, beleértve a területükön mozgó járműveket, az épületek rendeltetésszerű használatát biztosító gépi berendezéseket (pl. kereskedelmi és lakossági szellőző- és klímaberendezések, transzformátorok stb.).

Közlekedési eredetű zajforrások, amelyek közvetlenül nem kapcsolhatók az ipari tevékenységhez.

A vízi és légi útvonalon, közúton, közlekedési területen mozgó gépjármű, várakozó-(parkoló) helyen, vasútvonalon, pályaudvaron, repülőtéren és egyéb fel/leszállóhelyen, kikötőben (együtt: közlekedési létesítményben) történő, a közlekedéssel közvetlenül összefüggő járműmozgás, járműműködtetés.

A környezetben kialakuló zajviszonyokat számos tényező határozza meg, elsősorban a zajforrás típusa és működési körülményei.

A létesítmények zajkibocsátásának megítélését az elhelyezkedésük jelentősen befolyásolja (pl. a telephely természetvédelmi területtel határos, a környezetben lakó és intézményi funkciójú épületek is vannak).

A 193/2001. (X.19.) sz. Kormányrendelet a létesítmények működésével kapcsolatban előírja, hogy törekedni kell „a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére” olyan technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások alkalmazásával, melyek megfelelnek a mindenkori elérhető legjobb technikának. A szennyezés meghatározása a következő: „olyan kibocsátás, mely káros az emberi egészségre és a környezet minőségére, zavarja az érzékszerveket, károsítja vagy megzavarja az életminőségét, vagy a környezet más természetű törvényes használatát”.

A BAT ezért gyakorlatilag majdnem teljesen megegyezik a zavaró zajhatásokkal foglalkozó vonatkozó rendelet által előírtakkal, mely megköveteli „a legcélszerűbb módszerek” alkalmazását a zajártalom létrejöttének megelőzésére vagy minimalizálására.

Zaj esetében „az emberi érzékelés tűréshatárát” általában, az ezzel kapcsolatos panaszok valószínűsége alapján lehet megítélni, néhány esetben azonban ennél nagyobb mértékben is lehetséges a zajhatás csökkentése, ésszerű költségráfordítás mellett, ilyen esetekben, kivételesen, ennek a csökkentett zajszintnek az elérését lehet a BAT-nak tekinteni.

Meglévő létesítmény esetén az engedélykérelmi dokumentációban ajánlatos az alábbi információkat megadni:

☞ Az IPPC hatálya alá tartozó minden egyes fő zaj- és rezgésforrás esetében:

- a forrás megnevezése és helye a telephely helyszínrajzán;
- folyamatos/időszakos üzemű, egy helyben lévő vagy mozgó;
- előfordulásának időtartama;

- fajtájának leírása (pl. kattogás, sivítés, sípolás, csikorgás, zúgás, dörrenés, csattanás, puffanás vagy tónusos);
- az adott zajforrás részesevé az összes zajkibocsátásban (csoportosítás: nagy, közepes vagy kicsi, adatok nélkül is lehetséges).

Általános „érzékelésbeli megközelítést” szükséges kialakítani annak eldöntésére, mely zajforrásokat kell számba venni. Egyik megközelítés szerint azokat, melyeknek káros környezeti hatásaik vannak: pl. zárt helyen kis zaj is képes munkahelyi kellemetlenségek okozni, de valószínűleg nem idéz elő környezeti problémát. Másrészt azonban egy nagy teljesítményű gyártóberendezés vagy több kisebb méretű berendezés, zárt építménybe elhelyezve is okozhat zajterhelést, pl. nyitott ajtó esetében. Nem szabad elfelejteni, hogy az a zajszint, ami nappal nem különösebben jelentős, éjjel zavaró lehet.

☞ Működési gyakoriságukkal kapcsolatban adatokat közölni az 1. pontban leírtak figyelembevételével minden olyan időszakosan működő zaj- és rezgésforrásról, melyek fent nem kerültek felsorolásra (időszakos/szezonjellegű működés, tisztító/karbantartó tevékenység, telephelyen belüli szállítás /gyűjtés /mozgatás vagy munkaidőn túli tevékenység, tartalék áramfejlesztők vagy szivattyúk és riasztóberendezések zaja);

☞ Meghatározni a legközelebbi zajártalomra érzékeny helyet (jellemzően lakóhelyek, parkok és közterek, iskolák, kórházak és kereskedelmi funkciójú épületek lehetnek, az ott folytatott tevékenységtől függően) és bármely más pontot vagy körülhatárolt területet, mellyel szemben a helyi önkormányzat vagy a lakosság társadalmi egyeztetés keretében feltételeket fogalmaz meg, ennek megfelelően:

(a) helyi környezetvédelem:

- pontos térkép vagy helyszínrajz biztosítása a térképhálózat vonatkozó kockájának kódját megadva, a zajnak kitett területek természete, távolsága és iránya a telep kerítésétől;

(b) egyéb, más telephelyhez kapcsolódó feltételek, határértékek (pl. elválasztó kerítés vagy egyéb védelem a legközelebbi zajra érzékeny hely szomszédságában):

- a helyi önkormányzat által előírt tervezésre vonatkozó feltételek (nappal/éjszaka);
- szerződésben előírt más feltételek, pl. üzemidő korlátozások, technológiára vonatkozó megkötések stb.;
- bármely más határozat követelményei;

(c) környezeti zaj:

- háttér zajszint, amennyiben ismert (nappal/éjszaka)  $L_A$  (egyenértékű A-hangnyomásszint);
- jellegzetes zajszint (nappal/éjszaka)  $L_A$ ; és/vagy
- környezeti zajszint (nappal/éjszaka)  $L_A$  és ha lehetséges;
- rezgési adatok, melyek kifejezhetők a vibrációs terheléssel ( $a_{w,M}$ )  $m/s^2$ -ben.
- Zaj az MSZ 18150-1:1998 "A környezeti zajjellemzők vizsgálata és értékelése" és az MSZ 13-111:1985 „Üzemek és építkezések zajkibocsátásának vizsgálata és a zajkibocsátási határérték meghatározása” szerint meghatározott. Rezgésre a megfelelő előírás az MSZ 18163-2:1998 „Rezgésmérés. Az emberre ható környezeti rezgések vizsgálata építményekben.” A "háttérzaj", a hangforrás egy meghatározott ideig (T) nem működő állapotában mért egyenértékű A hangnyomásszint átlaga. A „környezeti” zajszint az összes távoli és messzi zajforrás egyenértékű A hangnyomásszintjének kombinációja, a vizsgált forrást is beleértve. A „specifikus” zaj pedig a vizsgált zajforrás által kibocsátott és egy bizonyos meghatározott zajmérő ponton mért egyenértékű A hangnyomásszint. Mindkét

utóbbi értéket egy adott (T) időintervallumon belül átlagolják, a MSZ 18150-1:1998. írja elő a megfelelő referencia periódusokat.

☞ Részletes környezetvédelmi zajmérési tervet kidolgozni, modellezés útján vagy más módon történő zajmérési technikákkal, a telephely környezetvédelmi szempontból jelentős zajforrásainak hatását vizsgálva, mely az alábbiakat tartalmazza:

- a vizsgálat célja/összefüggései;
- a mérési pontok pontos helye;
- a vizsgált vagy azonosított forrás(ok);
- eredmények.

☞ A jellegzetes helyi problémákat feltárni és megoldási javaslatokat tenni.

☞ A jelenlegi és a javasolt helyzetet bemutatni, tekintetbe véve az alábbi eljárásokat vagy más olyat, ami az adott létesítménynél megfelelő lehet.

☞ Bemutatni, hogy a létesítmény/javaslat megfelel a BAT színvonalnak, illetve megindokolni az attól való eltéréseket, vagy alternatív intézkedéseket.

#### **A BAT elérése érdekében megteendő intézkedések**

- A kérelmező megfelelő intézkedéseket köteles hozni a zaj szabályozására, ide sorolva az üzem minden egységének és berendezésének helyes karbantartását, melyek állapotromlása előidézheti a zajszint emelkedését (pl. csapágyak, légtechnikai berendezések, épületszerkezeti részek karbantartása) csakúgy, mint jellemző zajcsillapító intézkedések megtételét, az üzemi szerelvényekre és gépekre vonatkozóan.
- A kérelmezőnek olyan zajvédelmi technikákat kell alkalmaznia, amelyekkel biztosítható, hogy a létesítmény zajszintje nem haladja meg a zavarásnak a jogalkotó által előírt észszerű szintjét. Különösen indokolni kell, ha bármelyik, a létesítményből származó zajszint ( $L_{Aeq}$ ) meghaladja a háttérzaj szintjét ( $L_{Aeq}$ ). A zaj és rezgés tekintetében viszonyításul szolgáló határértékek a 8/2002. (III.22.) KöM-EüM rendeletben találhatóak.
- Zajjal kapcsolatos felmérés, mérés, vizsgálat (mely tartalmazhatja az üzem minden különálló egységére vonatkozó hangerőszint értékelést) vagy modellezés a zaj fajtájától függően szükségessé válhat, bármely új vagy üzemelő létesítmény esetében. A vállalatirányítási rendszer részeként a kérelmező rendelkezhet zajkezelési tervvel.
- Nehéz munkagépek, szellőztető gépházak, motorok/kapcsolószerkezetek és kompresszorok. Számos művelet természetéből adódóan zajjal jár és általában zárt helyiségben történik. Ahol a hangszigetelés környezetvédelmi szempontból nem kielégítő, az épületszerkezet és az ajtók akusztikai igényeknek megfelelő módosítására van szükség. Jó gyakorlati megoldás rezgés-csillapító talpazat és tömör alapzat beépítése. A kompresszorokat rendszerint szigetelőházzal együtt szerelik, mely kimondottan hangszigetelésre tervezett. Másrészt megoldás lehet egyes esetekben kevésbé zajos gépek alkalmazása, de ahol ez nem megvalósítható, ott zajcsillapító eljárásokat kell betervezni, mint pl. a széles- hullámsávú hangelnyelőket. A berendezések hűtéséről gondoskodni kell.
- Légtechnikai berendezések, elsősorban kéményes elszívó készülékek, szívó- és fűvőventilátorok, levegőbetápláló és keringtető egységek. Új létesítmények esetében elhelyezésük gondos tervezést igényel, és ahol arra környezetvédelmi szempontból igény van, ott kimeneti nyílásukat hangtompítóval/zajszűrővel kell ellátni.

Telephelyen belüli anyagmozgatás: A telephelyen belül a nyersanyagok és késztermékek szállítása technológiailag kapcsolódó tevékenység. A legfontosabb szempont, hogy az úthálózat alaprajza minimalizálja az irányváltoztatások szükségességét és a járműforgalom olyan útvonalon/területen bonyolódjon, ahol az épületek védik a meglévő, vagy jövőbeni

potenciális zajérzékeny helyeket. Ha folyamatos forgalomélénkülésből adódó probléma áll elő, üzemelésre vonatkozó időkorlátokat kell alkalmazni.

Jelentős módosítás esetén kötelező, egyébként javasolt időszakosan zaj- és rezgésfelméréseket készíttetni.

Főként komplex vegyipari létesítmények esetén különösen javasolt az ún. zajtérkép készítése. A zajtérkép segítségével, a számítógépes szimuláció révén előre és pontosabban tervezhető a zajforrásokból származó kibocsátások, zajterhelések mértéke, nagysága, terjedés stb., illetve már meglévő zajforrások esetén a zajvédelmi létesítmények ún. zajvédő fal, tokozás stb. hatása. (Ld. a 280/2004. (X.20.) Korm.rendeletet a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről, valamint a 25/2004. (XII.20.) Korm.rendeletet a stratégiai zajtérképezés... részletes szabályairól.)

Különbséget kell tenni az újonnan létesülő és a már meglévő zajforrások között. Az új zajforrásokra/technológiákra lényegesen szigorúbb előírások vonatkozhatnak. Ugyanis amennyiben a térségben már vannak működő zajforrások, amelyek működésekor a létesítmény zajkibocsátása éppen megfelel az előírásoknak vagy azt túllépi, akkor az újonnan létesítendő zajforrás/technológia kibocsátását határérték mínusz 10 dB(A) értékkel kell tervezni ahhoz, hogy a zajkibocsátási határérték betartható legyen. A magyar előírások szerint ipari létesítmény nem okozhat a megengedettnél nagyobb zajterhelést, így bővítés vagy technológiaváltás stb. révén az új zajkibocsátás túllépés esetén tehát vagy az eredetinel kisebb, vagy a 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM rendeletben meghatározott megengedhető értékű lehet. Amennyiben továbbra is túllépés áll fent, további intézkedések megtétele szükséges.

Új létesítmény esetén a következőkre kell hangsúlyt fektetni, valamint ajánlatos az engedélykérelmi dokumentációban az alábbi információkat megadni:

A hangsúlyt a megelőzésre helyezni. A műszaki tervezés folyamán lehet ugyanis viszonylag kisebb költséggel – esetenként éppen többletköltség nélkül – megfelelő mértékű zaj- és rezgéscsökkentést elérni.

Már a tervezési szakaszban figyelembe kell venni az épület zajcsökkentő elrendezését/tájolását, a forrásokhoz való közelséget stb.

Gondoskodni kell a zaj keletkezésének/terjedésének megelőzéséről megfelelő alapozás/tájolás, zajvédelmi falak építése, zajvédelmi fülkék alkalmazása, zajforrások tokozása, védőerdősáv, stb. alkalmazása révén.

Alacsony zaj- és rezgésszintű berendezéseket kell választani, illetve olyan konstrukciókat kell alkalmazni, melyek meggátolják a zaj- és rezgés terjedését az épületszerkezetekben.

Az üzem tervezésekor akusztikai szakember bevonása javasolt, akivel az elhelyezés, az épületszerkezet kialakítása, a tokozás, és egyéb kérdésekben konzultálni célszerű.

A tervezett létesítmény minden jelentős zajforrására vonatkozóan megadni az alábbi információkat:

- a forrás megnevezése és helye a telephely helyszínrajzán;
- folyamatos/időszakos üzemű, egy helyben lévő vagy mozgó;
- előfordulásának időtartama;

- fajtájának leírása (pl. kattogás, sivítás, sípolás, csikorgás, zúgás, dörrenés, csattanás, puffanás vagy tónusos);
- az adott zajforrás részesevé az összes zajkibocsátásban (csoportosítás: nagy, közepes vagy kicsi, adatok nélkül is lehetséges),
- a telephelyre tervezett épületekre vonatkozóan:
  - a tervezett épületek méretei, a homlokzati- és tetőszerkezetek felépítése
  - az épületekben illetve az épületek külső felszínén elhelyezett zajforrások megnevezését,
- a szállításra vonatkozóan:
  - az anyagmozgatás módját, eszközeit, útvonalát
  - a szállítójárművek jellemző adatait, előfordulásának gyakoriságát, a rakodás helyét, és időpontját (csak nappalra korlátozva/éjjel is).

Ezek az adatok a létesítmény környezeti zajkibocsátásának tervezési adatai.

Ha a számítások az új létesítmény tervezésekor azt mutatják, hogy a zajterhelési követelményértékek betartása csak nagyobb távolságban biztosítható ésszerű gazdasági ráfordítással, akkor zajgátló védőterületek kijelölése indokolt a létesítmény környezetében. A zajgátló övezet nagyságát az ésszerű zajcsökkentési ráfordítások alapján úgy kell meghatározni, hogy a zajgátló övezet határán a létesítmény zajkibocsátása a szükséges mértékre csökkenthető legyen.

**A zaj- és rezgés csökkentés lehetőségei**

Nemcsak az üzemek, technológiák tervezésekor, hanem a rekonstrukciók, új beruházások, jelentős változtatások esetén is lehetőség van figyelembe venni a zajcsökkentési lehetőségeket mind a környezet-, mind a munkavédelemre tekintettel.

Új berendezések, létesítmények telepítésénél fontos szempont legyen a környezeti zajhatárértékek betartása.

A meglévő létesítmények zajcsökkentését fokozatosan, hosszabb idő alatt lehet megoldani.

A 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet - a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról - lehetővé teszi az egyedi zajkibocsátási határértékek előírását.

A kialakuló zajviszonyokat számos tényező határozza meg, de elsősorban a zajforrás típusa és működési körülményei a döntők.

A zajcsökkentés során vizsgálni kell az alábbi eljárások alkalmazhatóságát:

- a kisugárzott zajteljesítmény csökkentése a gép, berendezés konstrukciós kialakításának, vagy a technológia változásának segítségével,
- a zajterjedési viszonyok megváltoztatása (tokozás, zajvédő ernyők felállítása, teremakusztikai viszonyok módosítása),
- az embert érő zajterhelés csökkentése (pl. munkahelyen egyéni zajvédő eszközök alkalmazása, épületekben nyílászárók hanggátlásának növelése).

A zajcsökkentés legfontosabb lépése a mértékadó zajforrások lokalizálása és a keletkezési mechanizmusok meghatározása.

Célszerű a lehangosabb (átlag+ 8-10 dB) gépekre/berendezésekre koncentrálni és ezek zajcsökkentési lehetőségeivel foglalkozni.

Meglévő üzemek esetében figyelembe kell venni, hogy milyen utólagos zajvédelmi berendezések beépítése lehetséges.

A zajcsökkentési munkák az épületszerkezetekre, a szabadban és az épületeken belül működő gépekre, berendezésekre is terjedjenek ki.

A leggyakrabban előforduló zajcsökkentési eljárások a következők:

<b>Tokozás, részleges tokozás</b>	
<b>Alkalmazás</b> Tokozás alkalmazható, ha a zajforrás által kisugárzott hangteljesítmény egyáltalán nem, vagy nem kellő mértékben csökkenthető. Tokozáskor a zajforrást nagy hanggátlású elemekből készített burkolattal veszik körül.	
<b>Módszer</b> Minél teljesebb körű zárásra kell törekedni, mert a rések, nyílások jelentős mértékben ronthatják a tok zajcsökkentő hatását. Ennek érdekében ügyelni kell a tok részeinek gondos illesztésére, a zajforrás működéséhez szükséges nyílások (pl. szellőzés, anyagmozgatás) megfelelő és hatékony lezárására (pl. gumifüggöny, kulisszas szellőzőnyílás). A tok által bezárt térben –a tok nélküli állapothoz képest– zajszint-növekedéssel kell számolni, ezért a tok belső felületét a kisugárzott teljesítmény spektrumához kell méretezni.	
<b>Előnyök</b>	<b>Hátrányok</b>
– A tokozás hatása a zajforráshoz közel is érvényesül, tehát a dolgozókat érő zajterhelést csökkenti.	– A tok hatékonyságát rontja pl. a tok és a zajforrás (gép) merev kapcsolata, a hézagok, nyílások hatása (melyek ellensúlyozhatók gondos kezeléssel, kivitelezéssel –hézagtömítés– stb.).

<b>Zajárnyékoló fal</b>	
<b>Alkalmazás</b> Zajárnyékoló falakat célszerű alkalmazni, ha nincs nagy zajcsökkentési igény és viszonylag egyszerű, kis(ebb) költségű megoldás alkalmazása szükséges. A zajárnyékoló falak, zajernyők (paravánok, hanggátak, zajvédő fülkék) a zajforrás elől „eltakarják”, árnyékolják a védendő objektumot.	
<b>Módszer</b> Az egy síkban elhelyezett nagy felületű szerkezethez képest jobb eredmény érhető el a spanyolfalszerűen kialakított árnyékolással. Helyiségek belsejében többszörösre növelhető a zajcsökkentő hatás a mennyezetre helyezett hangelnyelő elemek segítségével. A zajforrás felőli oldalon –a reflexió miatt– hangnyomásszint-növekedéssel kell számolni, ezért a szerkezetek „belső” oldalát hangelnyelővé kell kialakítani.	
<b>Előnyök</b>	<b>Hátrányok</b>
– Mind a szabad térben, mind zárt térben egyaránt alkalmazhatók.	– Hangelnyelő burkolattal 3-6 dB zajcsillapítás érhető el zárt térben. Környezeti zaj csökkentésére –költségeit is figyelembe véve– csak korlátozottan alkalmazható.

<b>Hanggátló szerkezetek</b>
<b>Alkalmazás</b> Hanggátló szerkezetek a csendes és zajos terek elválasztására alkalmasak. A környezeti zajvédelemben az épületekben elhelyezett zajforrások hatásának csökkentésére alkalmazhatók.

<b>Módszer</b>	
A tömeg növelésével, többrétegű szerkezet kialakításával, a rétegek közötti légrés növelésével stb. fokozható a szerkezet hanggátlása.	
<b>Előnyök</b>	<b>Hátrányok</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kevesebb zaj jut ki a szabadba.</li> <li>– Nem igényel utólagos zajcsökkentést.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A kivitelezési hibák, elsősorban a rések és többrétegű szerkezetek rétegei közt merev kapcsolatot létesítő ún. hanghidak nagyon lerontják a szerkezetek hanggátlását.</li> </ul>

**Mechanikai eredetű zajok** csökkentésére alkalmazható, pl.:

- a gerjesztő erők csökkentése a megfelelő üzemmód beállításával,
- más működési elv választása (pl. mechanikus helyett hidraulikus),
- a gerjesztés időbeli lefolyásának befolyásolása.

**Az áramlási zajok** csökkentésének alapelvei:

- nagy áramlási zajú helyett kis zajú működtetés biztosítása (pl. sűrített levegős hajtás helyett villamos hajtás),
- zajszegény áramlástechnikai működés megválasztása (pl. többfokozatú nyomáscsökkentés egyfokozatú helyett),
- akusztikailag optimális üzemelési körülmények kiválasztása,
- a rendszer építőelemeinek akusztikailag optimális elrendezése,
- kisebb áramlási sebesség megválasztása (pl. ventilátorok kisebb fordulatszámmal és nagyobb átmérővel),
- turbulenciák elkerülése (pl. az alkatrészek áramlástechnikailag legmegfelelőbb kiképzése),
- nagymértékű és helyi nyomásváltozások elkerülése (pl. többfokozatú nyomáskiegyenlítés).

**Zajcsökkentési lehetőségek** gépek esetében, pl.:

- tokozás,
- hangelnyelő burkolás,
- rezgéscsökkentő bevonat,
- alacsony fordulatszám,
- gépalapozás (pl. transzformátorok esetében),
- rugalmas csöktetés (a testhangok terjedésének megakadályozásához),
- ventilátorok lapátélének lekerekítése, ventilátorok kiegyenlítése,
- kürtőknél merevítőborda alkalmazása,
- kompresszor megfelelő méretezése,
- megfelelő műszaki karbantartás.

További zajcsökkentő megoldások:

- kompresszorok kompresszorházba helyezése,
- nyílászárók cseréje,
- légtechnikai megoldások, pl. ventilátor és elszívó leárnyékolása, kidobó kürtő átalakítása

Munkavédelem szempontjából:

- munkások ellátása egyéni zajvédő eszközökkel (fülvédő tok),
- adott esetben a munkaidő korlátozása (pl. 4 órára).

A gyógyszergyártás zajkibocsátása jellemzően két tevékenységi körből származik, egyrészt a technológiai gépek, berendezések működéséből, másrészt a gyártáshoz kapcsolódó alapanyag-, termék- és hulladékszállítási tevékenységből.

Az alábbi technológiai gépek, berendezések működéséből származhatnak zaj- és rezgés hatások:

- kompresszorok,
- transzformátorok,
- légtechnikai berendezések (pl. elszívó, ventilátor),
- kazánok,
- szivattyúk,
- keverő vagy keringtető berendezések,
- levegőtisztaság-védelemhez kapcsolódó berendezések (pl. mosók),
- raktározás, csomagolás,
- szállító berendezések (szállítószalagok stb.),
- rakodás (mely lehet kézi és gépi),
- stb.

A gyógyszeralapanyag-előállító üzemek nagyszámú elszívó- és szellőző berendezést (pl. ventilátor) alkalmaznak. A zajcsökkentés szempontjából jelentős e berendezések:

- megfelelő helyre történő telepítése,
- rendszeres karbantartása,
- szükség esetén és/vagy adandó alkalommal típuscseréje.

További zajcsökkentési megoldások:

- hőcserélők, kompresszorok, kazánok, hűtők stb. kevésbé zajosra cserélése;
- kompresszor megfelelő zajgátlású épületbe telepítése;
- ventilátorok tokozása /vagy zajgátló házzal való körbevétele, zajcsökkentett típusokra történő cseréje
- stb.

A gyártáshoz kapcsolódó alapanyag-, termék- és hulladékszállítási tevékenységből származó zaj-és rezgés hatások például a megfelelő szállítási útvonal (közút helyett vasút), szállítási időpont (éjszakai szállítások korlátozása) megválasztásával csökkenthetők.

## 4.3 VÍZSZENNYEZŐ ANYAGOK

### 4.3.1 Emisszió-források

A gyógyszergyártók a folyamatokhoz és műveletekhez vizet használnak fel, csakúgy, mint másféle, nem a gyártási folyamatokkal összefüggő célokra. Azonban a felhasználással és a kibocsátással összefüggő gyakorlat, valamint a szennyvíz jellemzői, sajátosságai az egyes üzemekben kifejtett tevékenységektől, műveletektől függően változnak. Ezenkívül – bizonyos esetekben – a kémiai reakció részeként is keletkezhet víz.

A műveleti vizek közé tartozik minden olyan víz, ami a gyártás vagy a feldolgozás folyamán közvetlen kapcsolatba kerül valamelyik nyersanyaggal vagy valamelyik intermedier anyagnak, készterméknek, mellékterméknek vagy hulladéknak a gyártásával ill. keletkezésével, vagy pedig ezeknek a használatából és felhasználásából, vagy alkalmazásából származik. A műveleti szennyvizek közé tartozik az a víz, amit egy reakció folyamán használtak fel vagy ami valamely reakcióban képződött, továbbá az a víz, amit a folyamatokban és műveletekben alkalmaztak a berendezések és a padozat tisztítására, valamint a szivattyúk vízzárainak vizei.

A nem műveleti szennyvizek közé sorolhatók a gyártással közvetlen kapcsolatba nem kerülő hűtővizek (pl. a hőcserélőkben alkalmazott vizek), a műveletekkel közvetlen kapcsolatba nem kerülő segédvizek (például a kazánok lefűtatása vagy a palackmosás során használt vizek), a kommunális szennyvizek, valamint a más forrásokból származó szennyvizek (például a zivatarok csapadékvizei).

Kvalitatív szempontból nézve, a gyógyszeriparból származó szennyvizek többsége általában nem közvetlenül a vegyi reakciólépésekből keletkezik. Bár közvetlenül kémiai reakciókból is jöhet létre szennyvíz, például kondenzvíz vagy reakció-víz, rendszerint ennél sokkal nagyobb mennyiségű a szintézis-elegyek rákövetkező fizikai-kémiai feldolgozásának eredményeképpen létrejött vízkibocsátás. Az egyes szintézisekből vagy az egyes szintézis-szakaszokból származó termékeket és/vagy közbenső (intermedier) termékeket olyan műveletekkel szokták elválasztani és megtisztítani, mint például a vizes reakció-oldatok szűrése és centrifugálása, vagy ezeknek a termékeknek és/vagy intermediereknek a reakció-elegyek feldolgozását olyan műveletekkel végzik, mint az extrakció vagy a desztilláció.

A kémiai szintézisekkel közvetlenül kapcsolatban álló szennyvíz-áramok – az úgynevezett „műveleti vizek” – például a következők lehetnek:

- anyalúgok,
- a termékek tisztításából származó mosóvizek,
- pára-kondenzátumok,
- a hirtelen hűtéshez használt vizek (kvencsvíz),
- a kibocsátott levegőből vagy a füstgázok tisztításából származó szennyvizek,
- a berendezések tisztításából származó szennyvizek,
- a vákuum előállításánál létrejött szennyvizek.

A gyártási helyszín másféle, mellékesen keletkezett szennyvíz-áramai közé tartoznak például a következők:

- az égetésből származó kibocsátott gázok mosási műveletei,
- a használati vizek kondicionálása,
- a kazántápláló vízrendszerek lefűtatásai,

- a hűtési körfolyamatok leiszapolásai,
- a szűrők visszamosatásai,
- a laboratóriumi és kísérleti üzemi folyamatok és műveletek,
- a műhelyek tevékenységei,
- az összegyűjtött kommunális eredetű szennyvizek,
- a szennyezett területekről származó, összegyűjtött csapadékvizek,
- a talajfeltöltések kilúgozott vizei.

Ezek mind-mind hozzájárulnak az átlagos vízszennyezéshez. Így tehát a szennyvizek általában szinte minden olyan vegyületet tartalmaznak, amely a reakciók folyamán jelen vannak vagy létrejönnek, ilyenek például az alábbiak:

- el nem reagált kiindulási anyagok,
- gyártási maradékok,
- egyéb vegyületek és segédanyagok, addig a mértékig, amelyek nem nyerhetők vissza a vizes kibocsátásokból,
- közbenső (intermedier) vegyületek,
- nem kívánt melléktermékek.

A műveleti szennyvizek többsége (70–90 %-a) alacsony szennyezettségi szintet képviselő másodlagos víz-áramokból áll, ilyenek például az alábbiak:

- tisztító vizek,
- vákuum előállítása során keletkezett szennyvizek,
- a kibocsátott levegő tisztításából származó mosóvizek,
- bizonyos berendezésekből, pl. termék-szivattyúkból származó szennyvizek.

A fennmaradó 10-30 % mennyiségét másodlagos víz-áramok (mint például anyalúgok, kezdeti vizes leeresztések és kibocsátások, tisztítási körfolyamatok leiszapolásai és lefűvátásai, valamint gőz-kondenzátumok) alkotják.

Ha a szennyezés által okozott terhelést tekintjük, az arány fordított. Az erősebben koncentrált másodlagos szennyvíz-áramok (az összes szennyvíz 10–30 %-a) általában a lényegesebb szennyezőanyagok akár 90 %-át is tartalmazhatják.

#### 4.3.2 A szennyezőanyagok típusai

A gyógyszergyártás területén működő termelő cégeknél olyan szennyvizek jönnek létre a folyamatok során, melyek számos hagyományos szennyező paraméter (pl. BOI, SSA és pH) mellett más vegyi alkotókat is tartalmaznak. A leggyakrabban használt vegyületek:

- metilalkohol,
- etilalkohol,
- aceton,
- izopropil-alkohol,
- ecetsav,
- metilén-klorid,
- hangyasav,
- ammónium-hidroxid,

- N,N-dimetil-acetamid,
- toluol.

A szerves szennyező anyagok és más segédanyagok képezik rendszerint azon szerves szennyeződések túlnyomó többségét, melyek a szennyvízkezelő berendezéseket az emissziók révén terhelik. Másrészt viszont éppen a melléktermékek és a kiindulási vegyületek azok, melyek gyakran felelőssé tehetők a szennyvíz összes terhelésének biológiailag rosszul lebontható részéért.

A bonyolult összetételű szennyvíz-áramok szennyezőanyagainak következményeit azonban nem adja vissza kielégítően az általuk előidézett terhelés vagy koncentrációjuk nagysága. A veszélyes és mérgező hatású szennyező anyagoknak a kimutathatósági határhoz közel fekvő koncentrációi által kiváltott hatás például jelentős lehet, ellentétben nem-toxikus anyagok magas koncentrációinak hatásával. Tehát a vegyipari gyártóhelyekről származó szennyvizek akár toxikus hatásokat is mutathatnak. Hasonlóképpen, különböző egyedi kifolyásokból érkező olyan szennyvíz-áramok esetében, melyek önmagukban nem rendelkeznek toxikus hatásokkal, szinergikus hatásokat lehet tapasztalni, amikor ezek –akár a szennyvíz-rendszerben, akár a befogadó vizekben– összekeverednek egymással.

A szennyvizeket és a környezetre gyakorolt hatásaikat rendszerint az alábbiakkal szokták jellemezni:

- A szennyező anyagok mennyisége és emissziója, amit vagy terhelésként, és/vagy az egyes anyagok (például az  $\text{NH}_4^+$ -ionok,  $\text{NO}_3^-$ -ionok,  $\text{NO}_2^-$ -ionok,  $\text{PO}_4^{3-}$ -ionok) koncentrációjaként fejeznek ki, a nehézfémek mindegyike, a szerves savak és sók, olaj,
- A befogadó vizekre gyakorolt hatás, és/vagy veszélyeztetési potenciál, amit olyan helyettesítő vagy összegző paraméterekkel fejeznek ki, mint az összes szuszpendált szilárd anyag (SSA v. TSS), biológiai oxigén igény (BOI), kémiai oxigénigény (KOI v. COD), AOX/EOX, VOC, pH, vezetőképesség és hőmérséklet,
- A befogadó vizekben található szervezetekre gyakorolt hatás, melyet toxicitási adatokként fejeznek ki, például akut toxicitás, krónikus toxicitás, vagy mutagenitási tulajdonságokkal (például hidraulikus terheléssel) adnak meg.

#### 4.3.3 Eljárások, technikák

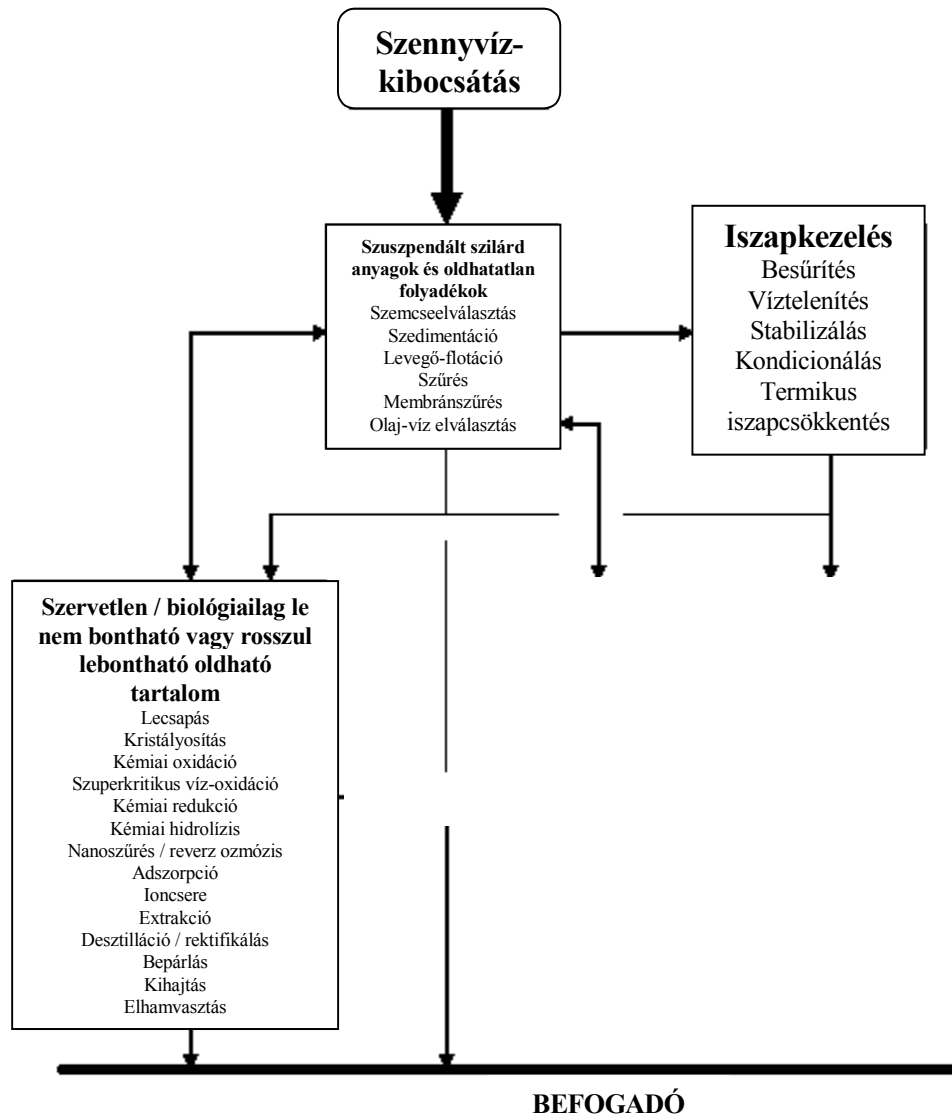
Ahhoz, hogy logikai sorrendet alakíthassunk ki a kezelési eljárások és technikák leírásában, figyelembe kell vennünk a szennyezőanyag és a neki megfelelő tipikus kezelési technológia között fennálló kapcsolatot.

A szennyvizek és a csapadékvizek kezelésében az első lépés – ami gyakran az utolsó is – a szuszpendált szilárd anyagok és a (víz szempontjából nézve) nem elegyedő folyadékok elválasztása és kiválasztása a fő víz-áramból. A szeparációs vagy tisztítási-derítési technikák a következők:

- gravitációs szeparáció (elválasztás),
- levegővel végzett lebegtetés (flotáció),
- szűrés (filtrálás).

Ezeket a legtöbbször más műveletekkel kombinálva alkalmazzák, akár első derítési lépésként, akár a végső derítési lépésben. Ha első lépésben történik használatuk, akkor más kezelő

berendezéseknek a károsodásoktól, eltömődésektől vagy szilárd anyagok által okozott eliszaposodásától való megóvása érdekében használják. Ha utolsó lépésként alkalmazzák őket, akkor a megelőző kezelési folyamat vagy művelet folyamán képződött szilárd anyagokat távolítják el segítségével, vagy a további biológiai kezelések előtt az olaj eltávolítására használják őket. Gyakran szerepelnek olyan kezelési technikákat követően, melyeket oldható szennyező anyagok szilárd szennyeződéssé alakítására alkalmaztak.



### A szennyvízkezelésben alkalmazott eljárások és technikák, a szennyező anyagok típusának függvényében

A szilárd anyagoktól mentes szennyvizet szét lehet választani biológiailag lebontható és le nem bontható részre, vagy a biológiailag le nem bontható részre külön lehet választani a további kezelése előtt. A biológiai úton le nem bontható szennyvíz-részre vonatkozó kezelési technikák fizikai és/vagy kémiai műveleteken alapulnak, mint például az alábbiak:

- lecsapás / ülepítés (szedimentáció) / szűrés (filtrálás),
- kristályosítás,
- kémiai reakciók,
- membránszűrés (nanoszűrés és reverz ozmózis),

- adszorpció,
- ioncsere,
- extrakció,
- desztilláció / rektifikálás,
- bepárlás,
- sztrippelés,
- égetés.

Az alkalmas kezelést követően a szennyvíz-áramot vagy be lehet bocsátani valamely befogadóba, vagy egy rákövetkező központi biológiai szennyvíztisztító telepre, vagy egy szennyvíztisztító telepre.

Számos szennyvízkezelési technika követeli meg – vagy választható módon alkalmazza – kezelési segédanyagok használatát, ezek a legtöbb esetben vegyszerek, vagy a kezelő közeg (vagy berendezés) regenerálást igényelhet, amelynek során vegyi anyagok felszabadulása következhet be. Ezek a segédanyagok vagy műveleti lépések olyan szennyezést idézhetnek elő, általában a helyi körülményektől függően, melyeket tekintetbe kell venni valamely kezelési technika alkalmazásának mérlegelése során. Így tehát speciális esetekben szükség lehet a kezelési segédanyagok és a regeneráló berendezésből felszabaduló vegyi anyagok megbecslésére, és sorsuk nyomon követésére az egész folyamat és művelet alatt.

Szinte minden szennyvízkezelési technikában van egy közös dolog: a folyamatok alatt szilárd anyagok keletkeznek, ami lehetővé teszi, hogy a szennyező anyagokat ki tudjuk választani a vizes közegből, ilyen például a létrejövő eleveniszap, vagy a szűrési és ülepitési műveletekből származó leszűrt vagy leülepitett maradékok. Ha az iszapot nem forgatják vissza a folyamatba, akkor el kell távolítani – azaz külső kezelésre és megsemmisítésre kell bocsátani – őket, vagy a helyszínen kezelni kell őket.

Izszapkezelésre például a következő technikákat használják:

- besűrítés,
- víztelenítés,
- stabilizálás,
- kondicionálás,
- termikus iszapcsökkentés.

#### *4.3.3.1 Nem oldódó szennyező anyagok / mechanikai elválasztás*

A vegyipari szennyvizek oldhatatlan-anyag tartalma semleges (inert, közömbös) anyagokból állhat, például az esővíz-elvezető csatornákból származó por vagy homok (ami ballaszt-anyagként is előfordulhat az olyan nyersanyagokban, mint a mész). De lehetnek benne olyan veszélyes anyagok is, például nehézfémek és vegyületeik, melyek a megelőző kezelési folyamatok alatt a lecsapási műveletekből származnak, vagy a katalizátorokat alkalmazó termelési folyamatok során keletkeznek. Másrészt viszont az oldhatatlan szennyező anyagoknak nem feltétlenül kell szilárd részecskének lenniük. A vízzel nem elegyedő folyadékok, mint például olaj, vagy olajos konzisztenciájú anyagok, zsírok és kolloidok is ebbe a kategóriába tartoznak. Az oldhatatlan szennyező anyagokat tartalmazó szennyvizek esetében rendszerint meg kell ezektől szabadulni, ami az alábbiakban leírt elválasztási műveletekkel történhet.

## Szilárd anyagok szemcse szeparálása

### Leírás:

A rácsok segítségével történő elválasztás a homok eltávolítására szolgál az esővizekből. Erre a célra rácsos kamrákat (rácskamrákat) használnak, mivel ellenkező esetben a homok kényelmetlen helyeken is le tudna rakódni, megzavarva ezzel a kezelési műveleteket, emellett ez a szivattyúk gyors kopásához is vezetne.

A rácskamrák a szennyvízkezelő telepek részét képezik, és általában az áramlás irányában közvetlenül a hordalékfogó rács után helyezkednek el. Durva anyagok és a szálalós anyagok elleni védelem biztosítása céljából alkalmazzák. Ezek tervezése, kialakítása olyan, hogy a szükséges vízszintes irányú áramlási sebességet (ami kb. 0,3 m/másodperc) kezelni tudják, azaz csak a homok válik itt le, és a könnyebb szilárd anyagok továbbhaladnak a szennyvíz-árammal.

### Alkalmazás:

Rácsos kamrákat akkor használnak, ha a szennyvízkezelő telepnek esővizet is kell fogadnia, amely rendszerint tekintélyes mennyiségű homokot is szokott tartalmazni.

### Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:

Az elválasztott homokot el kell távolítani, vagy másképpen kell hasznosítani, a szennyezettségétől függően.

A folyamat a szennyvíz szivattyúzására és a levegőbefúvásra fordított elektromos energia felhasználásával jár.

A szennyvíztisztító telep részét képező rácskamra is hozzájárul a fő-telepről származó zajokhoz és szagokhoz, melyek az éppen kezelt szennyvíz típusától függenek. Esetleg a berendezés lefedése, lezárására is szükség lehet.

### Monitoring:

A szennyvíz szükséges áramlási sebességét (a 0,3 m/másodperc értéket) ellenőrizni kell.

## Szilárd anyagok ülepitése

### Leírás:

Az ülepités (szedimentáció) – vagy derítés – azt a műveletet jelenti, amelynek során a szuszpendált szilárd anyagoknak és a lebegő anyagoknak az eltávolítása történik meg gravitációs kiülepedés hatására. A kiülepedett szilárd anyagokat iszap formájában távolítják el a fenékről, míg a lebegőanyagokat a víz felszínéről merítik le. Ha a részecskéket nem lehet egyszerű gravitációs eszközökkel elválasztani, mert például túl kicsik, vagy sűrűségük túl közel áll a vízéhez, vagy mert kolloidokat képeznek, akkor speciális vegyszereket kell a szilárd anyagok leülepedésének előidézése céljából adagolni. Ilyenek például az alábbiak:

- alumínium-szulfát (tímföld),
- vas(III)-szulfát (ferriszulfát),
- vas(III)-klorid (ferriklorid),
- mészsizap,
- poli(alumínium-klorid),
- poli(alumínium-szulfát),
- kationos szerves polimerek.

**Alkalmazás:**

Az ülepítést, mint elválasztási technikát széles körben használják számos célra, és rendszerint nem önállóan alkalmazzák. A legfontosabb példák a következők:

- az összegyűjtött esővizek megtisztítása ülepítő kádban a szilárd anyagoktól, például portól és homoktól,
- a műveleti szennyvizek megtisztítása a semleges (inert) anyagoktól, például homoktól vagy ehhez hasonló részecskéktől,
- a műveleti szennyvizek megtisztítása – derítése – a reakció-anyagoktól, például emulzióban lévő fémvegyületektől, polimerektől és monomerjeiktől, megfelelő vegyszerek adagolásának segítségével,
- nehézfémek vagy más oldott vegyületek elválasztása a megelőző lecsapási művelet után, gyakran vegyszerek segítségével, majd a művelet végén szűrési műveletek alkalmazásával,
- aktivált iszap eltávolítása egy biológiai tisztítást végző szennyvízkezelő telep elsődleges vagy másodlagos derítőjében, gyakran vegyszerek alkalmazásának segítségével.

**Előnyök:**

- A berendezések egyszerűsége, ennek következtében a meghibásodás elkerülése.
- Az eltávolítási hatásosságot növelni lehet koagulációs és/vagy flokkulációs vegyszerek adagolása révén.

**Hátrányok:**

- Nem alkalmazható finom anyagok és stabil emulziók esetében, még koagulációs szerek és flokkulációs szerek mellett sem.
- A pelyhek más szennyező anyagokat is képesek magukba zárni, ez problémákat okozhat az iszap elhelyezése során.

**Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:**

A leülepedett iszapot és a leszedett felülúszó réteget – ha nem lehet visszaforgatni őket, vagy másféle hasznosítást alkalmazni – hulladékként kell megsemmisíteni. A szennyvíz eredetétől függően ez a hulladék veszélyes anyagokat is tartalmazhat, melyeket megfelelő módon kezelni kell. Ezek a vegyületek lehetnek nehézfémek karbonátjai, fluoridjai, szulfidjai vagy hidroxidjai (vagy oxidjai), a felülúszó réteg lehet olajszerű anyag (flotációs hab), stb., és bizonyos körülmények között még dioxinokat is tartalmazhatnak.

A zajforrások között kell megemlíteni a szivattyúkat, melyeket el lehet szigetelni (le lehet zárni), de ide sorolandó az iszapot, illetve a flotációs habot eltávolító rendszer is.

Ha a szennyvíz szaggal bíró (bűzös) anyagokat tartalmaz, szükség lehet az ülepítő kád – de legalább a koagulációs vagy pelyhesítő egység – lefedésére is, és arra, hogy ha lehetséges, a keletkező hulladékgázt egy csővezetéken keresztül vezessék a kezelő rendszerhez. Az ehhez szükséges berendezéseket – a csővezetéseket és a fűvókat – valószínűleg el kell látni a megfelelő biztonsági rendszerekkel is, pl. a robbanási veszély elkerülésére túlnyomásos nitrogéngáz-áramoltató rendszerről kell gondoskodni.

**Monitoring:**

A kifolyásnál rendszeresen monitorozni kell (azaz figyelemmel kell kísérni) a szilárdanyag-tartalmat, azaz a szuszpendált szilárd anyagokat, az ülepíthető szilárd anyagokat és a turbiditás (zavarosság) értékét. Ha vegyszereket (pl. koaguláló szereket, pelyhesítő szereket) is alkalmaznak az ülepítési folyamat javítása érdekében, akkor a pH értékét a legfontosabb üzemeltetési paraméterként kell ellenőrizni.

**4.3.3.2 Többközegű szűrés**

A többközegű szűrést arra használják a gyógyszergyártó iparban, hogy segítségével csökkentsék a szennyvízben lévő összes szuszpendált szilárd anyag mennyiségét. Ez a technológia arra is használható, hogy a szennyvíz biológiai oxigénigényét (BOI) is kezelje, eltávolítva az anyagrészecskével összefüggő BOI<sub>5</sub>-vegyületeket. A többszörös szűrőrendszer úgy működik, hogy a szennyvizet egy közömbös granulált közegből álló rögzített ágyra

vezetik. A szuszpendált szilárd anyagokat az alábbi műveletek valamelyikével – esetleg többel is – távolítják el a szennyvízből: derítés, megfogás, ütköztetés, ülepités és adszorpció. Ezt a műveletet mindaddig kell végezni, míg a szilárd anyag „áttörését” nem észleljük (azaz azt, hogy a szilárd anyagok koncentrációja az ágyról lejövő kifolyásban valamilyen elfogadhatatlan szintre nem emelkedik), vagy az ágyon fellépő fejveszteség túl nagy nem lesz (a megfogott szilárd anyagok következtében) ahhoz, hogy az ágy hatékonyan tudna tovább működni.

Ha ezeknek a feltételeknek, körülményeknek valamelyike áll elő, akkor az ágyat visszamosatással meg kell tisztítani, mielőtt ismét hatékonyan lehetne működtetni. A visszamosatást rendszerint úgy végzik, hogy megfordítják az ágyhoz menő folyadék-áramlást, és egy „tisztá” mosóvíz-áramot vezetnek be. A mosóvizet mindaddig folytatják, amíg az ágy fluidizált (expandált, fellazított) állapotba nem kerül. Ezen a ponton a szilárd anyagokat kimossák az ágyból, és eltávolítják az egységből. Szokásos gyakorlat az, hogy a visszamosott szilárd anyagok áramát visszavezetik a biológiai kezelő rendszerbe (ha ez egyáltalán lehetséges).

A többközegű szűrés folyamán egy sor szűrőréteget alkalmaznak a szűrőágyban, melyeknek mindegyike fokozatosan kisebb szemcseméretű közegből áll (a befolyástól az ágy kifolyásáig haladva). Ennek a felépítésnek a következtében a szilárd anyagok mélyebben be tudnak hatolni az ágyba, mielőtt megkötődnének (rögzítődnének, azaz fixálódna a helyzetük), ezáltal nő az ágy kapacitása és csökken az egység fejveszteségének kialakulása. A szokásos szűrőközegek az alábbiak: gránit, zúzott antracit szén szemcsék, műgyanta-gyöngyök és homok. Noha a lefelé haladó folyással készített (gravitációs áramlású) rendszerek a legelterjedtebbek, használnak még mellettük felfelé haladó áramlású és ún. kettős áramlású szűrőegységeket is, ez utóbbiaknál a belépő folyadék-áramot a szűrőközeg alatt és fölött vezetik be, és a kifolyás a szűrőközeg közepéről van elvezetve.

#### *4.3.3.3 Ülepítő medencék*

Az ülepítő (szépítő) medencéket arra használják, hogy segítségükkel egy gravitációs ülepítési műveletben el lehessen távolítani a szuszpendált szilárd anyagokat a szennyvízből. Bizonyos  $BOI_5$ -csökkenés (eltávolítás) is létrejöhet a szuszpendált szilárd anyagok kiülepedése következtében.

A szennyvizet a medence egyik végén vezetik be, majd végezetül a víz a medence másik végén fog kifolyni. A medence kialakítása olyan, hogy a vízvisszatartási idő (retenciós idő) elég hosszú legyen és a víz áramlási sebessége kellően kis értéket vegyen fel, hogy lehetőséget biztosítson a szilárd anyagoknak a szuszpenzióból való kiülepedésre. Ha az áramlás túl gyors, vagy valamilyen keveredést hozunk létre a rendszerben, akkor a szilárd anyagok a szuszpenzióban maradhatnak és így kerülnek ki a medencéből.

Annak érdekében, hogy a medence alsó részében elkerülhessük az anaerob körülményeket, az ilyen egységeket sekélynek kell megtervezni, ami viszont nagy földfelületet igényelhet, ha az egységhez menő áramlás magas. Az iparágban jelenleg használatos ülepítő medencék mélysége 1-4 méter között van. A retenciós idők 0,2 naptól 14 napig terjednek. A múltban az ülepítő medencéket pusztán egyetlen földbéllelő réteggel tervezték meg; napjainkban azonban a szabályozó előírások legalább két bélésréteg és egy szivárgásjelző rendszer beépítését

követelik meg az iparágban kialakított legtöbb új alkalmazás esetében. Az ülepítő medencékben idővel összegyűlik a szilárd anyag, ezért időszakonként tisztítani kell őket.

#### 4.3.3.4 *Cianid-elroncsolás*

A gyógyszergyártó iparban jelenleg több cianid-elroncsoló kezelő technológiát is alkalmaznak, ezek közé tartozik a lúgos klórozás, a hidrogén-peroxidos oxidáció, és az alapvető hidrolízis. A lúgos klórozás kezelési művelete során a szabad cianidokat hipoklorittal reagáltatják (amit klórgáznak vizes nátrium-hidroxid oldattal való reagáltatással hoznak létre), eközben nitrogén és széndioxid képződik. A reakció kétlépéses folyamatban zajlik le, és rendszerint elválasztva, két reakció-tartályban is hajtják végre. Minthogy a kezelést általában szakaszos módon végzik, azért a kezelés folyamán felgyülemlett szennyvíz tárolására további kiegyenlítő-homogenizáló kádra van szükség. A reaktorokat keverőkkel is fel kell szerelni, és mindkét reakciólépés a pH és az oxidációs-redukációs potenciál (ORP) szoros monitorozását követeli meg. Ezek a reakciók általában szobahőmérsékleten mennek végbe.

A hidrogén-peroxiddal végzett kezelés azt jelenti, hogy a cianidokat tartalmazó szennyvízhez hidrogén-peroxidot adnak, ennek hatására a szabad cianid ammóniává és karbonát-ionokká alakul. Ezt a fajta kezelést rendszerint egy vagy több reakció-tartályban, szakaszos módon szokták végezni. A kezelési művelet során a szennyvizet körülbelül 40 °C-ra melegítik, majd beállítják a pH értékét a reakció-tartályban megközelítőleg 11-re. Ezután adják hozzá a hidrogén-peroxidot a tartályhoz, és megközelítőleg egy órán keresztül hagyják reagálni a vegyszereket. Ehhez az eljáráshoz a szükséges berendezések a következők: egy vagy több reakció-tartály, tároló-tartályok a hidrogén-peroxid és a pH beállítására használatos vegyszer (rendszerint nátrium-hidroxid) számára, egy közömbösítő kád, valamint a hidrogén-peroxid és a nátrium-hidroxid betáplálására szolgáló rendszerek.

A hidrolízist alkalmazó kezelés során a szabad cianidot lúgos közegben formalinnal reagáltatják, miközben hangyasavas sók (formiátok) és ammónia keletkezik. A folyamat lezajlásához nagyjából egy óra szükséges, többnyire 170 °C és 250 °C közötti hőmérsékleten hajtják végre, és a pH értéke 9 és 12 között szokott lenni. A hidrolízist rendszerint egy olyan reakció-tartályban hajtják végre, ami hőcserélővel is fel van szerelve, és ahol rendelkezésre áll a nátrium-hidroxid (vagy más lúgos vegyület) tárolására és szállítására szolgáló rendszer.

#### 4.3.3.5 *Sztrippelés gőzzel és rektifikációval kombinált gőzös sztrippelés*

A gőzzel végzett sztrippelést és a rektifikációval kombinált gőzös sztrippelést egyaránt alkalmazzák az ipari méretű vegyi termelő eljárások során (vegyszer-visszanyerésre és/vagy vegyszerek visszaforgatására), valamint az ipari szennyvíz-kezelési műveletek során, gázok és/vagy szerves vegyületek eltávolítására a szennyvizekből, amit úgy hajtának végre, hogy gőzt vezetnek egy tálcás vagy töltött toronyra. Mindkét technológiai változatban a szerves vegyszerek és a víz közötti relatív illékonyági különbségeket használják ki az elválasztás megvalósítására. A betáplált elegy illékonyabb komponensei a gőzben dúsulnak fel, míg a kevésbé illékony komponensek a folyadék-állapotú maradékban (a rendszer fenekén) koncentrálnak. A gőzzel való sztrippelés és a rektifikálással egybekötött gőzös sztrippelés műveleteit hatékony kezelési eszközként használják szerves anyagokat és ammóniát tartalmazó vizes kifolyások széles körénél. A megfelelően tervezett és helyesen működtetett oszlopokkal nagyon tág határok között lehet a szennyezett kifolyásokat kezelni, kezdve az

olyan szennyvizekkel, melyek egyetlen illékony alkotóelemet tartalmaznak, s bezárva azokkal, melyekben számtalan szerves és szervesetlen anyag keveréke található. A gőzös sztrippelés és a rektifikálással egybekötött gőzös sztrippelés műveleteit egyaránt alkalmazni lehet a gyártási telephelyeken a műveletek során keletkezett vizes kifolyásokban található a koncentrált szerves vegyületek visszanyerésére, valamint végső kezelésként, a kibocsátandó vagy visszaforgatandó szennyvíz a kezelést megelőzendően a szerves anyagok eltávolítására. A leghatékonyabb szennyvízkezelés elérése érdekében az oszlopokat a szennyvizek keletkezését okozó művelet után kell elhelyezni, még mielőtt ezt a szennyvizet más szennyvizekkel egyesítenénk, melyek nem tartalmazzák az ilyen kezelést igénylő szennyező anyagokat. A nagy koncentrációjú és kis áramlási sebességű szennyvizeket könnyebb és olcsóbb kezelni, mint a nagy áramlási sebességű és/vagy alacsony koncentrációval rendelkezőket. Továbbá a levegőbe kibocsátott illékony anyagok mennyiségét is csökkenteni lehet, ha az oszlopokat úgy helyezik el, hogy a szennyvíz ide kerüljön még azelőtt, hogy a légtérrel, az atmoszférával érintkezne.

A gőzzel végzett sztrippelést és a rektifikálással egybekötött gőzös sztrippelést mind szakaszos, mind folyamatos műveletként lehet végezni töltött tornyokban vagy frakcionáló oszlopokon (melyek lehetnek szítás-tálcás rendszerűek vagy buboréksapkás kialakításúak), ahol egynél több lépésben fordul elő a gőz-folyadék érintkezés. Egy gőzös kihajtó oszlopban a szennyvíz betáplálása közel az oszlop tetején történik, majd a szennyvíz a gravitáció hatására lefelé áramlik az oszlopon, ellenáramban a gőzzel, amit az oszlop alján vezetnek be. A rektifikáló oszloppal egybekapcsolt gőzös sztrippelésnél a szennyvíz-áramot az oszlop alsóbb részén vezetik be, így a betáplálási hely fölött végbemehet a rektifikálás. A rektifikáló szakaszban a kondenzálódó gőzök egy részét refluxáltatják (visszavezetik) az oszlopra, hogy ellenáramban ez érintkezzen a felfelé haladó gőzökkel. Ezzel a művelettel az illékony komponenseknek a felső áramlási szakaszban való betöményedése érhető el.

A gőzt egyaránt lehet közvetlen injektálással vagy visszaforrallással bejuttatni a rendszerbe, bár a direkt injektálás általánosabb. A gőz kihajtja az illékony szennyező anyagokat a szennyvízből, ezek az illékony vegyületek a felfelé haladó gőz-áramban lesznek. Ennek eredményeképpen a szennyvíz egyre alacsonyabb koncentrációban fogja tartalmazni az illékony vegyületeket, ahogy halad az oszlop alja felé. Az elválasztás mértékét a kihajtandó illékony szennyezőanyagok fizikai tulajdonságai fogják meghatározni, valamint az, hogy milyen hőmérséklet és nyomás mellett üzemeltetik az oszlopot, de függ még továbbá a használt berendezés elrendezésétől és típusától is.

A gőzzel működő kihajtó oszlopok és a rektifikálós szakasszal rendelkező gőzös kihajtó kolonnák között a különbséget az jelenti, hogy hol történik a belépő folyadékáram betáplálása. A kihajtó oszlopoknál a folyadékáram betáplálási helye az oszlop teteje közelében található, ezzel szemben a rektifikálással egybekapcsolt gőzös sztrippelési műveleteknél a betáplálási pont az oszlopon valahol lejjebb helyezkedik el. Az olyan szennyező anyagokat, melyek a víztől elváló fázist alkotnak, rendszerint gőzös kihajtó (azaz rektifikáló szakasz nélkül működő) berendezésben hajtják ki a szennyvízből. Az olyan szennyező anyagok esetében, melyek fázisa nem válik el a víztől, ilyen például a metanol, olyan oszlopra van szükség, amely rendelkezik rektifikáló szakaszokkal is, ezáltal lehet biztosítani, hogy a szennyezőanyag - nagy koncentrációban - a fejáramban helyezkedjen el.

A gőzös kihajtó és rektifikálással egybekötött gőzös kihajtó oszlopok segédberendezései közé tartoznak a kondenzálók és a hűtők, a betápláló szivattyúk a felső és az alsó betápláláshoz, valamint a reflux-áramhoz, a betáplált anyag előmelegítője és a fenékhűtő, a dekantáló

egység, a tároló-tartály, a desztillátum-tartály, továbbá a levegőszennyezettséget ellenőrző készülék, amelybe a kondenzálóból minden gőz bekerül. A kondenzálók és a hűtők feladata az, hogy lehűtsék a fejáramot arra a hőmérsékletre, ami már alkalmas a tárolásra és a kibocsátásra. A szivattyúk biztosítják azt a teljesítményt, ami a hulladékáram mozgatásához szükséges: akár az oszlopra a betáplálási ponthoz, akár az ennél feljebb található pontra, reflux-áram esetében. A fenékszivattyú a kihajtó oszlop fenekéről a fenékhűtőhöz továbbítja a fenékterméket, a fejtermék (desztillátum) szivattyúja pedig a desztillátumot a desztillátum-befogadó tartályba szállítja. A betáplált anyagot előmelegítő, egyúttal a fenékterméket lehűtő egység az a hőcserélő, ami felmelegíti a betáplált anyagot, mielőtt az belépne az oszlopra, ezzel egyidejűleg annyira lehűti a fenéktermék-áramot, hogy azt ki lehessen bocsátani a tárolóba vagy a kezelő rendszerbe. A dekantáló egység választja el a vizes fázist a szerves fázistól, miután a folyadékáram kilépne a kondenzálóból és a hűtőből. Míg ezt a vizes fázist vissza lehet refluxáltatni az oszlopra, addig a szerves fázist rendszerint eleresztik vagy újra felhasználják. A tároló-tartály gondoskodik a gőzös kihajtó oszlop folyamatos ellátásáról, táplálásáról, ez egyenlíti ki az áramlásokban fellépő különbségeket és a hulladék ingadozásait. A levegő-szennyezettséget ellenőrző készülékre is szükség lehet, hogy ebben fogjuk fel az olyan szennyező anyagokat, amelyek nem kondenzálódnak le a kondenzáló egységben, és amelyek máskülönben kilépnének a levegőbe. A levegőbe történő emisszió megfogására, ellenőrzésére nedves mosóberendezéseket, szénrel működő adszorpciós berendezéseket vagy valamilyen égető-berendezéshez történő elvezetést lehet alkalmazni.

A gőzzel működő kihajtó berendezések és a rektifikáló kolonnákkal összekapcsolt gőzös kihajtók jellemző szerkezeti anyaga a rozsdamentes acél. Ha a szennyvíz erősen korrozív, akkor a korrózió ellenállóbb anyagot, például Hastelloy-ötvözet vagy teflon-bevonatú szénacél lehet szükséges az oszlop szerkezeti anyagaként. A gyógyszeriparban a gyártóberendezések többsége – melyeket jelenleg gőzös sztrippelésre és/vagy rektifikáló kolonnákkal összekapcsolt gőzös sztrippelésre használnak a szennyvizek kezelésére – rozsdamentes acélból készül.

A sók és más szennyező anyagok is hozzájárulhatnak az oszlopon belül a rozsdásodáshoz (reveképződéshez) és a korrózióhoz. A revésedésre visszavezethető problémák megakadályozására időigényes karbantartási műveletekre lehet szükség.

A kihajtó oszlopok legfontosabb tervezési paraméterei a gőz/betáplálás aránya, és a töltött kolonnákban a tálcák vagy egyensúlyi szakaszok száma. Ezeket a paramétereket úgy veszik tekintetbe a számítások folyamán, hogy a szennyvíz-áramban található, legkevesebbé kihajtható szennyező komponenst használják fel az egyensúlyi kalkulációkban, és a szennyezőanyagok a kívánt koncentrációra szükséges kezelésénél az eltávolítási határfok meghatározásában. A gőz/betáplálás arányszáma jellemző módon 1:3 és 1:3,5 között szokott lenni, a tálcák vagy egyensúlyi szakaszok száma pedig rendszerint 2 és 20 között szokott változni. Rendszerint a kisebb átmérőjű oszlopok töltött kolonnák, míg a nagyobb átmérőjű oszlopok tálcás kivitelűek. Szokásos kolonna-töltetként Pall-gyűrűket, Raschig-gyűrűket, Berl-nyergeket és Intalox-nyergeket szoktak alkalmazni.

#### 4.3.3.6 *Granulált aktívszenes adszorpció*

A granulált aktívszenes adszorpciót (GAC) a gyógyszeriparban arra használják, hogy a szennyvízben található szerves szennyező komponenseket, valamint a BOI- és KOI-terhelést okozó vegyületeket kezeljék vele. Az adszorpció az a művelet, amelynek során a vízben

található oldható vagy szuszpendált anyagok egy szilárd közeg felületéhez kötődnek. Az aktív szén kiváló közeg erre a célra, mivel nagy a belső felülete, nagy vonzódása van a legtöbb adszorbátumhoz (azaz a kezelendő anyag komponenseihez), és nagyon fontos az a tény, hogy hidrofób (így a víz nem foglalja el a kötőhelyeket, és nem okoz zavart az adszorpciós folyamatban). A szennyvízben található alkotórészek mindaddig tudnak a GAC-szemcsékhez kötődni, míg annak az összes felületi kötőhelyét el nem foglalják. Ezen a ponton a szén „kimerült”-nek tekintendő, tehát regenerálást vagy tisztítást igényel, vagy el kell dobni.

Az aktív szén általában két standard szemcseméretben gyártják: a por-alakú aktív szén (PAC) szemcséinek átmérője kisebb, mint 200 mesh, és a granulált aktív szén (GAC) szemcseátmérője nagyobb, mint 0,1 mm. A PAC-t általában a szennyvízhez adják hozzá, míg a GAC-t rendszerint az átfolyós rendszerű rögzített ágyas egységekben használják.

A kezelést végző egységekben a GAC-töltetet egy vagy több ágyra vagy oszlopra helyezik el. Szokásosnak tekinthető a többszörös ágy használata, ezeket rendszerint sorba kapcsolva alkalmazzák az üzemeltetés során, mivel ez a kialakítás lehetőséget teremt arra, hogy az egyes ágyak között monitorozást lehessen végezni, ezzel pedig csökkenteni lehet annak a kockázatát, hogy olyan szennyvíz hagyja el a rendszert, melyben a komponensek koncentrációi a megengedett (elfogadott) értékek fölött vannak. A szennyvíz átfolyik az ágyon, és kapcsolatba kerül a GAC minden kis részével. Először az ágy felső rétegeiben található GAC merül ki, mivel itt foglalják el először a kötőhelyeket, majd fokozatosan kimerül az alsóbb régiókban lévő GAC is az idő múlásával, ahogy az adszorpciós zóna lefelé vándorol az egységen. Amikor az ágy aljánál a szennyező anyagok koncentráció-értékei kezdenek a megengedett szintek fölé emelkedni, akkor ez arra figyelmeztet, hogy az ágy kezd kimerülni és a töltetet el kell távolítani. A fenti leírás során feltételeztük, hogy az ágyakat lefelé haladó áramlási üzemmódban használták; azonban az is lehetséges, hogy a felfelé haladó áramlási irányra tervezzék a GAC-rendszert.

Ha egy ágy kimerült, akkor a szén kezelésére háromféle mód kínálkozik: a regenerálás, a visszamosatás vagy az eltávolítás (eldobás). A kimerült szén kezelésére a szokásos módon magas hőmérsékletet (815,5-926,6°C) szoktak használni, illetve gőzzel vagy vegyszerekkel kezelik az aktív szén a regeneráció érdekében. Ezek a műveletek anélkül távolítják el a szennyező anyagokat az aktív szénből, hogy számottevően befolyásolnák magát a szén; némi szén-veszteség azonban mindig fellép, valahányszor az eljárást végrehajtják, ezért a szén teljesítménye egy kicsit csökken minden regenerálás után. Minthogy a GAC és az adszorbátum között kialakult kötések nem túlságosan erősek, ez lehetőséget teremt a szén-ágy visszamosatására is. Ha az aktív szén nem lehet regenerálni vagy visszamosatni, akkor szilárd hulladék formájában el kell dobni, meg kell semmisíteni.

A GAC-töltetű kezelő-egységek teljesítményét több tényező is befolyásolhatja. A három legfontosabb tervezési kritérium: a telítési terhelés, a szennyvíz TSS koncentrációja, valamint a hidraulikus terhelés. A telítési terhelés egy olyan koefficiens, ami a kezelés hatékonyságát méri a megkötött szennyező anyagok tömegét a felhasznált szén tömegéhez viszonyítva. Ha ennek a koefficiensnek az értéke nagyon alacsony (ami a nagymértékben oldható komponensek esetében fordul elő), akkor a GAC-töltetű rendszer nem működik hatékonyan. Az oldhatóságot befolyásoló paramétereket (azaz a pH-t és a hőmérsékletet) azonban szintén számításba kell venni akkor, amikor a rendszer telítési terhelését a tervezés során számítják. A szennyvízben található magas szuszpendált anyag (TSS-) koncentrációk meggátolják a GAC-töltésű rendszer működését. A szilárd részecskék elfoglalják a szén szemcséken található kötőhelyeket, és behatolnak a GAC-szemcsék közötti pórusnyílásokba is, majd eltömítik

azokat. Ha ez történik, akkor fejveszteség jöhet létre, és a szén-ágy egy része nem vesz részt a kezelésben. A szilárd anyagok eltávolítása végett végrehajtott öblítés fel tudja frissíteni a GAC-töltetű rendszer tömegfluxus-zónáját. Egyes esetekben az is szükséges lehet, hogy a GAC-kezelés elé valamilyen típusú szűrést iktassanak be, s ezáltal a szuszpendált szilárd anyagok koncentrációját az elfogadható határértékeken belül tartsák. A GAC hatékonysága csak úgy javítható, ha alacsonyabb a TSS-érték, és ideális esetben a szuszpendált szilárd anyagoknak a kifolyásban mért szintjének olyan közel kell a nulla értékhez lennie, amennyire csak lehetséges. Annak az időnek a hossza, amit a szennyvíz a GAC-vel érintkezve eltölt, közvetlen kapcsolatban áll a hidraulikus terhelési sebességgel. Ha ez az idő nem elég hosszú, akkor a kifolyás szennyezőanyag-koncentrációi magasabbak lesznek, mint amire számítottak.

#### *4.3.3.7 pH-beállítás, semlegesítés*

Mint hogy a gyógyszergyártó iparban alkalmazott számos kezelési technológia érzékeny a pH ingadozásaira, ezért egy hatásos kezelési rendszer részeként pH-beállításra vagy közömbösítésre (semlegesítésre) lehet szükség. A pH-beállító rendszer rendszerint egy kisebb tartályból áll (10-30 perc közötti retenciós idővel), ahol a keveredés megtörténik, és található még benne egy vegyszer-adagoló rendszer is. A pH értékének a kívánt értékre történő beállítása érdekében vagy savakat, vagy lúgokat kell a keverőtartályba adagolni. Bizonyos kezelési technológiák alacsonyabb vagy magasabb pH-értéket igényelnek a kezelés végrehajtásához (azaz az ammónia levegővel történő sztrippelés esetén például a pH-nak 10-11 között kell lennie). A pH értékét rendszerint 6-9 közé állítják be, mielőtt a végső kibocsátásra sor kerülne.

#### *4.3.3.8 Kiegyenlítés*

Mivel az ezen anyagban felsorolt kezelési technológiák közül számosat folyamatosan végeznek, és egyesek érzékenyek a magas folyadékáramra (az áramlási csúcsokra), vagy a magas szennyezőanyag-koncentrációkra, ezért a legtöbb kezelési rendszer részeként be kell iktatni egy kiegyenlítő (egalizáló) lépést is. A kiegyenlítést általában nagy tartályokban vagy medencékben végzik, amelyeket úgy terveztek, hogy be tudják fogadni a gyártóhely napi szennyvíz-áramának egy megadott százalékát. A kiegyenlítés folyamán egy tipikus termelési nap magas és alacsony áramlással keletkezett víz-részleteit egyenlítik ki, ez oly módon történik, hogy a kieszeríteni szándékozott szennyvizet állandó áramlási sebességgel engedik ki a lefelé haladó áramlással működő kezelési műveletekhez. A kiegyenlítés folyamatos szennyvíz-betáplálást tehet ezen kívül lehetővé az olyan műveletek számára is, mint például a biológiai kezelések, melyek hatékonyabban mennek végbe folyamatos terhelési körülmények között. A kiegyenlítő medencében végbemenő keveredés minimálisra csökkenti a kibocsátott szennyvízben a különböző szennyező anyagok csúcs-értékeit. Ennek a kiegyenlítésnek a következtében megakadályozható a kezelés hatásfokának csökkenése vagy a csúcs-értékekkel összefüggő meghibásodások a kezelési rendszerben.

#### *4.3.3.9 Fizikai-kémiai kezelések*

Az oldható, de biológiailag le nem bontható vagy inhibitor-hatással (gátló hatással) rendelkező szennyvizekben található szennyező anyagokat az alábbi három vegyület-osztályba lehet besorolni:

- szerves vegyületek, mint például sók vagy nehézfémek vegyületei,
- szerves vegyületek, például az összes oxidálható szén (TOC) el nem égethető forrása,
- gátló hatással rendelkező szerves vagy szervesetlen vegyületek, melyek zavarják a biológiai szennyvízkezelő telepen zajló biológiai folyamatokat.

## Adszorpció

### Leírás:

Az adszorpció az oldható anyagoknak a szennyvíz-fázisból a szilárd, erősen porózus részecskék (az adszorbens) felületére történő áthaladása. Az adszorbens véges kapacitással rendelkezik minden egyes eltávolítandó vegyülettel szemben. Ha ez a kapacitás elfogy, azt mondjuk, hogy az adszorbens „kimerült”, és új, friss anyaggal kell kicserélni. A kimerült adszorbent vagy regenerálni kell, vagy el kell égetni.

A szennyvíztisztítás adszorpciós eljárásai során az alábbi táblázatban felsorolt, potenciális adszorbenseket lehet alkalmazni:

### Adszorbens

	Aktívszén	Barnaszénkocsz	Γ-alumínium-oxid	Adszorbens gyanta
Külsőalak	Granulált/ Por	Granulált, por	Granulált, por	Granulált
Fajlagos felület [m <sup>2</sup> /g]	500-1000/600-1500	200-250	300-350	400-1500

Mint ahogy az adszorbens aktív felülete gyakran ki van téve az eldugulás, eltömődés és az elzáródás veszélyének, ezért a szennyvíznek a lehető legnagyobb mértékben mentesnek kell lennie a szilárd anyagoktól, ez viszont gyakran szükségessé teszi, hogy felfelé haladó irányú áramlás mellett egy szűrési lépést iktassanak be.

### Alkalmazás:

A vegyipari területen leggyakrabban alkalmazott adszorbens az aktívszén. Ezt használják granulátum alakjában (GAC) a kolonnákban, vagy por formában (PAC) a kezelő kádakba vagy medencékbe adagolva. Más, szintén általánosan használt adszorbens a barnaszénkocsz, az aktivált alumínium-oxid, a különböző adszorbens műgyanták és a zeolitok.

- A GAC-adszorpciót szerves szennyező anyagok eltávolítására használják, főleg olyan esetekben, amikor a szennyezőanyag tűzálló, toxikus, színes és/vagy bűzös tulajdonságokkal rendelkezik, de alkalmazzák szervesetlen szennyezőanyagok maradék mennyiségeinek eltávolítására is, például nitrogén-vegyületek, szulfidok és nehézfémek esetében. A granulált közeget szűrőket, mint például a homokszűrőket, szintén széles körben alkalmazzák a jelenlévő szuszpendált szilárd anyagok eltávolítására, a GAC-adszorbensen felfelé végezve az áramoltatást.
- A PAC-adszorpciót ugyanazok szennyező anyagok esetében használják, mint ahol a GAC-t is. A por alakú aktívszénnek a kezelendő szennyvízhez való adagolása zagy formájában történik, majd rákövetkezően valamilyen elválasztási eljárással, például ülepitéssel vagy szűréssel eltávolítják az anyagot. A PAC-t ugyanazonokon a pontokon lehet a szennyvíz-áramba beadagolni, mint a szervesetlen koaguláló szereket, és eltávolításuk is a meglévő ülepitő és szűrő berendezések segítségével megy végbe. Rendszerint ott szeretik alkalmazni, ahol a szerves anyagok eltávolításának igénye csak szakaszosan vagy változó módon merül föl. Adagolása egyedileg történhet, attól függően, hogy hogyan és mikor alkalmazzák. Egy másik alkalmazási terület a rendkívüli, sürgős beavatkozást igénylő esetek, amikor olyan nem éghető, veszélyes vagy toxikus anyagokat kell eltávolítani, melyek már átkerültek az ülepitő kádba, az eleveniszapos (aktív iszapos) kádba vagy más tartályba. A PAC adagolása szintén történhet az eleveniszapos (aktív iszapos) rendszer levegőztető medencéjébe, ahol a mikrobiológiai folyamatokat az adszorpciós művelet felerősíti. Jellemzően PAC-adszorbenseket alkalmaznak a

keverő-ülepítő, vagy iszap-adszorbens elrendezések esetében, általában koagulációs vagy pelyhesítő (flokkuláló) szerekkel kombinálva, ilyenkor a por alakú aktív szenet (PAC-t) a pelyhesítő, ülepítő vagy szűrési lépésben adagolják be. A por alakú aktív szenet rendszerint nem szokták regenerálni, hanem a kibocsátandó, eleresztendő iszap részeként bánnak vele.

Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Magas eltávolítási hatásosság (nem érvényes a barnaszénkocsz esetében).</li> <li>– Lehetővé teszi a nem éghető, és/vagy toxikus szerves vegyületek (GAC, PAC, barnaszénkocsz, műgyanták) eltávolítását.</li> <li>– Rendszerint alacsony az extra helyigény.</li> <li>– A rendszerek automatizáltak.</li> <li>– A vegyületek visszanyerése lehetséges (célszerűen zeolitokkal).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A szerves vegyületek elegyei jelentős mértékben lecsökkenthetik az adszorpciós kapacitást.</li> <li>– A nagy mennyiségű makromolekuláris vegyület csökkenti a hatékonyságot és az aktív helyek irreverzibilis blokkolását eredményezheti.</li> <li>– Az eleveniszappal (aktív iszappal) működő egységben jelentős az eróziós problémákat okozó lecsiszolódásos hatás (PAC).</li> <li>– A kimerült adszorbenst regenerálni kell (nagy energia-fogyasztás), vagy ki kell eresztetni (ami elégetendő hulladékot eredményez).</li> </ul>

**Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:**

Ha az adszorbens adszorpciós kapacitása kimerült, akkor ki kell cserélni az adszorbenst, majd regenerálni kell (a PAC kivételével, amit a többi szennyvíz-iszappal együtt kell kibocsátani, megsemmisíteni). Mint már fentebb említettük, minden adszorbensnek megvan a maga sajátos, egyedülálló regenerálási módszere. Ezekben a módszerekben azonban az a közös, hogy működésükhöz, használatukhoz energiára és/vagy vegyszerekre van szükség.

A GAC, a barnaszénkocsz és az aktivált alumínium-oxid (ha szerves terhelés van rajtuk) termikusan regenerálható, amelynek során a szükséges hőmérséklet akár a 750–1000 °C-ot is elérheti. A szerves terhelést hordozó műgyantákat, zeolitokat és aktivált alumínium-oxidot előbb vegyszerekkel kell eluálni, azaz vagy szerves oldószerekkel, vagy szerves oldatokkal le kell oldani róluk a terhelést jelentő anyagokat.

A regenerálás során keletkező és eltávozó gázok következtében egy rákövetkező hulladékgáz-kezelésre van szükség, amit ha nem is magán a vegyszeres kezelési helyszínen, de a regenerálást végző cég telephelyén el kell végezni.

Ha a granulált aktív szén (GAC) nem regenerálható, akkor úgy kell kieresztetni, mintha vegyszer-hulladék lenne, és ennek megfelelően kell elégetni is. Ez az eset állhat elő akkor is, ha a GAC poliklórozott bifenilekkel (PCB), dioxinokkal, nehézfémekkel vagy diklór-bróm-propánnal (DCBP) szennyezett.

**Monitoring:**

Az adszorber-berendezés bemenetét és kimenetét monitorozni kell, a szóban forgó vegyületeknek megfelelően. Szerves szennyező anyagok esetében rendszerint az összes szerves szén (TOC) meghatározása, vagy szerves szennyező anyagok esetében a vezetőképességi mérések jelentik a választott módszert, ezekkel az áttörést figyelik, ez szolgál figyelmeztető jelként.

**Desztilláció / rektifikálás**

**Leírás:**

A desztilláció vagy a rektifikálás a szennyvizek esetében az a szennyezőanyag-eltávolítási módszer, amelynél a szennyezőket gőz-fázisba viszik. A feldúsult gőzfázist később lekondenzáltatják.

Ha a műveletet vákuum-körülmények között végzik, akkor kisebb lesz a forráspont, ami számos értékes anyag elválasztását teszi lehetővé.

**Alkalmazás:**

A szennyvizek desztillációjának vagy rektifikálásának korlátozott alkalmazási lehetőségei vannak. Gyakran használják folyamatba integrált eszköznek arra, hogy segítségével az anyalúgokból vissza lehessen nyerni a kiindulási anyagokat és/vagy a végtermékeket. Szennyvízkezelési módszerként akkor alkalmazzák, ha például:

- oldószereket akarnak visszanyerni a szennyvíz extrahálása után,
- oldószereket akarnak visszanyerni a szennyvízből, például a metilcellulóz-gyártás során az alkoholok elválasztása céljából,
- olaj-emulziókat akarnak kezelni vele,
- előkezelési módszerként használják a szennyvíz-áramban található szennyező főkomponens eltávolítása és visszanyerése céljából, ami után a szennyvizet további kezelési műveleteknek vetik alá a kibocsátást követően,
- szerves anyagokat akarnak visszanyerni a mosófolyadékokból.

**Előnyök**

- Anyagvisszanyerés lehetséges.
- Nem éghető és/vagy toxikus szerves vegyületek eltávolítását is lehetővé teszi.

**Hátrányok**

- A maradékokat meg kell semmisíteni, rendszerint égetéssel.
- Nagy energiafogyasztás.

**Monitoring:**

A desztilláló/rektifikáló egységbe belépő anyagokat le kell ellenőrizni, hogy meg lehessen akadályozni olyan, nem kívánatos szilárd anyagok bejutását, melyek zavarokat idézhetnének elő a folyamatban, vagy károsíthatnák az üzemeltetést. Rendszeres karbantartásra van szükség ahhoz, hogy az oldószer-vesztések ne kerüljenek ki a környezetbe, és időben észre lehessen venni őket.

**Bepárlás****Leírás:**

A szennyvizek bepárlása egy olyan desztillációs módszer, melynél a víz az illékony anyag, miközben a koncentrátumot kell fenékmaradékként kiereszteni. Ennek a műveletnek az a célja, hogy csökkentjük vele a szennyvíz térfogatát, vagy betöményítsük az anyalúgokat. Az illékony gőzt egy kondenzálóban kell összegyűjteni, és a lecsapódott vizet – szükség esetén egy rákövetkező kezelés után – vissza lehet forgatni.

A vákuum alatt végzett üzemeltetés csökkenti a forrasi hőmérsékletet, ezáltal olyan anyagok visszaforgatását is lehetővé teszi, melyek különben elbomlanának.

**Alkalmazás:**

A bepárlást akkor alkalmazzák, amikor koncentrált szennyvíz-áramokra van szükség, vagy ilyet célszerű elérni, például:

- Az anyalúgok és a hulladékgáz mosóberendezéseiből származó folyadékok betöményítése a cél, egy olyan szintre, ami lehetővé teszi az értékes anyagok visszaforgatását.
- Szilárd anyagok bepárlása és kristályosítása a cél, akár az anyag visszanyerése érdekében, akár a szennyvíz-kifolyásból történő eltávolítás érdekében, ilyen esetben a műveletet előkezelés formájában alkalmazzák, mielőtt a hulladék-áramot termikus hasznosításnak, a szennyvíz hamvasztásának vagy veszélyes hulladékként történő kibocsátásának, megsemmisítésének műveletére kerülne sor.

A bepárló egységet oly módon kell üzemeltetni, hogy a szükséges hőenergiát a termelési folyamatok hulladék-hőinek hasznosítása biztosítsa.

Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anyagvisszanyerés lehetséges.</li> <li>– Nem éghető és/vagy toxikus szerves vegyületek eltávolítását is lehetővé teszi a szennyvízből.</li> <li>– Csökkenti a szennyvíz mennyiségét.</li> <li>– Csökkenti a veszélyes hulladékok mennyiségét és térfogatát.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– A maradékokat meg kell semmisíteni, rendszerint égetéssel, ha nem alkalmasak visszaforgatásra.</li> <li>– Az illékony szennyezőanyagok szennyezik a kondenzátumot (ami megnyújtja a rákövetkező kezelést), vagy ezek hulladékgáz formájában távoznak.</li> <li>– Érzékeny a hatástalanná válásra, a korrózióra és a habzásra.</li> <li>– Nagy energiafogyasztás.</li> </ul>
<p><b>Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:</b>  A bepárlás általában „szennyvíz-mentes” művelet, mivel a kondenzátumot – akár további kezelések után, akár azok nélkül – vissza lehet forgatni, és a koncentrátumot is vissza lehet forgatni vagy hulladék formájában (pl. égetéssel) meg lehet semmisíteni.</p>	
<p><b>Monitoring:</b>  A kritikus pont a hőcserélők megfelelő karbantartása. A lerakódások, ráégek, más módon történő hatástalanná válások és a korrózió megzavarják a folyadék felé irányuló hőátmenetet és csökkentik az energia-felhasználás hatékonyságát. A szennyező anyagok koncentrációját vagy a kondenzátum megfelelő paramétereit (pl. összes szerves szén = TOC, pH, vezetőképesség, stb.) folyamatosan monitorozni kell annak érdekében, hogy megakadályozhassák a szennyező anyagok továbbjutását.</p>	

#### 4.3.4 Javaslatok

##### Folyamatba integrált intézkedések

A korszerű környezetvédelem egyre jobban és jobban eltolódik a csővégi módszerektől a folyamatba integrált – vagy termelésbe integrált – intézkedések felé. A folyamatba integrált intézkedések számos lényeges javulásnak a forrása mind az új, mind pedig már meglévő telepek esetén. Ezeknek az intézkedéseknek az a célja, hogy közvetlenül a keletkezésük forrásánál csökkentsék le – vagy jó esetben szüntessék meg – a maradékok létrejöttét, mielőtt még ezek az anyagok kibocsátásra kerülnének. Ezek a „műveleti tökéletesítések” gyakran segítenek a további kezelési lépések költségeinek csökkentésében is, valamint növelik a gazdasági hatásosságot is azáltal, hogy emelkedik a termelési kihozatal és/vagy csökken a nyersanyag-beviteli szükséglet. Az ártalmatlanítási költségek és a csővégi módszereknél fennálló korlátozások szintén a folyamatba integrált módszerek alkalmazásának irányába fejtenek ki hatást. Bár a hulladék keletkezésének megakadályozása, és ezáltal a folyamatba integrált módszerek bevezetése is egyre növekvő jelentőségre tesz szert, a hulladékkezelési technikák továbbra is alapvető eszközei maradnak a környezet felé irányuló emissziók ellenőrzésének és kézben tartásának, főleg akkor, ha a folyamatba integrált módszerek nem illeszthetők egykönnyen be a már meglévő termelési folyamatokba.

A helyesen végzett, a folyamatokba integrált környezetvédelem minden lehetséges fizikai, kémiai, biológiai és mérnöki technikát felhasznál a maradékok keletkezésének megakadályozására, csökkentésükre és visszaforgatásukra. Lássunk egy pár példát:

- új szintézis-utak,
- tisztább és esetleg másféle anyagok és ágensek használata a betáplálásnál és a folyamatokban,

- tisztább vagy másféle üzemanyagok, fűtőanyagok használata,
- a műveleti lépések optimalizálása,
- tökéletesített és továbbfejlesztett üzemi technológiák, folyamatellenőrzések és reakció-sorrendek,
- a folyamatokhoz történő műszaki illesztések alkalmazása,
- katalizátorok és/vagy oldószerek továbbfejlesztett felhasználása,
- a maradékoknak nyersanyagként történő felhasználása más gyártási műveletekhez (a helyszínen és/vagy más telephelyen a termékbe történő integrálás),
- a maradékok hasznosítása energia előállítására.

Várhatóan a teljesen új szintézis-utak kifejlesztése a már meglévő üzemekben (legtöbbször gazdasági okok következtében) csak a nagy mennyiségben előállítandó termékek vagy kiemelkedő gazdasági értéket hordozó termékek esetére fog korlátozódni. A gyakorlatban a termelésbe integrált környezetvédelem idővel folyamatosan és állandó fejlődni fog, a számtalan különálló – és meglehet, önmagában jelentéktelen – tökéletesítés eredőjeként.

#### Csővégi technikák

Csővégi technikának azokat az eljárásokat nevezik, melyekkel a hulladék-áramot a keletkezés helyén, a folyamatból vagy a tárolóegységből való kilépéskor, illetve valamely terület – vagy annak egy részének – elhagyásakor kezelik annak érdekében, hogy a hulladék-áram szennyezőanyag-tartalmát csökkentsék.

Mivel a folyamatokba integrált intézkedéseket célszerűen az újonnan épített telepeknél vagy a vadonatúj termelő folyamatoknál lehet bevezetni a nagy tőkét igénylő gazdasági korlátozások vagy a már meglévő üzemek esetében a kialakítással járó megszorítások (pl. helyhiány) miatt, ezért a vegyiparban és a legtöbb másfajta ipari területen a csővégi kezelési eljárásokat csak a szennyvíz és az általa hordozott szennyező anyagok mennyiségének csökkentése érdekében alkalmazzák. Ezek az eljárások kiterjednek az előkezelésre is, ám magukban foglalják a különválasztott szennyvizek végső kezelését is, csakúgy, mint az összegyűjtött szennyvíz központi kezelését a befogadó vízbe való kibocsátás előtt.

A szennyvizek kezelésére szolgáló egyes „csővégi” kezelési technikákat és a vegyiparban a főbb szennyező anyagok ellenőrzésére való alkalmazhatóságukat tekinti át a következő oldalon lévő táblázat.

Eljárás	Összes szuszpendált szilárd anyag (TSS)	BOI, KOI, összes szerves szén (TOC)	Nehezen éghető KOI	AO X EO X	Összes N	NH <sub>4</sub> -N (NH <sub>3</sub> )	PO <sub>4</sub> -P	Nehéz fémek	Fenolok	Olaj
Ülepítés	X	X						X		
Flotáció levegővel	X	X						X		X
Szűrés	X	X						X		
Membránszűrés és ultraszűrés	X	X								
Olajleválasztás		X								X
Lecsapás							X	X		
Kristályosítás							X	X		
Kémiai oxidáció		X	X	X						
Oxidáció nedves levegővel		X	X	X					X	
SCWO (szuperkritikus oxidáció)		X	X	X					X	
Kémiai redukció										
Kémiai hidrolízis										
NF/RO (nanoszűrés/reverz ozmózis)		X	X	X				X		
Adszorpció		X	X	X				X		
Ioncsere		X						X		
Extrakció		X	X	X						
Desztilláció és rektifikáció		X	X	X						
Bepárlás		X						X		
Sztrippelés		X		X		X				
Égetés		X	X	X		X		X	X	X

#### 4.4 HULLADÉKOK

A gyógyszergyártó iparban mind a három termelő szakaszban egyaránt keletkeznek veszélyes és nem veszélyes hulladékok. Ezek között a hulladékok között előfordulhatnak fel nem használt vagy visszamaradt nyersanyagok vagy termékek, használt oldószerek, reakciómaradékok, használt szűrőközegek, fenékmaradékok, használt vegyszerek és reagensek, a szűrőkből vagy a levegőszennyezettség-ellenőrző berendezésekből származó porok, a nyersanyagok csomagolásából származó hulladékok, laboratóriumi hulladékok, kiömlött vegyszerekből keletkezett hulladékok, valamint a formulázott termék csomagolása során termelődött hulladékok.

A gyógyszergyártó iparban a nagy tömegű terméket létrehozó műveleteket a végterméknek (készterméknek) a nyersanyaghoz való arányával lehet jellemezni, ez a mutatószám itt alacsony. Ennélfogva nagyobb mennyiségben jön létre a maradékok révén keletkező hulladék, különösen a fermentáció és a természetes termékek extrakciója folyamán. A vegyi szintézist alkalmazó műveletek során olyan hulladékok keletkeznek, melyek veszélyes használt oldószereket és reagenseket tartalmaznak, olyasféle maradék-hulladékokkal kombináltan, mint például a reakciók maradékai. A berendezések tisztítóvize és a maradékok – melyek szintén gyakran tartalmaznak veszélyes vegyületeket – úgyszintén lényegesebb hulladékáramot hoznak létre.

A fermentációs műveletekből és természetes termékek extrahálási műveletiből származó szűrőlepenyek és használt nyersanyagok (növények, gyökerek, állati szövetek, stb.) képezik a két legnagyobb maradékhulladék-forrást a gyógyszergyártó iparban. Másfajta hulladékokat képeznek a reakciók maradékai és a vegyi szintézises műveletekből eredő szűrletek. Ezeket a hulladékokat ki lehet hajtani bármely olyan oldószerral, ami bennük megmarad, majd vagy veszélyes hulladékként, vagy nem veszélyes hulladékként meg lehet semmisíteni őket. A szilárd hulladékokat jellemzően elszállítják megsemmisítés vagy égetés céljából.

Számos gyakorlati megoldást vezetnek be az iparban a hulladékok keletkezésének meggátolására és az anyagvesztések csökkentésére. A jellegzetes gyakorlati megoldások közé tartozik a folyamat-optimalizálás, a termelés-tervezés és gyártás-ütemezés, az anyagok sorsának nyomon követése és a raktárgazdálkodás, a speciális anyagkezelő és tároló műveletek, a megelőző karbantartási programok, valamint a hulladékáramok különválasztása.

A legtöbb szennyvízkezelő művelet és folyamat során iszap keletkezik, bár ennek a mennyisége, állaga (konzisztenciája) és összetétele a szennyvíz összetételétől és a kezelési eljárás módjától függ. Az iszap rendszerint folyékony állapotú, vagy félszilárd állagú folyadék formájú, melynek a szilárdanyag-tartalma 0,25-12 súly% között szokott lenni, és elsődlegesen azokat a szennyező anyagokat tartalmazza, melyeket a szennyvízből távolítottak el. A biológiai szennyvízkezelő telepekről származó, nagy mennyiségű eleveniszap (aktív iszap) legtöbbször bomlástermékekből (degradációs termékekből, elásványosított anyagokból) áll, valamint biológiai szövetek fordulnak benne elő, továbbá olyan szennyező anyagok vannak még benne, mint például a nehézfémek.

A kezeletlen iszapokat ártalmatlanítani kell, mert:

- a benne lévő szennyező anyagok összetétele olyan hatást gyakorol a levegőre, ami meggátolja a lerakódásukat,
- a benne lévő szennyező anyagok összetétele olyan hatást gyakorol a vizekre, ami meggátolja, hogy bele lehessen engedni őket egy befogadó folyóba,

- az iszapban lévő víz nagy mennyisége az égetéssel történő megsemmisítést nem vonzó műveletté avatja, az ehhez szükséges energia miatt.

A szennyvízkezelő telepeknél alkalmazott iszapkezelési módszerek a következők (részletesen nem foglalkozunk minden módszerrel):

- előzetes műveletek,
- iszapbesűrítési műveletek,
- iszapstabilizálás,
- iszapkondicionálás,
- iszapvíztelenítési eljárások,
- szárítási műveletek,
- termikus iszap-oxidáció,
- iszappal a helyszínen történő talajfeltöltés.

A kezelési műveletek és a megsemmisítési utak lehetnek egyedüli lépésekben megvalósított műveletek, vagy ilyen egyedi műveletek kombinációi.

### **Iszapbesűrítés és iszapvíztelenítés**

#### **Leírás:**

Az iszapbesűrítés és az iszapvíztelenítés olyan műveletek, melyek növelik az iszap szárazanyag-tartalmát, és eltávolítják a vizes frakció egy részét. Előnyük az, hogy többedrészére (körülbelül ötödére vagy még ennél is jobban) csökken a térfogat, ami elősegíti a rákövetkező kezeléseket, valamint csökkenti a kezelő berendezés szükséges méretét és kapacitását is. A kétfajta kezelés csak a víztávolítás mértékében különbözik egymástól.

Az általánosan alkalmazott eljárások a következők:

- gravitációs besűrítés vagy ülepités (szedimentáció), amihez egy ülepitő kádat szoktak használni,
- centrifugális besűrítés (ami egyúttal víztelenítő eljárás is), ez ideális a nagy szilárdanyag-tartalom elválasztására, a működtetés merevdobos zárt centrifugaként vagy perforált dobú centrifugaként történhet,
- flotációs besűrítés (DAF), melyhez DAF-berendezést szokták alkalmazni,
- gravitációs szalagos besűrítés, melyhez olyan gravitációs szalagot szoktak használni, amely hajtott görgőkön fut, a kondicionált iszapot az egyik végén adagolják be a betápláló-elosztó dobozba, majd az iszapot egy sor kés segítségével összetörik és felaprítják, így a szabaddá vált víz át tud haladni a szalagon.
- Forgódobos besűrítés, az egység ennél a megoldásnál egy iszap-kondicionáló rendszerből áll, polimerből-betáplálással és forgóhengeres szitákkal, ahol a polimer és a híg iszap összekeveredik, ezáltal létre tud jönni a flokkuláció, ezután a pelyheket a forgószítás dobokban elválasztják a víztől.

<b>Előnyök:</b>	<b>Hátrányok:</b>
<p><b>Gravitációs (nyitott) besűrítés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kiváló eredmények kezeletlen primer iszapokkal.</li> <li>– A gravitációs besűrítés általában kisebb telepeknél és 4-6 % közötti iszap-koncentrációknál nyújt kielégítő eredményeket.</li> <li>– Alacsony energia-fogyasztás.</li> </ul> <p><b>Centrifugális besűrítés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A száraz iszapleány jó hatásfokkal jön létre, és a nehezen szűrhető szilárdanyagok kinyerése is jó.</li> <li>– A helyigény viszonylag alacsony, másfajta víztelenítő rendszerekhez viszonyítva.</li> <li>– Könnyű a felszerelés, üzembeállítás.</li> <li>– Minimális a szaggal kapcsolatos probléma.</li> </ul> <p><b>DAF-besűrítés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Biológiai kezelési műveletekből származó szennyvíziszap esetében jó hatékonyság.</li> </ul> <p><b>Gravitációs szalagos besűrítés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Jó eredmények nyers és rothasztott iszapok esetében.</li> </ul> <p><b>Forgódobos besűrítés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alacsony karbantartási követelmények, kicsi az energia- és helyigény.</li> </ul> <p><b>Szalagos szűrőprések:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nagy víztelenítési hatékonyság.</li> <li>– Könnyen karbantartható.</li> </ul> <p><b>Szűrőprések:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nagy víztelenítési hatékonyság, alacsony a szuszpendált szilárd anyagok koncentrációja a szűrletben.</li> </ul>	<p><b>Gravitációs besűrítés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nagy telepek esetében csak marginális eredmények.</li> <li>– Olyan hulladékoknál, ahol az eleveniszap (aktív iszap) csak alacsony szilárdanyag-koncentrációval rendelkezik.</li> </ul> <p><b>Centrifugális besűrítés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nagy az energia-fogyasztás a víztelenített iszap egységére vetítve.</li> <li>– Ez a módszer biztosítja a víztelenítő rendszerek közül a legalacsonyabb szilárdanyag-koncentrációt a szűrőleányban.</li> <li>– Rezgések és zaj keletkezése.</li> <li>– Szakképzett karbantartó személyzetre van szükség.</li> </ul> <p><b>DAF-besűrítés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Érzékeny a fagyásra (a levegőt bejuttató fűvókák elzáródása).</li> <li>– Szaggal rendelkező (bűzös) anyagok kibocsátása (a kihajtó hatás miatt).</li> </ul> <p><b>Szalagos szűrőprések:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hidraulikus korlátozások.</li> <li>– Nagyon érzékeny a bemenő iszap betáplálási paramétereire, jellegzetességeire.</li> <li>– Rövid a közeg élettartama, más víztelenítő berendezésekéhez viszonyítva.</li> </ul> <p><b>Szűrőprések:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Szakasos működtetés.</li> <li>– Speciális követelmények a hordozó szerkezettel, a padozattal és a személyzet szakképzettségével (szakmai tapasztalatával) szemben.</li> <li>– Korlátozott a szűrőszövet élettartama.</li> </ul>
<p><b>Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:</b></p> <p>Az iszapbesűrítés és az iszapvíztelenítés olyan iszapoknál alkalmazott előkezelési eljárás, melyekkel könnyebben lehet bánni további kezeléseik céljából, azaz a keletkező iszap a besűrítés és a víztelenítés után már vagy a végső kezelést igényli, vagy építészeti jellegű talajfeltöltéseknél használják fel az ilyeneket. A vizes kifolyó anyagokat (a felülúszó fázist és a szűrletet) a szennyvízkezelő telepre visszavezetik.</p> <p>A zajt és a szagot a berendezés lezárásával és/vagy zártra építésével lehet megoldani.</p>	

**Monitoring:**

A zavarok megakadályozása érdekében a besűrítési műveletet legalább szemmel figyelemmel kell kísérni. A belépő iszapot és az iszap konzisztenciáját, valamint a kibocsátott víz turbiditását (zavarosságát) gyakran kell megmérni és monitorozni. Az összetapadó, egybeálló iszap megjelenését észre kell venni és az ilyen iszap kikerülését meg kell akadályozni.

Ha érzékeny berendezéseket, például szűrőszöveteket is használnak, akkor ellenőrizni kell a bemenő anyagot, hogy meg lehessen akadályozni a túl nagy méretű vagy más szempontok szerint kritikus szilárd anyagok bekerülését.

**Stabilizálás és kondicionálás****Leírás:**

A szennyvíziszap stabilizálása olyan kezelési művelet, amit az alábbiak érdekében végeznek:

- a szaggal bíró (bűzös) alkotóanyagok mennyiségének csökkentése vagy kiküszöbölésük,
- a biológiailag lebontható iszap szilárdanyag-tartalmának a csökkentése,
- a víztelenítés javítása,
- a patogén mikroorganizmusok számának csökkentése,
- a rothadásra való hajlam csökkentése vagy megszüntetése.

**Alkalmazás:**

A stabilizálást és kondicionálást olyan, szerves anyagokat tartalmazó iszapok esetében szokták alkalmazni, melyeket be szándékoznak sűríteni és/vagy melyeket vízteleníteni kell.

**Előnyök:**

Kémiai stabilizálás és kondicionálás:

- Standard eljárás, nagyobb technológiai követelmények nélkül.
- Hatásos módszer a lefelé haladó irányú szűrés javítására (kondicionálás), valamint a szaggal rendelkező, bűzös anyagok és patogén mikroorganizmusok kiküszöbölésére (stabilizálás).

Termikus stabilizálás és kondicionálás:

- Csak mérsékelt helyigény.
- További vegyszerek adagolása, használata nélküli, hatékony kezelési módszer, mind a víztelenítésre alkalmas iszap létrehozására, mind a baktériumok elpusztítására, elroncsolására.
- A legjobban ez felel meg olyan biológiai iszapok esetében, melyeket nehéz más eszközökkel stabilizálni vagy kondicionálni.

**Hátrányok:**

Termikus stabilizálás és kondicionálás:

- Nagy a tőkeigény, más eljárásokhoz viszonyítva.
- Nagy az energia-fogyasztás.
- A szaggal bíró, bűzös anyagok kilépése fontos szempont.
- 

**Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:**

- A kémiai stabilizálás és kondicionálás jelentősen megnöveli a kibocsátandó szilárdanyag-tartalmat, kivéve a polimerek használatával végzett kondicionálást. Minthogy a meszes stabilizálás nem roncsolja el a baktériumok szaporodásához szükséges szerves anyagokat, ezért az iszapot fölös mennyiségű mésszel kell kezelni, vagy el kell eresztetni, mielőtt a pH-esés jelentőssé válna. A fölös mennyiségű mész adagolása a kezdeti, pH = 12 értékű kémhatás fenntartásához szükséges mész mennyiségének akár a másfélszeresét is elérheti.

## Termikus iszapcsökkentés

### Leírás:

A termikus iszapcsökkentést kétfajta alkalmazásra lehet felbontani:

- hővel végzett szárítás, melynél a víztartalmat a víznek gőzzé való alakításával csökkentik,
- a beszárított iszap oxidálása, ahol a szervesanyag-tartalom mineralizációja révén történik a csökkentés.

Az általánosan használt szárító berendezések a következők:

- forgó szárítók (rotációs szárítók),
- porlasztva szárítók,
- gyorszáritók (ún. „flash”-szárítók),
- bepárlók,
- többszörös szárítók.

### Alkalmazás:

A termikus iszapcsökkentés nem szükségszerűen tartozik bele egy vegyi termelést folytató helyszínen az alkalmazandó technológiák körébe. Rendszerint csak a nagyobb telephelyek, gyárak végzik ilyen mélységig az iszapkezelést, mások inkább megbízás alapján külső feldolgozásra helyezik ki iszapjukat. Ennek okai közé az alábbiak tartoznak: Szakképzett személyzetre van hozzá szükség, jelentős a tökeköltség és magasak a karbantartási költségek, és a keletkező hőből származó előnyöket általában csak a nagyobb üzemek tudják kihasználni, vagy olyan gyárak, ahol az erre a célra alkalmas berendezések már rendelkezésre állnak. Más hulladékokkal együtt történő égetés például csak olyan gyártóhelyeken jöhet szóba, ahol már működtetnek hulladék-égetőt – feltéve, hogy az égető berendezés megfelelően fel van szerelve -, vagy ahol már tervbe van véve egy égető-egység kialakítása.

### Előnyök

Égetés:

- Hatékony módszer az iszapban található szervesanyag-tartalom elroncsolására.

Égetés más hulladékokkal együtt:

- A víz elpárologtatásához és az iszap elégetéséhez szükséges hőt a szilárd anyagok égése biztosítja, nincs szükség kiegészítő fűtőanyagra.

Nedves levegős oxidálás:

- A műveletet meg lehet úgy tervezni, hogy termikusan önfenntartó legyen, néha még az energia visszanyerése (termelése) is lehetséges.

Deep-shaft reaktor:

- Kis helyigény.
- Nagy eltávolítási hatékonyság a

### Hátrányok

Égetés:

- Bonyolult művelet, ami szakképzett személyzetet igényel.
- Általánosan elterjedt a kiegészítő fűtőanyagok használata.
- Gáz alakú emissziók és szaggal bíró (bűzös) anyagok kilépése.

Égetés más hulladékokkal együtt:

- Ennek során magas emissziós értékek jöhetnek létre a PCDD/PCDF és a nehézfémek tekintetében, ha az égetési körülményeket és a füstgáz-tisztító rendszert nem az anyagoknak megfelelően alakítják ki (pl. elsődleges intézkedések a dioxin-csökkentés érdekében, másodlagos intézkedések mind a dioxin, mind a nehézfémek csökkentése érdekében).

Nedves levegős oxidálás:

- Nagy-erősségű visszavezethető lúg (oldat) keletkezik.
- Bonyolult művelet, ami szakképzett személyzetet igényel.

Deep-shaft reaktor:

- A művelet végrehajtásához és kézbentartásához szakképzett személyzet

<p>szuszpendált szilárd anyagok és a szerves anyagok tekintetében.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A művelet teljes mértékben exoterm.</li> <li>– Kicsi a szaggal bíró (bűzös), vagy kifogásolható levegő-emisszió.</li> </ul>	<p>szükséges.</p>
<p><b>Környezeti elemek közötti kölcsönhatások:</b></p> <p>A termikus iszapcsökkentésnél a leglényegesebb környezeti szempont az, hogy a művelet során gáz és folyadék halmazállapotú emissziók jönnek létre. A fluid-ágyas égetőkből származó gáz-alakú emissziók az iszap összetételétől és a használt kiegészítő fűtőanyagtól függően az alábbiakat tartalmazzák: részecskéket (hamu), nitrogén-oxidokat, savas gázokat, szénhidrogéneket, nehézfémeket. A levegőt szennyező anyagok kilépésnek elkerülése érdekében nedves gázmosókat szoktak alkalmazni. A nedves gázmosókból kilépő vizes anyagok szuszpendált szilárd anyagokat és oldott hulladékgázokat tartalmaznak, ezért ezt a folyadékot szennyvízkezelési műveleteknek kell alávetni.</p>	
<p><b>Monitoring:</b></p> <p>Az égetési műveletet (a kemencés égetést) rendszerint folyamatszabályozó rendszer felügyelete alatt végzik, és a következők segítségével monitorozzák, figyelik, ellenőrzik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– térfogat-mérés,</li> <li>– hőmérséklet-mérés,</li> <li>– nyomás-mérés,</li> <li>– analízisek.</li> </ul> <p>A szabályozási mechanizmusok biztosítják azt, hogy az égetési zónában a meghatározott hőmérséklet mindig meglegyen, és a füstgázban az oxigén-koncentráció pontosan legyen meg. Ha biztosítják az optimális tartózkodási időt, a levegő-felesleget és a hőmérsékletet, akkor tökéletes elégetés érhető el.</p>	

## 4.5 EGYÉB TECHNIKÁK ÉS ELJÁRÁSOK

### 4.5.1 *Visszaforgatás, visszanyerés és újrahasználat*

Az újrahasznosítás és visszanyerés körébe tartozik a hulladék-anyagok közvetlen újrafelhasználása, a használt anyagok visszanyerése különálló, más felhasználás céljaira, valamint a hulladékból a szennyezések eltávolítása annak érdekében, hogy viszonylag tiszta anyagokat kapjanak. Noha a gyógyszergyártó iparban szokásos, szigorú minőségellenőrzési követelmények gyakran korlátokat szabnak az újrafelhasználás lehetőségeinek, mégis létezik néhány ilyen eset, melyek nagyon értékesnek tekinthetők az ipar számára, mivel csökkentik a felhasznált nyersanyagok, valamint a keletkezett és kibocsátott, megsemmisített hulladékok mennyiségét, térfogatát.

A visszaforgatás és a visszanyerés a gyógyszergyártó iparban lehetőségeket, ám egyben nagy kihívásokat és nehézségeket (GMP előírások!) hordoz magában a fölhasznált oldószerek mennyiségének csökkentése terén.

### 4.5.2 *Kutatások a szennyezés-megelőzés érdekében*

Az oldószerek mennyiségének csökkentése, minimalizálása

Az egyik ilyen, immár potenciális lehetőségeket hordozó kutatási téma a szuperkritikus oldószerek területe. A szuperkritikus folyadékokat közismerten nagyon hatékony

oldószernek tekintik, melyek alternatív megoldásként jöhetnek szóba a gyógyszergyártó iparban szokásos elválasztási műveleteknél alkalmazott, hagyományos klórozott szénhidrogének mellett, valamint másfajta toxikus oldószerrel szemben. Az, hogy ezek az oldószer szuperkritikus állapotban vannak, azt jelenti, hogy nagyon magas a hőmérsékletük és/vagy a nyomásuk. Ha a szuperkritikus állapotnál a hőmérséklet és/vagy a nyomás értékében csak egy viszonylag kicsiny változás jön is létre, ez máris jelentős eltéréseket képes előidézni az oldószerben található vegyszerek oldhatóságában. A szuperkritikus állapot által előidézett oldhatóság-növekedés ideális az elválasztási műveletnél, mivel ezáltal csökken a használt oldószer összes térfogata. A fizikai paraméterek azonban nagyon szélsőségesek, az iparágban elterjesztésük addig nem várható, amíg a folyamatok biztonsága technikailag nem megoldott, hiszen egy „run-away” állapot esetén a reakció ellenőrizhetetlenné válik, és balesetszerű toxikus anyagkibocsátás jön létre, aminek környezeti és humán terhei nagyobbak a normál oldószer használatnál.

Reális cél a jobb hatékonyságú érintkeztetés, pl. kúpos fenekű, keverős extraktorok alkalmazásával.

Tökéletesítés és fejlesztések az elválasztások terén

Az aktív anyagoknak az oldószerből történő elválasztása az egyik legfontosabb művelet a gyógyszeriparban. A kutatások e téren arra irányultak, hogy olyan elválasztási módszereket fejlesszenek ki, melyekkel kevesebb melléktermék és kevesebb hulladék jöjjön létre.

Az egyik technológia, amely ilyen lehetőségeket kínál, a szervesetlen membrán-reaktorok alkalmazása. Ezek a -lényegüket nézve- reaktorok, olyan beépített elválasztó szeparátorokkal ellátottak, melyek lehetőséget nyújtanak a reakció-lefutás olyan alakítására, hogy a reaktor sokkal jobb kihasználása és termék sokkal nagyobb koncentrációja jöhessen létre. A szervesetlen membránok lehetővé teszik a termék folyamatos eltávolítását, valamint a reagensek szabályozott adagolását. Ez viszont megteremti a magasabb kihozatalnak a lehetőségét, és a vegyszerek nagyobb szelektivitással történő alkalmazásának a módját, aminek következtében pedig csökkenhet a szükséges oldószer térfogata, s vele együtt a költségek és a hulladékok mennyisége is. Tehát annak következtében, hogy a reakció és a szeparáció egyetlen lépésbe lett végrehajtva, megszűnnek azok az emissziók is, melyek a hagyományos módon a reakciós lépésből a szeparációs lépésbe való átmenet közben jöttek létre.

## 5. KÖRNYEZETVÉDELMI VEZETÉSI RENDSZEREK

A legjobb környezeti teljesítményt a létesítmények rendszerint a legjobb technológiának a leghatékonyabb módon történő üzemeltetésével érhetik el. Ezt felismerve szól a BAT definíciójában a „technika” fogalmának meghatározása a következőképpen: „*a technika fogalmába beleértendő az alkalmazott technológia és módszer, amelynek alapján a berendezést (technológiát, létesítményt) tervezik, építik, karbantartják, üzemeltetik és működését megszüntetik, a környezet helyreállítását végzik*”.

Az IPPC létesítmények esetében a környezetvédelmi vezetési rendszer (KVR) egy olyan eszköz, amit az üzemeltetők szisztematikusan és demonstrálható módon alkalmazhatnak a tervezés, szerkesztés, karbantartás, üzemeltetés és a tevékenység felhagyása során. Egy KVR magában foglalja a szervezeti felépítést, a felelősségeket, a gyakorlati megoldásokat, eljárásokat és műveleteket, valamint erőforrásokat a környezeti politika kifejlesztése, bevezetése, karbantartása, áttekintése és monitorozása folyamán. A környezetvédelmi vezetési rendszerek akkor működnek a leghatásosabban és legcélszerűbben, ha az üzemeltetés és az átfogó irányítás elválaszthatatlan részét képezik.

Miközben mind a szabványosított rendszerek (EN ISO 14001:2004<sup>7</sup> és EMAS<sup>8</sup>), mind a nem-szabványosított (“vevőre alkalmazott”) rendszerek elvben a *szervezet*-et tekintik egységnek, addig az IPPC esetében megengedett a szűkebb értelmezést használni, melybe nem tartozik bele a szervezet összes tevékenysége, amiatt, hogy a szabályozott egység a 193/2001. (X. 19.) Korm. rendelet értelmében a *létesítmény*.

Egy KVR lehet szabványosított vagy nem-szabványosított rendszer. A bevezetés és valamely, nemzetközileg is elfogadott szabványosított rendszerhez, mint például az EN ISO 14001:2004 számú szabványhoz való ragaszkodás hitelesebbé képes tenni az KVR-t, különösen, ha azt egy megfelelő külső tanúsítás is alátámasztja.

Az EMAS tovább növeli a megbízhatóságot. Ezt elősegíti a környezeti jogszabályok betartását elősegítő mechanizmus, valamint a környezeti nyilatkozat révén a nyilvánosság bevonása.

A nem-szabványosított rendszerek elvben ugyanilyen hatékonyak lehetnek, feltéve, hogy megfelelőképpen tervezték meg őket és alkalmas módon történt a bevezetésük.

Egy KVR bevezetése és az iránta való elkötelezettség az üzemeltető figyelmét a létesítmény környezeti teljesítményére irányítja. Különösen a normális és a normálistól eltérő helyzetekre kialakított egyértelmű üzemeltetési eljárások karbantartása és végrehajtása, továbbá a hozzárendelt felelőségek biztosítják, hogy a létesítmény engedélyében szereplő feltételeket betartsák és más környezeti célok és feladatok teljesítése minden időben megtörténjen.

A környezetvédelmi vezetési rendszerek általában biztosítják a létesítmény környezeti teljesítményének folyamatos javítását, tökéletesítését. Minél kedvezőtlenebb a kiindulási helyzet, annál nagyobb rövid távú javulást lehet elvárni. Ha a létesítmény jó környezeti teljesítménnyel rendelkezik, akkor a rendszer segít az üzemeltetőnek a magas teljesítményszint megőrzésében, fenntartásában.

---

7 Környezetközpontú irányítási rendszerek

8 Közösségi környezetvédelmi vezetési és hitelesítési rendszer

A környezetmenedzsment-technikákat úgy tervezik meg, hogy a környezeti hatást általában veszik figyelembe, ami összhangban áll az IPPC integrált megközelítésével.

Az alábbiakban leírt komponensek minden IPPC létesítményre alkalmazhatók. A KVR tárgya (pl. a részletessége) és természete (pl. szabványosított vagy nem-szabványosított) általában véve a létesítmény jellegével, méretével és komplexitásával, valamint a környezetre gyakorolt hatásával függ össze.

A KVR bevezetésének és működtetésének költségei magasak, de nem ésszerűtlen mértékben azok, mivel:

- A KVR magasabb fokú koordinációt és integrációt valósít meg más menedzsment-rendszerekkel, ami a költségek csökkentésének egyik lehetséges útjaként értékelhető.
- Az összes környezeti cél elérésére és a feladatok megoldására felhasznált ráfordítások kb. fele egy éven belül megtérül a költségmegtakarítások és/vagy növekvő bevétel következtében.
- A legnagyobb költségmegtakarítást az energiára, a hulladék-kezelésekre és a nyersanyagokra fordított csökkenő kiadások révén lehetett elérni.
- A legtöbb cég úgy gondolja, hogy a piacon elfoglalt helyüket erősíti a KVR. A cégek egyharmada arról számolt be, hogy a KVR következtében növekedtek bevételei.

A környezetvédelmi vezetési rendszerek számos előnyt nyújthatnak, például:

- átláthatóbbá teszi a cég környezetvédelmi helyzetét,
- megalapozottabb a döntéshozatal,
- a dolgozók jobban motiválhatók,
- további lehetőségek nyílnak az üzemeltetési költségek csökkentésére és a termék minőségének javítására,
- javul a környezeti teljesítmény,
- javul a cégről kialakult kép, az imázs,
- csökkennek a felelősségi, biztosítási és a meg nem feleléssel kapcsolatos költségek,
- nagyobb a vonzóerő a munkavállalók, az ügyfelek és a befektetők részéről,
- növekszik az ellenőrző szervek bizalma, ami csökkenő számú ellenőrző felülvizsgálatokhoz, áttekintésekhez vezethet,
- javul a kapcsolat a nyilvánossággal és a környezetvédelmi szervezetekkel.

### ***ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK***

Számos környezetvédelmi vezetési technika számít BAT-nak. A környezetvédelmi vezetési rendszerek terén az elérhető legjobb technika (BAT) egy olyan környezetvédelmi vezetési rendszer bevezetése és az annak megfelelő működés, ami az egyedi körülményekre alkalmazva a következő jellegzetességeket foglalja magában:

(a) Környezeti politika meghatározása a létesítményre a felső vezetés döntése alapján, ami magában foglalja a felső vezetés elkötelezettségét arra, hogy

- kielégít minden fontosabb vonatkozó környezeti jogszabályt és más rendelkezést,
- eleget tesz minden más olyan követelménynek, amelyet a cég elfogad és aláír,
- keretet nyújt a környezeti célok és feladatok megállapításához és áttekintéséhez,
- dokumentált és azt minden munkavállalónak tudomására hozták,

- a nyilvánosság és minden érintett fél rendelkezésére áll, mivel az a felső vezetés elkötelezettsége a sikeres alkalmazás előfeltétele a környezetvédelmi vezetési rendszerek más tulajdonságaival együtt.

(b) A szükséges eljárások megtervezése és kialakítása annak érdekében, hogy

- a létesítmény környezeti vonatkozásait azonosítani lehessen,
- meg lehessen állapítani azokat a tevékenységeket, amelyek jelentős hatást gyakorolnak, vagy gyakorolhatnak a környezetre, és ezt az információt naprakész állapotban tartani,
- egy környezetmenedzsment-program kialakítása és rendszeres felfrissítése, korszerűsítése, beleértve a felelőségek átruházását is a kitűzött célok és feladatok elérése érdekében minden lényeges funkcionál és minden fontos szinten, valamint
- meghatározni azokat az eszközöket és azt az időkeretet, amelynek révén a megvalósításnak meg kell történni.

(c) Az eljárások bevezetése, különös figyelemmel az alábbiakra:

- szerkezet és felelőség,
- betanítás, elvárás és kompetencia,
- kommunikáció,
- a munkavállalók bevonása,
- dokumentálás (naprakész információk kialakítása és karbantartása, papír-alapú vagy elektronikus formában, a menedzsment-rendszer legfontosabb elemeinek és kölcsönhatásainak leírása, és útmutatás nyújtása a vonatkozó dokumentációk eléréséhez),
- hatékony folyamat-szabályozás (a folyamatok megfelelő szabályozása minden üzemelési mód mellett, azaz az előkészítésben, az indítás során, a rutinszerű üzemeltetés alatt, a leálláskor és a normálistól eltérő körülmények között),
- karbantartási programok,
- felkészülés a vészhelyzetekre és a megfelelő válaszok kialakítása,
- a környezeti jogi szabályozás kielégítésének biztosítása.

(d) A teljesítmény ellenőrzése és megfelelő korrekciós-kiigazító cselekmények megtétele, különös tekintettel a következőkre:

- monitorozás és mérés (a monitorozásra és a mérésre vonatkozó dokumentált eljárások kialakítása és rendszeresen végzett karbantartásuk, a műveletek és tevékenységek azon kulcsfontosságú jellegzetességei vonatkozásában, melyek lényeges hatást gyakorolhatnak a környezetre, beleértve a teljesítmény nyomon követéséről szóló információk feljegyzését, a lényeges üzemelési tevékenységek kontrollját és a berendezés környezeti céljainak és feladatainak való megfelelést),
- korrekciós és megelőző cselekmények, tevékenységek,
- a feljegyzések karbantartása,
- ahol lehet, ott független belső auditálás annak érdekében, hogy meghatározzák, a környezetvédelmi vezetési rendszer megfelel-e vagy nem felel meg a tervezett tevékenységeknek és értékeknek, és megfelelő volt-e a bevezetés és a karbantartás.
- A felső vezetés részéről az áttekintés, figyelemmel kísérés.

Az alábbi három támogató intézkedés megléte nem kötelező az elérhető legjobb technikának való megfeleléshez:

- 1.) Akkreditált tanúsító testület vagy egy külső tanúsító szerv által megvizsgált, ellenőrzött és érvényesített menedzsment-rendszer és auditálási eljárás.

- 2.) Egy szabályos környezeti nyilatkozat elkészítése és közzététele (és lehetőleg külső érvényesítése), amely a létesítmény valamennyi lényeges környezeti vonatkozását leírja, és ami lehetővé teszi az évről-évre való összehasonlítást a környezeti szempontú célkitűzések és a feladatok terén, valamint a gazdasági-ipari szektor benchmark<sup>9</sup>-jellegű más mutatószámaival való összehasonlítást, ha lehetséges.
- 3.) Egy nemzetközileg elfogadott rendszer bevezetése és az ennek megfelelő működés, ilyen például az EMAS és az EN ISO 14001:2004. Egy ilyen rendszer bevezetése nagyobb megbízhatóságot biztosít a KVR-nek, különösen az EMAS. Elvileg azonban a nem-szabványosított rendszerek is ugyanolyan hatékonyak lehetnek, megfelelő tervezés és bevezetés esetén.

Egy iparág számára speciálisan lényeges a KVR következő potenciális jellegzetességeinek a figyelembe vétele:

Figyelmet kell fordítani a tevékenység megszüntetéséből származó környezeti hatásokra is már az új üzem tervezésekor (a tevékenység megszüntetése a talaj és a felszín alatti víz szennyezése szempontjából jelent környezeti kockázatot, és nagy mennyiségű szilárd hulladék keletkezésével jár).

A megelőző technikák a műveletektől függenek, de általában az alábbiakra kell figyelmet fordítani:

- El kell kerülni a földalatti szerkezetek alkalmazását.
- A kialakítás során figyelemmel kell lenni a könnyű szétszerelhetőségre.
- Olyan felületi kialakítást, bevonatot kell választani, amit könnyen lehet a szennyezéstől mentesíteni.
- Olyan berendezés-konfigurációt kell alkalmazni, ami minimálisra csökkenti a vegyszerek visszamaradását, és ami elősegíti a leeresztést vagy a mosást.
- Rugalmasan kezelhető, önmagában álló egységeket kell tervezni, amelyek lehetővé teszik a fázisonként történő lezárást.
- Célszerű biológiailag lebontható és visszaforgatható anyagokat használni, ha erre mód van.
- Elő kell segíteni a tisztább technológiák alkalmazását.
- Ahol célszerű, az iparágra vonatkozó benchmark-jellegű összehasonlításokat kell végezni rendszeres időközönként, aminek ki kell terjednie az energia-hatékonyságra és az energia-megtakarítási tevékenységekre is, valamint a bemenő anyagok megválasztására, a levegőbe való emissziókra, a vízbe történő kibocsátásokra, a vízfogyasztásra és a hulladékok keletkezésére.

---

<sup>9</sup> Benchmark: viszonyítási pont (általában index)

## 6. A BAT ISMÉRVEINEK VALÓ MEGFELELÉS A MAGYAR GYÓGYSZERIPARBAN

A 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet 2 .sz. melléklete tartalmazza azt a tizenkét szempontot, melyet az elérhető legjobb technika meghatározásakor figyelembe kell venni. A felsorolt szempontokon túl tekintettel kell lenni az egyes intézkedések valószínű költségeire és előnyeire, továbbá az elővigyázatosság és a megelőzés alapelveire is.

A területi környezetvédelmi hatóság a Korm.rendelet 2. sz. mellékletében foglaltak figyelembe vételével állapítja meg a környezethasználó számára alkalmazandó elérhető legjobb technikát.

A környezetvédelmi hatóság a BAT meghatározásához a környezethasználóval szakmai konzultációt köteles folytatni.

A következő táblázat áttekintést nyújt a gyógyszeralapanyag-gyártás egyes eljárásainak relevanciájáról a BAT ismérveinek való megfelelés szempontjából:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Előkészítés, anyagmozgatás												
1.1 Tárolás	●	○	○	●	○	●			●	●	●	●
1.2 Anyagmozgatás	●	○	○	●	○	●			●	●	●	○
1.3 Készülék tisztítás	●	●	●	●	○	●			●	●	●	○
2. Hatóanyag előállítás, kinyerés, végfeldolgozás	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●
3. Kinyerés, végfeldolgozás	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●
4. Gyógyszerformák előállítása	●	●	●	●	●	●			●	●	●	○
5. Kilépő anyagok kezelése	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●
6. Kiszolgáló tevékenységek	●	●	●	●	○	●			●	●	●	●

● Releváns

○ Nem releváns

A következő táblázatok részletesen, mind a tizenkét szempontra vonatkozóan vizsgálják az egyes eljárások BAT elveit és azok megfelelését a magyar gyógyszeriparban.

I. KEVÉS HULLADÉKOT TERMELŐ TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
1.1 Tárolás	A tárolt anyagok minőségének megőrzése	A tárolás során megvalósítják a folyadékok és szilárd anyagok, illetve az egymással reakcióba lépő anyagok elkülönített tárolását. A lefejtéseknél az anyagvezetékekbe épített vezetőképesség-mérő műszer ellenőrzi az áramlást, és ha „idegen” anyagot észlel, letiltja a lefejtést. Így az anyagkeveredés kizárható.
	A vegyi anyagok környezeti elemekkel való érintkezésének megakadályozása	A folyadékok tartályparkban történő tárolásánál inertizálás és automatizált folyadék-felügyeleti rendszer működik.
	A tárolóhelyek tervezett és ellenőrzött működtetése	A tárolóhelyeken tárolt anyagok mennyiségeit lehetőség szerint minimalizálják, 'Just in Time' technikát és termelés-programozást alkalmaznak. A szilárd anyagok korszerű magas-polcos raktárban számítógépes nyilvántartással történő tárolását valósítják meg.
	A tárolt anyagok nyilvántartása és mennyiségének minimalizálása	A tárolóhelyeken jelenlévő anyagok mennyiségéről és veszélyességi jellemzőiről, minden készletmozgást azonnal regisztrálni képes készletnyilvántartó vállalatirányítási informatikai rendszert működtetnek. A nyilvántartásban visszakereshetők a készletmozgások. Központi kimérő rendszert működtetnek a raktárban, így a termelő egységekhez csak a napi termeléshez szükséges mennyiség kerül.
1.2 Anyagmozgatás	A vegyi anyagok környezeti elemekkel való érintkezésének megakadályozása	Folyadék-átfejtéseknél gázíngát alkalmaznak. Az épülő közúti lefejtőnél, illetve a vasúti átfejtésnél elfolyás elleni védelmet alkalmaznak.
	Az anyagmozgatás útjának lerövidítése	A telephelyen kémiai gyártási övezet kerül kialakításra.
	Az anyagmozgató eszközök üritési veszteségeinek minimalizálása	A vezetékeket inert nitrogénnel átfúvatják, nincs mosási hulladék.
1.3 Készüléktisztítás	A tisztítószer (oldószer) mennyiségének minimalizálása	A tisztításhoz a lehető legkevesbé veszélyes, legkisebb mennyiségű oldószer alkalmazását írják elő a célra megfelelőek közül. Alacsony oldószer igényű (CIP) tisztítási, mosási, öblítési technikát alkalmaznak.
	Dedikált gyártósorok alkalmazása a szükséges tisztítások számának csökkentésére	Ahol ez lehetséges dedikált gyártósorokat jelöltek ki egyes termékek előállítására, így nincs szükség termékváltásra és tisztításra.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
2. Hatóanyag előállítás 3. Kinyerés és végfeldolgozás	Elfolyások kiküszöbölése a berendezések alkalmas kialakításával	A gyártások alapvetően zárt rendszerekben történnék. A reaktorok hermetikus zárását csúszógyűrűs tömszelencékkel és zárófolyadék alkalmazásával biztosítják.
	Inert gáz adagolás minimalizálása	A szabályozott nitrogén áram létrehozását távvezérelt szelepek és nyomásszabályozók alkalmazásával valósítják meg.
	A kibocsátások csökkentése a műveletek és berendezések integrálása	Egyes technológiáknál a szűrés és a szárítás egy berendezésben történik.
	A vákuum anyagmozgatásra történő alkalmazásának csökkentése, kiváltása	Egyes technológiáknál az oldószerek hordóból történő beméréséhez pneumatikus szivattyúkat alkalmaznak.
	A technológia kibocsátásainak csökkentésére alkalmas megoldások alkalmazása	Az oldószereket visszaforgatják több gyártás esetén is. Az illékony szerves anyagok kibocsátását zárt technológiai rendszerek, kondenzáció, hűtés, mélyhűtés, krio-kondenzáció, adszorpció, abszorpció, katalitikus oxidáció alkalmazásával csökkentik. A technológiák lefutását folyamatosan ellenőrzik (ún. folyamat-felügyelet). Automatizált bemérő rendszerekkel gondoskodnak a technológiák szükségletei szerinti pontos anyagfelhasználásokról. A mérgező tartalmú szennyvizek anyalúgok kezelését már a keletkezés helyén elvégzik. A lehető leghatékonyabb elválasztást biztosító extraktor típus kiválasztása a gyártáshoz. A telephelyek termékprofiljának fokozatos átalakítását végzik: nagy volumenű olcsó termékek előállítása helyett, relatíve kis mennyiségű értékesebb anyagok előállítására koncentrálnak.
4. Gyógyszerformák előállítása	A levegőbe bocsátott VOC anyagmennyiségének csökkentése	Fokozatosan lecserélik a felhasznált oldószereket vízre, és lehetőleg csak alkoholokat használnak, de erre is van csereprogram.
	A levegőbe bocsátott szilárd anyag mennyiségének csökkentése	A porzással járó műveleteknél a bekövetkező szilárd anyag kibocsátás csökkentésére nagy hatékonyságú levegőszűrőt alkalmaznak. A szűrő integritását műszer ellenőrzi, szakadáskor letiltja a műveletet.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
5. Kilépő anyagok kezelése	Kevés hulladék keletkezésével járó leválasztási módszer alkalmazása	Több technológia esetén adszorpciós leválasztás helyett krio-kondenzáció, illetve a katalitikus oxidáció elvén működő leválasztót telepítenek. Az ammónia elnyelésénél szennyvíz helyett értékesíthető ammónium-szulfátot nyernek. A sósavas anyalúgot felhasználják a helyi szennyvízkezelőben.
6. Kiszolgáló tevékenységek	A kiszolgáló tevékenységek környezetvédelmi felügyelete	A cég gőzt vásárol, korszerű gázkazánnal működő erőműtől. A szennyvizeit fogadó tisztító hatásfokáról tájékozódik, és nem terheli azt biológiailag nem bontható szennyezéssel.
	Az erőforrások környezetkímélő felhasználása	A telephelyen belül kétféle csatornahálózatot használnak (kommunális + savas), a savas csatorna a gyári szennyvíztisztítóba vezet.

## II. KEVÉSBÉ VESZÉLYES ANYAGOK HASZNÁLATA

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
1.3 Készüléktisztítás	<p>Ultrahangos, ill. egyéb (száraz, mechanikus) anyagfelhasználást nem igénylő módszerek alkalmazásának lehetősége</p> <p>A célnak megfelelőek közül a legkevésbé veszélyes tisztítószer (oldószer) alkalmazása</p>	<p>Új eljárások bevezetésekor a környezetet nem terhelő tisztító anyagok, tisztítási módszerek alkalmazását részesítik előnyben.</p> <p>A tisztításhoz a lehető legkevésbé veszélyes, legkisebb mennyiségű oldószer alkalmazását írják elő a célra megfelelőek közül. Alacsony oldószer igényű (CIP) tisztítási, mosási, öblítési technikát alkalmaznak.</p>
2. Hatóanyag előállítás 3. Kinyerés, végfeldolgozás	<p>Kevésbé veszélyes reakcióközegek megválasztása</p> <p>Kevésbé veszélyes reaktánsok megválasztása</p>	<p>A korábban széles körben alkalmazott benzol lecserélése toluolra vagy etilacetátra. (RX→R11).</p> <p>A szénteraklorid helyettesítése más, kevésbé veszélyes oldószerrel (R26→R11).</p> <p>A kloroform metil-izobutil-ketonra cserélése (R40→R11).</p> <p>Többféle oldószer használata esetén meghatározott program szerint dolgoznak a „monosolvent” gyártási metodika kidolgozásán. Ilyen esetekben az oldószer visszaforgatására is nagyobb az esély a keresztszennyeződések elkerülése miatt.</p> <p>Előnyben részesítik a veszélyes reaktánsok a reakció közegen belül történő felszabadítását és azonnali elreagáltatását. Az oldatban történő brómozás helyett áttérnek a fotobrómozásra.</p>
4. Gyógyszerformák előállítása	Kevésbé veszélyes oldószerek alkalmazása	Fokozatosan lecserélik a fölhasznált oldószereket vízre, és lehetőleg csak alkoholokat használnak, de erre is van csereprogram.
5. Kilépő anyag kezelés	Csővégi eljárásoknál felhasználásra kerülő vegyi anyagok közül az eredményességet biztosító legkevésbé veszélyes anyagok használata, vagy alternatív fizikai megoldások keresése	<p>Vizes abszorbereket használnak, ahol ez elégséges.</p> <p>Ha tiszta anyag abszorbeáltatása történik, és a kemiszorpcióval keletkezett új (mellék)termék hasznosítására van lehetőség, ezt választják, és nem a további szennyvízkezelést igénylő vizes elnyeletést.</p> <p>VOC anyagokat krio-kondenzációval választanak le adszorberek alkalmazása helyett.</p>
5. Kiszolgáló tevékenységek	A célnak megfelelő legkevésbé veszélyes anyagok alkalmazása	<p>Azbesztmentes tömítési anyagokat alkalmaznak.</p> <p>A freonos hűtőgépeket ammóniásra cserélik. A légkompresszorokat száraz üzemű, kenést nem igénylő típusokra cserélik.</p> <p>Előnyben részesítik a vasúti szállítást a közúttal szemben.</p>

III. A FOLYAMATBAN KELETKEZŐ ÉS FELHASZNÁLT ANYAGOK ÉS HULLADÉKOK REGENERÁLÁSÁNAK ÉS ÚJRAFELHASZNÁLÁSÁNAK ELŐSEGÍTÉSE

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfeleléség</b>
1.3 Készüléktisztítás	Tisztító oldószerek visszaforgatása, regenerálása	A tisztításra használt oldószereket lehetőség szerint regenerálják.
	Regenerált oldószerek felhasználása tisztítási célokra	A regenerált oldószereket lehetőség szerint tisztítási célra felhasználják.
2. Hatóanyag előállítás 3. Kinyerés, végfeldolgozás	Reakcióközeg oldószerek visszanyerése, regenerálása, újra hasznosítása, vagy értékesítése	Olyan esetekben, ahol a technológiai előírások és a használt oldószer típus lehetővé teszi, az oldószerek kb. 80-90 %-át tisztítás után visszaforgatják.
	Katalizátorregenerálás, vagy -értékesítés	A használt Raney-Ni illetve Pd katalizátort regenerálják. Ha kimerült értékesítik.
	Egyéb anyagok regenerálása, vagy értékesítése	Nem veszélyes hulladékok szelektív gyűjtése és újrahasznosítása szervezeten folyik. A gyár olyan égetővel köt szerződést hulladékártalmatlanításra, ahol hőhasznosítás is történik. Szennyvízből kinyerhető terméket (pl. cink-karbonát) értékesítenek.
4. Gyógyszerformák előállítása	Egyéb anyagok, köztes termékek, rontott termékek visszadolgozási, vagy egyéb hasznosítási lehetőségei	A szigorú GMP előírások miatt erre nincs lehetőség. A selejtet égetéssel ártalmatlanítani kell.
5. Kilépő anyag kezelése	Nem termékként keletkező kilépő anyagok hasznosítása, vagy értékesítése	A technológiában melléktermékként leválasztott sósavat a szennyvízkezelőben pH állításhoz felhasználják.
	Központi oldószer regenerálás	A gazdaságos oldószer regenerálás érdekében az üzemi regenerálásokon kívül központi oldószer regenerálót is működtetnek.
6. Kiszolgáló tevékenységek	A keletkező hulladékok újrahasznosítása, értékesítése	Göngyölegmosót üzemeltetnek, a tiszta göngyöleget újrahasznosítják.

IV. ALTERNATÍV ÜZEMELTETÉSI FOLYAMATOK, BERENDEZÉSEK VAGY MÓDSZEREK, AMELYEKET SIKERREL PRÓBÁLTAK KI HASONLÓ MÉRTEKBEK

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
1.1 Tárolás	Tároló rendszerek automatizáltsága	A folyadékok tartályparkban történő tárolásánál automatizált folyadék felügyeleti rendszer működik.
	Tartályok és egyéb tárolók anyagminőségének megválasztása	A nemzetközi gyakorlatban elfogadott (GMP), bevált szerkezeti anyagú berendezéseket alkalmaznak.
	Tároló helyek elhelyezési rendjének optimalása	A tárolóhelyek kialakítása minden esetben a gazdaságosság, biztonság, anyagmozgatási útvonalak hossza, speciális technológiai megfontolások szempontjainak elemzését követően történik.
	Tároló rendszerek karbantartása	Ütemezetten, előre meghatározott tervek szerint végzik.
	Tárolás szervezése, logisztika	A tartálypark rekonstrukciója során folyamatirányítással ellátott rendszereket telepítenek.
1.2 Anyagmozgatás	Anyagmozgatási rendszerek automatizáltsága	A központi oldószertárolóból számítógépes folyamatirányítási rendszerrel történik a vételezés.
	Anyagmozgatási rendszerek anyagminőségének megválasztása	Minden esetben a szállított közegnek ellenálló, mechanikai és időjárás viszonyokat tűrő szerkezeti anyagú rendszerek kerülnek kiépítésre.
	Anyagmozgatási útvonalak lerövidítése	A telephelyen belül kémiai gyártó övezetet különítenek el.
	Anyagmozgatási rendszerek karbantartása	Ütemezetten, előre meghatározott tervek szerint végzik.
1. Készüléktisztítás	Tisztítási technika és tisztító anyagok megválasztása	A technológia üzemeltetése során a környezetre kevésbé ártalmas anyagok (tisztító szerek, oldószerek) alkalmazására elemzést végeznek.
	A tisztítás szervezése, gyakoriságának lehetőség szerinti csökkentése	Célirányos gyártósorokat alakítanak ki.
2. Hatóanyag előállítás 3. Kinyerés, végfeldolgozás	Vákuumtechnika kiváltási lehetőségeinek vizsgálata	A vákuumszivattyúkat lecserélik ún. szárazjáratúra, vagy zárt folyadékkörösre. Így a mérgező párák ebben az égetésre kerülő folyadékban gyűlnek össze.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
	Korszerű berendezések, folyamatirányítási rendszerek alkalmazása	Ahol megoldható, deklarált gyártósorokat alkalmaznak a céltermék előállítására. A lehető leghatékonyabb elválasztást biztosító extraktor típus kiválasztása a gyártáshoz.
4. Gyógyszerformák előállítása	Korszerű berendezések, folyamatirányítási rendszerek alkalmazása	Egybeépített homogenizáló-szárító. Szitához dokkolható konténerek.
5. Kilépő anyag kezelése	Alternatív szennyezőanyag leválasztási technikák.	Több technológia esetén adszorpciós leválasztás helyett krio-kondenzáció, illetve a katalitikus oxidáció elvén működő leválasztót telepítése. A szennyvíztisztító pH állítása során félautomata rendszerre történő átállás bevezetése. A szennyvíztisztítás KOI kibocsátásának csökkentése érdekében nedves-oxidációs berendezés telepítése.
6. Kiszolgáló tevékenységek	A kiszolgáló tevékenységek üzemeltetéséhez szükséges erőforrások környezetkímélő (gazdaságos, kevésbé környezetterhelő, megújuló, ill. újrahasznosított) felhasználása	Amennyiben nincs saját gőztermelés, az energiát szolgáltatótól vásárolják, ott azonban korszerű gázkazán működik.
	Karbantartás szervezés	Azbesztes szigetelések bontásánál nedvesítik a felületet, a bontott hulladékot veszélyes hulladékként kezelik és lerakják
	Korszerű berendezések és anyagok használata	A korábbi dugattyús, kompresszoros (freonos) hűtőgépeket modern csavar kompresszoros berendezésekre cserélik (ammónia hűtőközegű). Légkompresszorként száraz üzemű csavarkompresszorok telepítése.

V. A TUDOMÁNYOS ISMERETEK BEN ÉS EZEK MEGÉRTÉSÉBEN REJLŐ TECHNOLÓGIAI ELŐNYÖK ÉS VÁLTOZÁSOK

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
2. Hatóanyag előállítás 3. Kinyerés, végfeldolgozás	Modern kutatás- fejlesztési eredmények megismerése, alkalmazása	Saját kutató-fejlesztő szervezetet fenntartása, mind az alapkutatás, mind a technológia fejlesztés területén, a kutatások eredményeinek gyors gyakorlati alkalmazhatósága érdekében. A felfedező kutatás terén korszerű screen-elési technikákkal választják ki a reményteljes molekulákat, elkerülve így a felesleges anyaghasználatot. A farmakológiai és toxikológiai kísérleteknél az élő szervezetek használatát minimálisra csökkentése. A telephelyek termékprofiljának fokozatos átalakítására törekednek: nagy volumenű olcsó termékek előállítása helyett, relatíve kis mennyiségű értékesebb anyagok előállítására koncentrálnak.
4. Gyógyszerformák előállítása	Modern kutatás- fejlesztési eredmények megismerése, alkalmazása	A leghatékonyabb gyógyszerforma megkeresése útján csökkenthető a hatóanyag bevétel igénye. A korszerű hatóanyagok nagyságrenddel kisebb dózist igényelnek adagolásnál.
5. Kilépő anyag kezelése	Új, elfogadottá vált elvek, technikai megoldások megismerése, alkalmazása.	Krio-kondenzáció alkalmazásának gyáron belüli elterjesztése.

VI. A SZÓBANFORGÓ KIBOCSÁTÁSOK TERMÉSZETE, HATÁSAI ÉS MENNYISÉGE

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
1.1. Tárolás 1.2. Anyagmozgatás	A tárolt és mozgatott anyagok környezeti elemekkel való érintkezésének és kölcsönhatásainak lehető legkisebb mértékűre csökkentése	A károsanyag-kibocsátások nem üzemszerű állapotban, üzemzavar, baleset, vészhelyzet során, tűz és robbanás esetén következhetnek be, melyekre megelőző biztonsági és kárelhárítási terveket, szabályzatokat, stb. kell kialakítani, melyek a megfelelő pontban kerülnek ismertetésre. A kibocsátások típusai: elfolyás, párolgás, kiporzás, szóródás, füst lehetnek, ezeket a 'Seveso-jelentésben' részletesen tárgyalni kell. Üzemszerű kibocsátásnál tartály vagy konténer töltésénél a megtöltött térfogattal azonos volumenű párakkal telített levegő juthat ki. Az emisszió elkerülésére a gázinga elvét illetve mélyhűtőket alkalmaznak.
1.3 Készüléktisztítás	A felhasznált anyagok környezeti elemekkel való érintkezésének lehető legkisebb mértékűre csökkentése.	A tisztításra használt oldószer párolgásának megakadályozása.
	A tisztítási technológiából kilépő anyagok környezeti elemekkel való érintkezésének lehető legkisebb mértékűre csökkentése	Regenerálásra illetve hulladékba kerül, előnybe részesítve a hasznosítást.
2. Hatóanyag előállítás 3. Kinyerés, végfeldolgozás 4. Gyógyszerformák előállítása	A műveletekben résztvevő anyagok környezettel való érintkezésének a lehető legkisebb mértékűre csökkentése	A reagáltatás során a készülékből csak a hőtágulás miatti levegő mennyiség jut ki, az is hűtőkön keresztül. A desztillációt lehetőleg vákuumban végzik, ahol a szennyezőket a vákuumgép zárófolyadéka gyűjti össze. Direkt hűtést-fűtést nem alkalmaznak, a hőközlő közeg nem szennyeződhet. Gyártásközi ellenőrzésekhez történő mintavételnél zárt, automata mintavevőket alkalmaznak, így párolgással kevés szennyező anyag juthat a környezeti levegőbe. A gyógyszerformák előállításánál porkibocsátás csak nagyhatékonyságú szűrőkön keresztül történhet.
5. Kilépő anyagok kezelése	Kevesebb hulladékot eredményező technológiai alternatíva választása	Katalitikus oxidáló berendezést, vagy krio-kondenzációt alkalmaznak, adszorpciós leválasztás helyett, így nem keletkezik további kezelést igénylő új hulladék. Szennyvízkezelésnél a szilárd szennyezést és a semlegesítést során keletkező gipsziszapot ülepítik, és keretes szűrőprésszel szűrik. A kiszűrt iszapot így a lehető legkisebb víztartalommal égetik.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
6. Kiszolgáló tevékenységek	Környezetre kevésbé káros anyagok használata, a fajlagos terhelés csökkentése	Kilépő hulladékok típusai: települési nem veszélyes hulladékok és veszélyes hulladékok (pl. fáradt olaj, festék maradék, szennyezett göngyöleg). Gyűjtésük, és ártalmatlanításuk a hatályos jogszabályok szerint, szelektíven. Légszennyező anyag kibocsátás: oldószerpárolgás (pl. festés), hegesztési égéstermékek, por. A központi hűtőegységből ammónia, de csak üzemzavar esetén. Szennyvíz kibocsátás: csatornakárosító és toxikus anyagok.

#### VII. AZ ÚJ ÉS MEGLÉVŐ LÉTESÍTMÉNYEK ENGEDÉLYEZÉSÉNEK IDŐPONTJAI

<b>Engedélyt kiadó hatóság</b>	<b>Engedély tárgy</b>	<b>Engedély száma és kibocsátási időpontja</b>
Polgármesteri Hivatal	<ul style="list-style-type: none"> <li>– építési engedélyek</li> <li>– szennyvízkezelő üzemeltetési engedély</li> <li>– szennyvízkezelő létesítési engedély</li> <li>– szennyvízkezelő iszapprés létesítési engedély</li> <li>– ...</li> </ul>	
Zöldhatóság (Környezetvédelmi Felügyelőség)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– szakhatósági hozzájárulás</li> <li>– tartálparkok engedélyei</li> <li>– szennyvízkezelő iszapprés működéséhez szakhatósági hozzájárulás</li> <li>– ...</li> </ul>	
Zöldhatóság (Vízügyi Igazgatóság)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– figyelő-kutak vízjogi létesítési engedély</li> <li>– ...</li> </ul>	
Polgármesteri Hivatal VIZIG	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vízjogi engedély</li> <li>– ...</li> </ul>	
...	...	

#### VIII. AZ ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKA BEVEZETÉSÉHEZ SZÜKSÉGES IDŐ

Javasoljuk, hogy konkrét esetben a környezetvédelmi hatóság, az üzemeltetővel történt szakmai konzultáció alapján egyeztetett ütemtervet készítsen az egyes BAT-nak való megfelelést szolgáló intézkedések teljesítésére vonatkozóan, a Kormányrendelet, illetve a meghatározott előírások figyelembevételével.

IX. A FOLYAMATBAN HASZNÁLT NYERSANYAGOK FOGYASZTÁSA ÉS JELLEMZŐI ÉS EZEK ENERGIAHATÉKONYSÁGA

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
1.1 Tárolás	Anyagvesztések elkerülése	Rendszeres karbantartást végeznek. A tárolók megfelelő szigeteléssel vannak ellátva, állapotukat rendszeresen ellenőrzik. A tároló tartályok túltöltés-védelemmel ellátottak. Az inert gáz adagolást a szükséges minimális szinten tartják.
	A tároló helyek tervezett, ellenőrzött működtetése	A beszerzést és termelést előre tervezetten, programozottan végzik.
	A tárolás dokumentáltsága	A tárolóhelyeken jelenlévő anyagok mennyiségéről és veszélyességi jellemzőiről, minden készletmozgást azonnal regisztrálni képes készlet nyilvántartó vállalatirányítási informatikai rendszert működtetnek. A nyilvántartásban visszakereshetők a készletmozgások.
1.2. Anyagmozgatás	A mozgatott anyagmennyiségek mérése	A számítógépes készletnyilvántartó és folyamatirányítási rendszerek alkalmazása miatt minden esetben ismert mennyiségű anyag mozgatására kerül sor. Új telepítések, átalakítások során az anyag és energiaszolgáltatások csatlakozási pontjain mérőműszerek kerülnek felszerelésre.
	Zárt anyagmozgatási rendszerek, az anyagvesztések megakadályozására	Tanulmányterv készítése a föld feletti vezeték rendszer átépítéséről, racionalizálásáról.
	Mért, dokumentált energiavételezés és -felhasználás	Új telepítések, átalakítások során az anyag és energiaszolgáltatások csatlakozási pontjain mérőműszerek kerülnek felszerelésre.
	Az energiavesztések csökkentése	A gőzvezetékek szigeteltek. A kondenzvizek szolgáltató részére visszajuttatásának lehetőségének vizsgálata. Recirkulációs hűtővíz hálózat alkalmazása.
	Tervezett, ellenőrzött anyagmozgatás	A beszerzést és termelést előre tervezetten, programozottan végzik.
	Az anyagmozgatás dokumentáltsága	A számítógépes készletnyilvántartó és folyamatirányítási rendszerek alkalmazása miatt minden esetben ismert mennyiségű anyag mozgatására kerül sor.
	1.3. Készüléktisztítás	A lehető legkisebb mennyiségű tisztítószer (oldószer) felhasználása.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
2. Hatóanyag előállítás 3. Kinyerés, végfeldolgozás	Az inert atmoszférában végbemenő kémiai folyamatok esetében az átáramoltatott inert gáz mennyiségének minimalizálása	A szabályozott nitrogén áram létrehozását távvezérelt szelepek és nyomásszabályozók alkalmazásával valósítják meg.
	Zárt, nyomástartó berendezések használata	A gyártások alapvetően zárt rendszerekben történnek. A reaktorok hermetikus zárását csúszógyűrűs tömszelencékkel és zárófolyadék alkalmazásával biztosítják.
	A berendezések és a műveletek integrálása	Kémiai gyártó övezetet jelölnek ki a telephelyen belül. Egybeépített szűrő – szárító berendezés használata intermedier és hatóanyag előállításnál. A folyamatosan végrehajtott korszerűsítési munka során összekapcsolnak minden olyan műveletet, ahol a letöltés anyagmozgatás felszívás elkerülhető.
	Műszerezettség	Korszerű szabályozó rendszereket alkalmaznak. (Műveleti ciklusidők, nyomás, hőmérséklet, szint, fordulatszám stb. szabályozások.)
	Az anyag és energia felhasználások pontos mérése, dokumentálása	A vízrendszerekbe vízórák vannak bekötve. A keletkező veszélyes hulladékokról naprakész nyilvántartást vezetnek. A tevékenységet írott gyártási, termelési utasítások szerint végzik, az anyagnormák betartásával.
	Anyag- és energiamérlegek készítése	Valamennyi veszélyes hulladékot eredményező technológiáról van anyagmérleg. Szervezeti egységekre nézve havi bontásban elkészítik az energia és anyag felhasználási összesítéseket.
	Energiaveszteségek helyeinek feltárása, a veszteségek csökkentése	A hőszigetelt vezetékeket rendszeresen ellenőrzik, sérüléseit rendszeresen karbantartják.
	A megfelelő technológiai fegyelem betartatása	Írott üzemeltetési-, kezelési- és karbantartási utasítások vannak, melyek betartását ellenőrzik. A folyamatirányítási rendszerek minden előírt paramétertől való eltérés esetén riasztanak és regisztrálnak.
	A rontott, vagy selejt termékek kiküszöbölésére való további törekvések	A folyamat felügyeleti rendszerek a reakció körülmények pontos betartása útján gondoskodnak arról, hogy azonos receptúra szerint folyik a gyártás minden egyes tétele, így a rontott sarzsok száma radikálisan lecsökken.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
4. Gyógyszerformák előállítás	A VOC kibocsátások csökkentése	Fokozatosan lecserélik a fölhasznált oldószereket vízre, lehetőleg csak alkoholokat használnak, de erre is van csereprogram.
	Az anyag és energia felhasználások pontos mérése, dokumentálása	Megvalósul, részben GMP elvárás
	Anyag- és energiamérlegek készítése	Minden veszélyes hulladékot eredményező technológiáról készül anyagmérleg.
	A megfelelő technológiai fegyelem betartatása	Írott üzemeltetési-, kezelési- és karbantartási utasítások vannak, melyek betartását ellenőrzik. A folyamatirányítási rendszerek minden előírt paramétertől való eltérés esetén riasztanak és regisztrálnak. A gyártás minden mozzanata ún. gyártási ellenőrző lapokon lekövetett.
5. Kilépő anyagok kezelése	Monitoring rendszerek működtetése	A telephelyen talajvíz és szennyvíz monitoring rendszert működtetnek, mely a hatékonysággal egyeztetett.
	Kilépő anyagok mennyiségének mérése, dokumentálása	A számítógépes készletnyilvántartó és folyamatirányítási rendszerek alkalmazása miatt minden esetben ismert mennyiségű anyag mozgatására kerül sor.
6. Kiszolgáló tevékenységek	A kiszolgáló tevékenységek üzemeltetéséhez szükséges erőforrások környezetkímélő (gazdaságos, kevésbé környezetterhelő, megújuló, ill. újrahasznosított) felhasználása	A kiszolgáló berendezések beszerzésénél fontos szempont a hatékony energia felhasználás (pl. levegőkompresszorok) A telephely hűtővíz felhasználását a recirkulációs hűtővízrendszerre való áttéréssel csökkentik.
	Az anyag- és energiafelhasználás mérése, dokumentálása	A recirkulációs hűtővízre történő átállás során helyi vízmérők felszerelésre.

X. ANNAK IGÉNYE, HOGY A KIBOCSÁTÁSOK KÖRNYEZETRE GYAKOROLT HATÁSÁT ÉS ENNEK KOCKÁZATÁT A MINIMÁLISRA CSÖKKENTSEK, VAGY MEGAKADÁLYOZZÁK

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
1.1 Tárolás	Az anyagok környezeti elemekkel való üzemszerű és balesetszerű érintkezésének megakadályozása	A szennyezett göngyölegek égetéses ártalmatlanításra kerülnek. A föld feletti tartályok betonozott kármentőkkel ellátottak. A tartálypark felújítása: duplafalú, lyukadás jelzős, gázingás átfejtéses, mélyhűtött kondenzátorokkal szerelt, túltöltés ellen védett, folyamatirányítással ellátott rendszerek telepítése. A gyár minden raktára betonozott, kármentővel ellátott. Anyagelfolyás, kiszóródás esetén a kármentőbe került anyag maradéktalanul felszedhető, eltávolítható.
	A tárolóhelyek tervezett, ellenőrzött működtetése	Tartálylyukadás esetén a szivárgás-érzékelő riaszt. A jelenlévő anyagok mennyiségéről és veszélyességi jellemzőiről minden készletmozgást azonnal regisztrálni képes készletnyilvántartó informatikai rendszert működtetnek.
	A tárolt anyagmennyiségek minimalizálása	'Just in Time', illetve termelés és beszerzés programozás alkalmazása.
1.2 Anyagmozgatás	Az anyagok környezeti elemekkel való üzemszerű és balesetszerű érintkezésének megakadályozása	A vasúti átfejtés során dedikált szivattyúkat és tálcás kármentőket alkalmaznak. Anyagmozgatásra zárt folyadékkörös vákuumkészülékeket alkalmaznak. Szállítás, anyagmozgatás során bekövetkező anyagelfolyás esetén a közcsatornába való anyagjutást a kibocsátási pontokon telepített vészlezárókkal megakadályozzák.
	Az anyagmozgatás ellenőrzött, pontosan irányított működtetése	A vasúti átfejtő rendszerbe törésmutató mérésén alapuló anyagellenőrző, beavatkozó rendszert építenek be.
1.3. Készüléktisztítás	A tisztításra használt oldószerek maradéktalan összegyűjtése	A tisztításra használt oldószereket maradéktalan összegyűjtik.
	A csatornába engedett tisztítózatok biológiailag bontható tisztítószert tartalmaznak	A csatornába engedett tisztítózatok biológiailag bontható tisztítószert tartalmaznak.
2. Hatóanyag előállítás 3. Kinyerés, végfeldolgozás	A legjobb elérhető kitermeléshez vezető reakcióút alkalmazása	A fejlesztési, méretnövelési kísérletek során azt a folyamatot választják ki, amelyik a legjobb kihozatalt, ezáltal a legjobb karbon-hasznosulást garantálja.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
	Zárt, nyomástartó berendezések használata	A gyártások alapvetően zárt rendszerekben történnek.
	Kevésbé ártalmas anyagok használata	Új eljárások bevezetésekor a környezetre kevésbé ártalmas anyagok (oldószerek, reaktánsok) használatára elemzést végeznek.
4. Gyógyszerformák előállítása	VOC kibocsátás csökkentése	Már csak alkoholokat használnak a klórozott oldószerek helyett.
	Selejtek ártalmatlanítása	Égetéssel történik.
5. Kilépő anyag kezelése	Regenerálás, újrahasznosítás, értékesítés	A technológiában melléktermékként leválasztott sósavat a szennyvízkezelőben pH állításhoz felhasználják.
	Csővégi technikák alkalmazása	Több gyártás esetén a légzőkön távozó halogén mentes oldószer és ammónia kibocsátás, összegyűjtés után katalitikus oxidálón ártalmatlanításra kerül. Több gyártás esetén VOC kibocsátás leválasztását krio-kondenzátor telepítése. Technológiából távozó szerves gázok és por leválasztására nagy hatékonyságú vizes (lúgos, savas) mosó berendezések telepítése. A készülék légzők hűtőkondenzátoron keresztül kapcsolódnak a külső légtérbe. Egyes gyártási eljárásoknál bekövetkező szilárd anyag kibocsátás csökkentésére textilszűrőt és/vagy nagy hatékonyságú levegőszűrőt (HEPA) alkalmaznak.
	Hulladékgyűjtési, -tárolási, -kezelési szabályok betartása	A hulladékok gyűjtését szabályosan kialakított üzemi gyűjtőhelyen végzik. Folyamatosan gondoskodnak a keletkező veszélyes hulladékok hasznosításáról, ártalmatlanításáról. A hulladékok szállítását engedéllyel rendelkező szakképpel végeztetik.
	A befogadó elfogadható mértékű terhelése érdekében a technológiai szennyvizek tisztítása	A telephelyen központi szennyvíztisztító működik. Működését napi többszöri mintázással ellenőrzik. Az erősen szennyezett technológiai szennyvizek már az üzemekben kezelésre kerülnek (ciánmentesítés, oldószer mentesítés).

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
	Megfelelő szennyvízgyűjtő rendszer alkalmazása a szennyvíz mennyiségének csökkentésére és/vagy kezelésére, valamint a szennyvíz megfelelő szennyvízkezelő berendezéshez történő elvezetése és annak megakadályozása, hogy a szennyezett, illetve nem szennyezett víztömeg egymással keveredjen	A telephelyen belül kétféle csatornahálózatot használnak (kommunális + savas), a savas csatorna a gyári szennyvíztisztítóba vezet. A technológiából kilépő szennyvíz zárt rendszerben kerül gyűjtőtartályba, vagy csatornára. Ciánmentesített szennyvizek csak laboratóriumi eredmények alapján kerülnek a csatornahálózatba. A csatornahálózatot rendszeresen kamerásan ellenőrzik, a szükséges helyeken béléscsöves felújítást végeznek.
	A technológiákból kizárólag olyan szennyvíz kerülhet kibocsátásra, amely biológiai tisztításra alkalmas	A nagy oldószer tartalmú, mérgező anyag tartalmú vizek hulladékként elszállításra és égetéses ártalmatlanításra kerülnek.
	A biológiai szennyvízkezelő rendszer esetleges túlterhelését okozó szennyező anyagok (pl. KOI) mennyiségének csökkentése a technológiai szennyvizek biológiai tisztítás előtti kezelésével	WAO rendszerű üzemi, nagyhatékonyságú KOI csökkentő berendezések telepítése.
	A leválasztott anyagok hatályos jogszabályok előírásainak megfelelő kezelése	Az üzemi hulladék gyűjtőhely megfelel a vonatkozó jogszabályi előírásoknak. A hulladékok átadása azok átvételére feljogosított vállalkozásoknak dokumentáltan történik.
	Monitoring rendszer alkalmazása a kibocsátási kockázatok folyamatos nyomon követésére	A gyári szennyvíztisztító önkontroll rendszerben működik. A mintavételt automata mintavevő rendszer végzi. Új gyártások próbaüzemi időszakában mérésekkel igazolják a kibocsátások előírt értékek alatti szintjét.
	A kilépő anyagok kezeléséből adódó bűzkibocsátás csökkentése	A telephelyi központi szennyvízkezelőt biofilterrel látják el.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
5. Kiegészítő tevékenységek	A tevékenységek oly módon történő végzése, hogy az a lehető legkisebb környezeti kibocsátással járjon	Mindkét csatornahálózatra vészlezáró tolézárat telepítenek a nem megengedett szennyezés telephelyen kívülre jutásának megakadályozására. Vésztározó kialakítása, az esetleges havária jellegű szennyvizek fogadására, átmeneti tárolására.
	A tevékenységek üzemeltetéséhez szükséges erőforrások környezetkímélő (gazdaságos, kevésbé környezetterhelő, megújuló, ill. újrahasznosított) felhasználása	Berendezések felújítása.
	A telephelyi zajkibocsátások csökkentése	Zajszigetelt szellőzőgépházak létesítése az előzőleg szabadba telepített egyedi légtechnikai berendezések számára. Szakvélemények készíttetése a környezeti zajkibocsátás csökkentéséhez, amely alapján zajcsökkentési intézkedési terv elkészítése. Berendezések gépészeti berendezéseinek felújítása. Berendezések utólagos zajszigeteléssel való ellátása (pl. klímaberendezések). Zajtompító beszerelése (pl. ventillátorainak kifűvőira). Bármilyen lakossági zajpanaszra azonnali mérések végzése.

XI. ANNAK IGÉNYE, HOGY MEGELŐZZÉK A BALESETEKET ÉS A MINIMÁLISRA CSÖKKENTSEK EZEK KÖRNYEZETRE GYAKOROLT KÖVETKEZMÉNYEIT

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfeleléség</b>
1.1. Tárolás	Egymásra veszélyt jelentő anyagok elkülönített tárolása	A központi alapanyag-tároló kialakítása során megoldják a folyadékok szilárd anyagoktól elválasztott tárolását, továbbá a vízzel oltható és a vízzel nem oltható anyagfajták külön-külön tárolását.
	A tárolóeszközökben tárolt anyagok azonosítottasága	A tároló eszközök egyértelmű, időjárásálló feliratozással vannak ellátva.
	A tároló rendszerek megfelelő műszaki-, biztonságtechnikai védelemmel való ellátottsága	Szint, nyomás, hőmérséklet és áramlásérzékelőket és szabályzókat, leeresztő szelepeket, hasadó tárcsákat, biztonsági szelepeket használnak a tároló berendezések megfelelő helyein. Sósav palacktároló esetében gázérzékelőt alkalmaznak, mely szivárgás esetén elindítja a vízelárasztást.
	A tárolóhelyeken dokumentált eljárások alkalmazása a vészhelyzetek, balesetek azonnali észlelésére és az azt követő beavatkozásra	A cég az alábbi tervekkel és szabályzatokkal rendelkezik <ul style="list-style-type: none"> <li>– Polgári Védelmi Veszélyelhárítási (Katasztrófavédelmi) Alapterv</li> <li>– Munkavédelmi Utasítás</li> <li>– Tűzvédelmi Szabályzat, Tűzriadó Terv</li> <li>– Üzemi Víztisztaság-védelmi Kárelhárítási Terv</li> <li>– Veszélyes hulladékgyűjtő üzemeltetési szabályzat és havária terv</li> <li>– Szennyvíz Kibocsátási Önellenzési Terv</li> <li>– Gyártási és ellenőrzési utasítások</li> <li>– Ügyeletei rendszer</li> <li>– Biztonsági jelentés (Seveso)</li> <li>– stb.</li> </ul>
	Az anyaghibákból, a munkafegyelem nem megfelelő betartásából eredő kockázatok csökkentése	A sósav tartály mérete biztonsági szempontok (szivárgási esély minimalizálása) alapján kerül kiválasztásra. Szakképzett munkaerőt alkalmaznak. A dolgozókat rendszeresen oktatják. A szabályzatok és utasítások betartását rendszeresen ellenőrzik. A jogszabályváltozásokat folyamatosan nyomon követik és a szükséges intézkedéseket bevezetik.
1.2 Anyagmozgatás	A mozgatott anyagok azonosítottasága	A csővezetékek az áramló közeg minőségére utaló színjelzéssel és felirattal vannak ellátva.

<b>Eljárás</b>	<b>BAT elv</b>	<b>BAT megfelelés</b>
	A megfelelő műszaki-, biztonságtechnikai védelemmel való ellátottság	Az üzemek vegyszerálló padozattal vannak ellátva, anyagkiömlés esetén a biztonságos anyagelvezetés biztosított.
	A munkafegyelem nem megfelelő betartásából eredő kockázatok csökkentése	Szakképzett munkaerőt alkalmaznak. A dolgozókat rendszeresen oktatják. A szabályzatok és utasítások betartását rendszeresen ellenőrzik.
1.3 Készülék tisztítás	A felhasznált anyagok toxikológiai-, környezetvédelmi- és tűzveszélyességi kockázatainak ismerete	Új eljárások bevezetésekor a biztonságos, a környezetre kevésbé ártalmas tisztítószerek kiválasztására vonatkozóan elemzést végeznek.
2. Hatóanyag előállítás, 3. Kinyerés, végfeldolgozás	A nyomástartó berendezések minden esetben való megfelelése, a rájuk vonatkozó, hatályos szabályozásnak és szabványoknak	A nyomástartó berendezések a rájuk vonatkozó hatályos előírásoknak megfelelnek. A nyomáspróbákat az előírások szerint végzik és dokumentálják. Minden létesítést és használatbavételt szemle előz meg.
	A technológiában használatos berendezések megfelelő, beépített, műszaki, biztonságtechnikai védelmi rendszerekkel való ellátottsága	Szint, nyomás, hőmérséklet és áramlásérzékelőket és szabályzókat, leeresztő szelepeket, hasadó tárcsákat, biztonsági szelepeket alkalmaznak az egyes technológiák megfelelő helyein. Nyomás- és vákuumdetektorokat használnak véletlen kiömlés és lyukadás veszély jelzésére. A technológiai berendezéseknél automatizált szabályozást alkalmaznak. Indirekt hűtő-fűtő rendszereket üzemeltetnek veszélyes anyagokkal végzett reakciók esetén.
4. Gyógyszerformák előállítása	A technológiában használatos berendezések megfelelő, beépített, műszaki, biztonságtechnikai védelmi rendszerekkel való ellátottsága	A formázás során a porrobbanás veszélyét megfelelő földelés és porkoncentráció méréssel minimalizálják.
5. Kilépő anyag kezelése	A leválasztó berendezések megfelelő műszaki védelemmel való ellátottsága	Katalitikus oxidáló hasadó felülettel van ellátva, túlfűtés ellen by-pass rendszert építettek be.
6. Kiszolgáló tevékenységek	A technológiák megtervezésénél törekvések a biztonságosabb technikák, technológiai elvek használatára	Korszerű tűzivíz tározó tartály és automatikus (dízel üzemű) oltó hálózat kiépítése. Sprinkler-rendszer kiépítése.

XII. A MAGYAR KÖRNYEZETVÉDELMI HÁTTÉR INTÉZMÉNY, VAGY A NEMZETKÖZI SZERVEZETEK ÁLTAL KÖZZÉTETT INFORMÁCIÓK, TOVÁBBÁ AZ EURÓPAI BIZOTTSÁG ÁLTAL A TAGÁLLAMOK ÉS AZ ÉRINTETT IPARÁGAK KÖZÖTT AZ ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁKRÓL, A KAPCSOLÓDÓ MONITORINGRÓL ÉS A FEJLŐDÉSRŐL SZERVEZETT INFORMÁCIÓCSERÉNEK A BIZOTTSÁG ÁLTAL KÖZZÉTETT TAPASZTALATAI

<b>Eljárások</b>	<b>BREF</b>
1.1. Tárolás	Draft Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage (January 2005)
5. Kilépő anyagok kezelése	Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in Chemical Sector (adopted February 2003)
6. Kiszolgáló tevékenységek	Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems (adopted December 2001)
	Reference Document on the General Principles of Monitoring (adopted July 2003)

A gyógyszeripari tevékenységre vonatkozóan az Európai Bizottság által létrehozott Információcsere Fórum (IEF, Information Exchange Forum), és az Európai IPPC Iroda (European IPPC Bureau) "Organic Fine Chemicals" címmel BAT Referencia dokumentumot fog kiadni. A dokumentum tematikájának tervét 1997-ben az iroda által szervezett "párizsi találkozón" dolgozták ki. E szerint ez a dokumentum fogalmazza majd meg a BAT irányelveket a 100 kt/év kapacitás feletti, szakaszos technológiát működtető, dedikált és sokcélú létesítmények számára. A tematika szerint a gyógyszeripari ágazat számára is ebben a dokumentumban szerepel majd BAT útmutatás.

A dokumentum részletes kidolgozására létrehozott műszaki munkacsoport (TWG - Technical Working Group) első ülésére 2003.05.26-28. között került sor.

A BAT Referencia dokumentum elkészítése kb. 2 évet vesz igénybe, ami azt jelenti, hogy a végleges változat 2005. év közepére-végére várható.

A BAT „értékeléshez” jelenleg (2005. február) a Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals, Draft December 2004, vagyis a referencia dokumentum második tervezete áll rendelkezésre.

Minden esetben figyelembe kell venni a sevillai EIPPCB által összeállított, a tevékenységhez kapcsolódó és rendelkezésre álló, ún. horizontális BREF dokumentumokat is.

A BREF dokumentumok eltölthetők az EIPPCB honlapjáról: <http://eippcb.jrc.es>

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy KvVM és az OKTVF a tavalyi év folyamán az [www.ippc.hu](http://www.ippc.hu) internetes címen az egységes környezethasználati engedélyezési eljárással kapcsolatos segédanyagokat és információkat tartalmazó honlapot indított.

A honlapról letölthetők például az eddig publikálásra került magyar nyelvű BAT útmutatók, a magyar nyelven tömörített BAT Referencia dokumentumok, a teljes terjedelemben magyar nyelvre lefordított BAT Referencia dokumentumok (A monitoring általános alapelvei!), illetve egyéb útmutatók.

## 7. KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK

A BAT technikák alkalmazásával alacsonyabb szintű kibocsátások és így kisebb környezeti hatások érhetők el.

Jelen fejezet összefoglalja az ágazatra vonatkozó, Magyarországon hatályban lévő főbb jogszabályokat.<sup>10</sup>

Szennyezőforrás (tevékenység)	Kibocsátott szennyezés (emisszió)	Befogadó (környezeti elem)	A kibocsátást szabályozó jogszabály (határérték)
<b>Gyógyszeripar</b>			
Gyártás/termelési folyamat (kémiai szintézis, extrakció, fermentáció)	Nitrogén-oxidok (NO <sub>x</sub> ) és egyéb nitrogén komponensek Kén-dioxid (SO <sub>2</sub> ) Szilárd anyagok (por) Szén-monoxid (CO), poliklór-dibenzo-dioxinok és dibenzafuránok (PCDD és PCDF) el nem égett szénhidrogének nehézfémek VOC-ok	Levegő Élővíz Szennyvíz Talaj	21/2001 (II.14.) Korm.rend 10/2001 (IV.19.) KÖM rend. (VOC) 14/2001 (V.9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet 17/2001 (VIII.3.) KöM rendelet (adott esetben 23/2001 (XI.13.) KöM rendelet) (adott esetben 3/2002 (II.22.) KöM rendelet) 10/2000 (VI.2. KöM-EÜM-FVM-KHVM együttes rendelet 33/2000. (III.17.) Korm.rendelet <sup>11</sup>
Szennyvíz kibocsátás	Jogszabályi előírások szerinti anyagokra felszíni víz befogadóba történő kibocsátására előírt határértékek szennyvíz-elevezető csatornarendszerbe történő kibocsátásra előírt értékek	Víz	3/1984 (II.7.) OVH rend. <sup>12</sup> 203/2001 (X.26.) Korm.rendelet <sup>13</sup> 9/2002 (III.22 KöM-KöVIM együttes rend. 7/2002 (III.1.) KöM rendelet <sup>14</sup> 204/2001 (X.26.) Korm.rend. <sup>15</sup>
Termelés, energiafejlesztés	Zaj és rezgés	levegő	8/2002 (III.22.) KöM-EüM együttes rendelet

<sup>10</sup> Felhívjuk a figyelmet arra, hogy jogszabály-módosítások (gyakorisága) miatt mindenkor a hatályos jogszabályokat kell figyelembe venni.

<sup>11</sup> 2005. január 1-ig, hatályon kívül helyezte: 219/2004 (VII.21.) Korm.rendelet; illetve: 367/2004. (XII.26.) Korm.rendelet

<sup>12</sup> A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 220/2004 (VII.21.) Korm.rendelet

<sup>13</sup> A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 274/2002. és 220/2004 (VII.21.) Korm.rendelet

<sup>14</sup> A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 220/2004 (VII.21.) Korm.rendelet

<sup>15</sup> A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 269/2003 (XII.24.) Korm.rendelet

## Kibocsátások BAT szempontú értékelése

1. Általános követelmény a létesítményekkel szemben
  - 1.1. A hatályos levegőre és vízre vonatkozó általános és technológiai kibocsátási határértékek betartása minimum követelmény.
  - 1.2. Általában egy létesítmény BAT alkalmazásával jobb kibocsátási szinteket képes elérni, mint a hazai jogszabályokban előírt kötelező kibocsátási határértékek. Az új létesítményeknek olyan kibocsátási szinteket kell elérniük, melyek összevethetők az e dokumentumban bemutatott elérhető legjobb technikákkal. Meglévő létesítmények esetében a cél, hogy a lehető legjobban megközelítsék az új létesítmények kibocsátási szintjét, figyelembe véve az első fejezet 1.2 pontjában leírtakat a „BAT alkalmazása meglévő létesítmények esetében” címszó alatt.
2. Az egységes környezethasználati engedélyezés kapcsán a BAT alkalmazásakor figyelembe veendő követelmény
  - 2.1. Új létesítmények esetében az 1. pontban leírtak szerint kell eljárni.
  - 2.2. Meglévő létesítmények esetében (bírság kiszabás tekintetében) türelmi időt fogalmaz meg a jogszabály a hatályos levegőre és vízre vonatkozó kibocsátási határértékek betartására vonatkozóan. Ezen határértékeket a létesítményeknek az engedélyükben szereplő határidő letelte előtt kell elérniük.

## 8. AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉS, A KHV ÉS A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEVEETÉSE

### 8.1 A KHV ÉS AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLY TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEVEETÉSE

A szükséges többletinformációkat a táblázat vastag, dőlt kiemeléssel jelöli.

Közös számozás	A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet szerinti követelmények, illetve a szokásos KHT (környezeti hatástanulmány) felépítés	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.		<i><b>a) az engedélykérő azonosító adatai</b></i>
2.	A létesítmény szükségessége	
2/a.	A tevékenység elmaradásából származó környezeti következményeket (esetleges)	
3.	A tevékenység telepítési és technológiai lehetőségeinek leírása (végeredményben a tevékenység bemutatása: a tevékenység volumene, a tevékenység helye és területigénye, az igénybe veendő terület használatának jelenlegi és a településrendezési tervben rögzített módja, a tevékenység megvalósításához szükséges létesítmény(ek) felsorolása és helye, beleértve a telepítési helyen létesülő kapcsolódó létesítményeket is, a telepítési hely lehatárolása térképen, a tervezett technológia leírása, ideértve az alábbiak megadását is: az összefoglaló folyamatábra, valamint az anyagfelhasználás főbb mutatói, annak ismertetése, ha olyan veszélyes anyagot használnak fel, állítanak elő vagy forgalmazznak stb.)	b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői d) a létesítmény, illetve az ott folytatott tevékenység és annak jellemző termelési kapacitása, beleértve a telephelyen lévő műszakilag kapcsolódó létesítményeket f) a létesítményben, illetve technológiában felhasznált, valamint az ott előállított anyagok, illetve <i><b>energia jellemzői és mennyiségi adatai</b></i>
4.		<i><b>e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése</b></i>
5.	A környezetterhelés és a környezet igénybevétele (a továbbiakban: hatótényezők) várható mértékének becslése az adatok bizonytalanságának (rendelkezésre állásának) figyelembevételével. <i><b>Részletesnél: a hatótényezők jellege, nagysága, időbeli változása, térbeli kiterjedése bemutatása.</b></i>	c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza a szennyező források bejelölésével, <i><b>egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével</b></i> g) a létesítmény szennyező forrásai

Közös számozás	A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet szerinti követelmények, illetve a szokásos KHT (környezeti hatástanulmány) felépítés	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
6.	A vizsgálandó terület környezeti állapotának bemutatása <b>Részletesnél:</b> <i>A hatásterület kiterjedése a rendelet 2. mellékletében foglaltaknak megfelelően meghatározva. A hatásterületnek a tevékenység megvalósítása nélkül fennálló környezeti állapotának ismertetését.</i>	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembe-vételével
7.	A hatások előzetes becslése a tevékenység szakaszaiként elkülönítve, és az esetlegesen környezetterhelést okozó balesetek vagy meghibásodások előfordulási lehetőségeire figyelemmel. <b>Részletesnél:</b> A hatásfolyamatokat környezeti elemenként külön-külön és összességükben is elemezni kell. Fel kell tárnai a közvetetten érvényesülő hatásfolyamatokat is.	h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan
7/a.	A tanulmányban jelezni kell, ha a tevékenység következtében előre láthatóan országhatáron áttérjedő környezeti hatások is felléphetnek.	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása ... kiemelve az esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat
8.	A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változások részletes leírása	h) a létesítményből származó kibocsátások ..... várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan
9.	A környezeti hatások értékelése	
10.	<b>Részletesnél:</b> A tevékenység környezeti hatásainak köszönhető társadalmi és gazdasági következmények bemutatása.	
11.		j) a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére szolgáló technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások, valamint ezeknek a mindenkori elérhető legjobb technikának való megfelelése k) szükség esetén a hulladék keletkezésének megelőzésére, a keletkezett hulladék hasznosítására, valamint a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezést, illetve -

Közös számozás	A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet szerinti követelmények, illetve a szokásos KHT (környezeti hatástanulmány) felépítés	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
		károsítást kizáró módon történő ártalmatlanítására szolgáló megoldások l) minden olyan intézkedést, amely az energiahatékonyságot, a biztonságot, a szennyezések megelőzését, illetve csökkentését szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére
12.		m) a létesítményből származó kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések

8.2 A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT ÉS AZ EGYSÉGES  
KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLY TARTALMI KÖVETELMÉNY  
RENDSZERÉNEK ÖSSZEVETÉSE

A szükséges többletinformációkat a táblázat vastag, dőlt kiemeléssel jelöli.

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.	<b>1. Általános adatok</b>	
1.1.	1.1. A környezetvédelmi felülvizsgálatot (a továbbiakban: vizsgálat) végző neve (megnevezése), lakhelye (székhelye), a jogosultságát igazoló engedély/okirat száma.	
1.2.	1.2. Az érdekelt neve (megnevezése), lakhelye (székhelye), a tevékenység végzésére vonatkozó engedély száma.	a) az engedélykérő azonosító adatai
1.3.	1.3. A telephely(ek) címe, helyrajzi száma, a település statisztikai azonosító száma, átnézeti és részletes helyszínrajz	c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza <b>a szennyező források bejelölésével, egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével</b>
1.4.		<b>b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői</b>
1.5.	1.4. A telephely(ek)re vonatkozó engedélyek és előírások felsorolása és bemutatása.	
1.6.	1.5. A telephely(ek)en a vizsgálat időpontjában folytatott tevékenységek felsorolása, a TEÁOR-számok megjelölésével és az alkalmazott technológiá(k) rövid leírásával.	
1.7.	1.6. A telephely(ek)en az érdekelt által korábban (a tevékenység kezdetétől, de legfeljebb 5 év) folytatott tevékenységek bemutatása különös tekintettel a környezetre veszélyt jelentő tevékenységekre, a bekövetkezett, környezetet érintő rendkívüli eseményekkel együtt.	
2.	<b>2. A felülvizsgált tevékenységre vonatkozó adatok</b>	
2.1.	2.1. A létesítmények és a tevékenység részletes ismertetése, a tevékenység megkezdésének időpontja, a felhasznált anyagok listája, az előállított termékek listája a mennyiség és az összetétel feltüntetésével.	d) a létesítmény, illetve az ott folytatott tevékenység és annak jellemző termelési kapacitása, beleértve a telephelyen lévő műszakilag kapcsolódó létesítményeket f) a létesítményben, illetve

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
		technológiában felhasznált, valamint az ott előállított anyagok, illetve <b>energia jellemzői és mennyiségi adatai</b>
2.2.	2.2. A tevékenység(ek)kel kapcsolatos dokumentációk, nyilvántartások, bejelentések, hatósági ellenőrzések, engedélyek, határozatok, kötelezések ismertetése, bírságok esetében 5 évre visszamenőleg.	
2.3.	2.3. Föld alatti és felszíni vezetékek, tartályok, anyagátfejtések helyének, üzemeltetésének ismertetése.	
2.4.		<b>e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése</b>
3.	<b>3. A tevékenység folytatása során bekövetkezett, illetőleg jelentkező környezetterhelés és igénybevétel bemutatása</b>	
3.1.	3.1. Levegő A jellemző levegőhasználatok ismertetése (szellőztetés, elszívás, energiaszolgáltatási és technológiai levegőigények nagyságának, időtartamának változása). A környezeti légtérből beszívott és tisztított levegő előállítását szolgáló berendezések és technológiák leírása. A légszennyezést okozó technológia részletes ismertetése, a szennyezésre hatást gyakorló paraméterek és jellemzők bemutatása. A használt levegő (füstgáz, véggáz) tisztítására szolgáló berendezések és hatásfokuk ismertetése, valamint a tisztítóberendezésben leválasztott anyagok kezelésének és elhelyezésének leírása. A helyhez kötött pontszerű és diffúz légszennyező források jellemzőinek bemutatása, a kibocsátott füstgázok jellemzőinek és a levegőszennyező komponenseknek az ismertetése (bűz is), a megengedett és a tényleges emissziók bemutatása és összehasonlítása. A felülvizsgált tevékenységekkel	g) a létesítmény szennyező forrásai h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembe-vételével, kiemelve az <b>esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat</b>

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
	<p>kapcsolatban rendszeresen vagy időszakosan üzemeltetett mozgó légszennyező források jellemző kibocsátási adatainak leírása, a tevékenységhez kapcsolódó szállítás, illetve járműforgalom hatásai.</p> <p>A levegőtisztaság-védelemmel kapcsolatos belső utasítások, intézkedések ismertetése.</p> <p>(Amennyiben intézkedési terve van, annak ismertetése, és a végrehajtás bemutatása.)</p> <p>Be kell mutatni az emisszió terjedését (hatásterületét) és a levegőminőségre gyakorolt hatását.</p>	
3.2.	<p>3.2. Víz</p> <p>A jellemző vízhasználatok, vízi munkák és vízi létesítmények, illetve az arra jogosító engedélyek és az engedélyektől való eltérések ismertetése.</p> <p>A friss víz beszerzésére, felhasználására, a használt vizek elhelyezésére vonatkozó statisztikai adatszolgáltatások bemutatása. A technológiai vízigények kielégítésének, a tevékenység biztonságos végzéséhez tartozó vízigénybevételeknek (vízszintsüllyesztés, víztelenítés) és a vízforgalmi diagramnak a bemutatása.</p> <p>Az ivóvízbeszerzés, ivóvízellátás, a kommunális és technológiai célú felhasználás bemutatása.</p> <p>A vízkészlet-igénybevételi adatok ismertetése 5 évre visszamenőleg.</p> <p>A szennyvízkezelések helyének, a szennyvizek mennyiségi és minőségi adatainak bemutatása a technológiai leírások alapján.</p> <p>A szennyvíz összegyűjtésére, tisztítására és a tisztított (vagy tisztítatlan) szennyvíz kibocsátására, elhelyezésére vonatkozó adatok, az ipari és egyéb szennyvízcsatornák, a szennyvíztisztító telep jellemzői, továbbá az iszapkezelés, iszapminőség és -elhelyezés adatainak ismertetése.</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai,</p> <p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan</p> <p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az <b>esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat</b></p>

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
	<p>A csapadékvízrendszer bemutatása (akár egyesített, akár elválasztó rendszerű a csatornahálózat).</p> <p>A vízkészletekre gyakorolt hatásokat vizsgáló (hatósági határozattal előírt) monitoring rendszer adatainak és működési tapasztalatainak bemutatása, beleértve mind a vízkivételek, mind a szennyvízbevezetések hatásának vizsgálatát, hatásterületének meghatározását, értékelését.</p> <p>A felszíni és felszín alatti vízszennyezések bemutatása, az elhárításukra tett intézkedések és azok eredményeinek ismertetése.</p> <p>A vízvédelemmel kapcsolatos belső utasítások, intézkedési tervek, a végrehajtásuk tárgyi és személyi feltételeinek ismertetése.</p>	
3.3.	<p>3.3. Hulladék</p> <p>A hulladékképződéssel járó technológiák és tevékenységek bemutatása, technológiai folyamatábrák készítése.</p> <p>A technológia és tevékenység során felhasznált anyagok megnevezése, éves felhasznált mennyiségük.</p> <p>Anyagmérlegek készítése a hulladék keletkezésével járó technológiákról.</p> <p>A tevékenységből keletkező összes hulladék 16/2001. (VII.18.) KöM rendelet szerinti megnevezése, mennyisége, EWC kódszáma (veszélyes hulladékok esetében azok veszélyességi jellemzőit is meg kell adni) technológiánkénti és tevékenységenkénti bontásban.</p> <p>A hulladékok gyűjtési módjának ismertetése.</p> <p>A hulladékok telephelyen belül történő kezelésének, tárolásának, az ezeket megvalósító létesítmények és technológiák részletes ismertetése, beleértve azok műszaki és környezetvédelmi jellemzőit.</p> <p>A telephelyről kiszállított (export is) hulladékok fajtánkénti ismertetése és</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai</p> <p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan</p>

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
	<p>mennyisége. A hulladékot szállító, átvevő szervezet azonosító adatai, a hulladékszállítás folyamatának (eszköze, módja, útvonala) ismertetése. A hulladékgazdálkodási terv, a keletkező hulladékok mennyiségének és környezeti veszélyességének csökkentésére tett intézkedések ismertetése.</p> <p>Más szervezettől átvett (import is) hulladékok minőségi összetételének, mennyiségének és származási helyének (átadó azonosító adatai), valamint kezelésének ismertetése.</p> <p>A begyűjtéssel átvett hulladékok minőségi összetételének, mennyiségének és származási helyének (átadó azonosító adatai), valamint kezelésének ismertetése.</p>	
3.4.	<p>3.4. Talaj A terület-igénybevétel és a területhasználat megváltozásának adatai. A talaj jellemzése a multifunkcionális tulajdonságai alapján, különös tekintettel a változásokra (vegyi anyagok, hulladékok stb.). A tevékenységből származó talajszennyezések és megszüntetési lehetőségeinek bemutatása. Prioritási intézkedési tervek készítése. Remediációs megoldások bemutatása</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat</p>
3.5.	<p>3.5. Zaj és rezgés A tevékenység hatásterületének meghatározása zaj- és rezgésvédelmi szempontból, feltüntetve és megnevezve a védendő objektumokat, védendőnek kijelölt területeket. A zaj/rezgésforrások leírása, a tényleges terhelési helyzet meghatározása, összehasonlítása a határértékekkel.</p>	<p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével</p>
3.6.	<p>3.6. Az élővilágra vonatkozó környezetterhelés és igénybevétel bemutatása A területhasználattal érintett</p>	<p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek</p>

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
	<p>életközösségek (növény- és állattársulások) felmérése és annak a természetes, eredeti állapothoz, vagy környezetében lévő, a tevékenységgel nem érintett területekhez való viszonyítása.</p> <p>A tevékenység következtében történő igénybevétel módjának, mértékének megállapítása. A biológiailag aktív felületek meghatározása.</p> <p>A tevékenység káros hatásaira legérzékenyebben reagáló indikátor szervezetek megjelölése.</p> <p>Az eddigi károsodás mértékének meghatározása.</p>	<p>összességére vonatkozóan</p> <p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat</p>
3.7.		<p><b>h) a létesítményből származó kibocsátások ..... várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan</b></p>
4.	<p><b>4. Rendkívüli események</b></p> <p>A rendkívüli esemény, illetve üzemzavar miatt a környezetbe került vagy kerülő szennyező anyagok, valamint hulladékok minőségének és mennyiségének meghatározása környezeti elemenként.</p> <p>A megelőzés és a környezetszennyezés elhárítása érdekében teendő intézkedések, haváriatervek, kárelhárítási tervek bemutatása.</p>	<p>l) minden olyan intézkedést, amely ..., a biztonságot, ... szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére</p>
5.	<p><b>5. Összefoglaló értékelés, javaslatok</b></p> <p>A környezetre gyakorolt hatás értékelése, bemutatva a környezeti kockázatot is.</p> <p>Környezetvédelmi engedéllyel rendelkező tevékenység esetén az engedélykérelemhez elkészített tanulmányok hatás-előrejelzéseinek összevetése a bekövetkezett hatásokkal.</p> <p>A felülvizsgálat és a korábbi vizsgálatok eredményei, illetve határozatok alapján meg kell határozni azokat a lehetséges intézkedéseket, amelyekkel az érdekelt a veszélyeztetés mértékét csökkentheti, illetve a környezetszennyezés</p>	<p>j) a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére szolgáló technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások, valamint <b>ezeknek a mindenkori elérhető legjobb technikának való megfelelése</b></p> <p><b>k) szükség esetén a hulladék keletkezésének megelőzésére, a keletkezett hulladék hasznosítására,</b> valamint a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezést, illetve -károsítást kizáró módon történő ártalmatlanítására szolgáló megoldások</p> <p>l) minden olyan intézkedést, amely az <b>energiahatékonyságot</b>, a biztonságot, a</p>

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
	<p>megszüntetése érdekében, vagy a környezet terhelhetőségének figyelembevételével annak elfogadható mértékűre való csökkentését érheti el. Ha az engedély nélküli tevékenységet új telepítési helyen valósították meg, akkor ismertetni kell a telepítés helyén az ökológiai viszonyokban és a tájban valószínűsíthető vagy bizonyítható változásokat, és az esetleges káros hatások ellensúlyozására bevezetett intézkedéseket.</p> <p>Javaslatot kell adni a szükséges beavatkozásokra, átalakításokra, ezek sürgősségére, időbeli ütemezésére.</p>	<p>szennyezések megelőzését, illetve csökkentését szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére</p>
6.	<p>Kiemelten kell foglalkozni a környezetszennyezésre, -veszélyeztetésre utaló jelenségekkel, és szükség esetén javaslatot kell tenni az érintett terület feltárására, az észlelő, megfigyelő rendszer kialakítására.</p>	<p>m) a létesítményből származó kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések</p>

## 9.REFERENCIÁK, IRODALOMJEGYZÉK

- Air and Waste Management Association**, 1992. *Air Pollution Engineering Manual -Chapter 16: Pharmaceutical Industry*, Richard Crume and Jeffrey Portzer, eds. Buonicore, A.J., and Davis, W.T., Van Nostrand Reinhold, New York.
- Bureau of the Census, Washington** 1992. *Census of Manufacturers for Drugs, Industry Series*, US Department of Commerce, , DC., (MC92-I-28C).
- Davis, W.T., Buonicor, A.J.**, 1992. *Air Pollution Manual*, Air and Waste Management Association.
- Encyclopedia of Polymer Science and Engineering**, Vol.6, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1986, p.514-515.
- Fouhy, K.**, 1992. *Cleaning Waste Gas, Naturally*, Chemical Engineering, December.
- Institute of Technology, Emissions Reduction Research Center**, 1991. *Pollution Prevention Research Opportunities in the Pharmaceutical Industry*, New Jersey.
- Kedvessy György**, 1971. *Gyógyszertechnológia*, Medicina Könyvkiadó Bp.
- Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology**, 1994. Fourth Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Központi Statisztikai Hivatal**, 2001. Magyar Statisztikai Évkönyv (Statistical Yearbook of Hungary, 2001)
- Louis Theodore, and Anthony J. Buonicore**, 1998. *Air Pollution Control Equipment, Volume II Gases*CFC Press.
- Magyarországi Gyógyszergyártók Országos Szövetsége (MAGYOSZ, Hungarian Pharmaceutical Manufacturers Association)** 2001., 2002. *Magyar gyógyszersektorról. A magyar gyógyszeripar bemutatása*, <http://www.magyosz.org/magyar/htmls/rovat.phtml?rovat=tables/2001> (Pharmaceutical market. Introducing the Hungarian pharmaceutical industry <http://www.magyosz.org/angol/htmls/keret.phtml>)
- MAGYOSZ/Ódor Erzsébet**, 2002. BAT Conference 16/09/2002 Presentatiton
- Marossy Katalin** <http://www.om.hu/letolt/kutat/tep/elet/marossy.pdf> (A magyarországi gyógyszeripar)
- Moretti, et. al.**, 1992. VOC Control: Current Practices and Future Trends, Chemical
- Ódor Erzsébet**, 2002. *Versengő célok, győzzön a környezetvédelem*, MKL 2002. 57. évfolyam (volume) 6. szám (issue)
- Ódor Erzsébet**, Összefoglaló "A gyógyszeripar levegőtisztaságvédelmi feladatai az EU elvárásoknak megfelelően" című ipari hatástanulmányhoz
- Office of Management and Budget.**, 1987. *Standard Industrial Classification Manual, 1987*, Executive Office of the President, Washington, DC.
- Perry's Chemical Engineers' Handbook**, 1994. Sixth Edition, McGraw-Hill Book Company
- PHARE Project HU9513-03-01-L002**, 1999. Az IPPC-Direktíva Magyarországon (Implementation of the IPPC Directive and its Legal Enforcement in Hungary) BAT-előírások a magyarországi papír- és cellulózipar, valamint gyógyszeripar számára. V. tevékenység c. (BAT Standards for the Pulp & Paper and Pharmaceutical Sectors in Hungary)
- PHARE Project HU9513-03-01-L002**, 1999. Az IPPC-Direktíva Magyarországon (Implementation of the IPPC Directive and its Legal Enforcement in Hungary) Az IPPC bevezetéséből eredő költségek és hasznok (Identification of Costs & Benefits Arising from the Introduction af IPPC in Hungary. General Introduction to the Pharmaceutical Industry in Hungary)
- Pharmaceutical Research and Manufacturers of America**, 1996. *Opportunities and Challenges for Pharmaceutical Innovation: PhRMA Industry Profile*, Washington, DC.
- Pharmaceutical Research and Manufacturers of America**, 1997. Section V: Pollution Prevention

- Opportunities Pharmaceutical Industry Waste Minimization Initiatives (White Paper),
- Rácz-Selmecki (szerk.)**, 2001. *Gyógyszertechnológia 2. Művelettan-eljárás*, Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest, 2001.
- Remington**: *The Science of Practice of Pharmacy*, 19th edition, Mack Publishing Co., Easton, Pennsylvania, 1995.
- Riegel's Handbook of Industrial Chemistry**, 1992. *Chapter 25: The Pharmaceutical Industry*, Jeffrey H. Watthey, Van Nostrand Reinhold, New York,.
- Ruddy, E.N., Carroll, L.A.**, 1993. *Select the Best VOC Control Strategy*, Chemical
- Szontagh Tamás**, 1999. Az EU által szabályozott veszélyes anyagok felszíni vizekbe történő bevezetésének (76/464/EGK) részletes hatásvizsgálata. Gyógyszeripar
- U.S. Food and Drug Administration, August 1996**. *Guidance for Industry: Manufacture, Processing or Holding of Active Pharmaceutical Ingredients*,
- United States Environmental Protection Agency**, 1984. Control of Volatile Organic Compound Emissions Air Oxidation Processes in Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry, Guideline Series, EPA-450/3-84-015.
- United States Environmental Protection Agency**, 1991. *Guidelines to Pollution Prevention: The Pharmaceutical Industry*, Washington, DC., (EPA/625/7-91/017).
- United States Environmental Protection Agency**, 1993. *Control of Volatile Organic Compound Emissions from Batch Process*, Guideline Series, EPA-453/R-93-017.
- United States Environmental Protection Agency**, 1993. *Control of Volatile Organic Compound Emissions from Batch Processes*, Guideline Series, Research Triangle Park, NC., November, 1993, (EPA-453/R-93-017).
- United States Environmental Protection Agency**, 1995. Development Document for Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Pharmaceutical Point Source Category, US EPA, Washington, DC., (EPA/821-R-95-019).
- United States Environmental Protection Agency**, 1998. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories: Pharmaceuticals Production; Final Rule
- United States Environmental Protection Agency**, 1998. *Pharmaceutical Manufacturing Category Effluent Limitations Guidelines*, Pretreatment Standards, and New Source Performance Standards; Final Rule.
- United States Environmental Protection Agency**, 1999. Analytical Method Guidance for the Pharmaceutical Manufacturing.
- United States Environmental Protection Agency**, 2000. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Pharmaceuticals Production; Proposed Rule (2000):
- Vatavuk. W.M.**, 1990. *Estimating Costs of Air Pollution*, Lewis Publishers.

## 10. TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK</b>	<b>3</b>
1.1 BEVEZETÉS	3
1.2 A BAT ALKALMAZÁSA ÚJ ÉS MEGLÉVŐ ÜZEMEK ESETÉN	4
1.3 AZ ENGEDÉLY MEGSZERZÉSÉRE VONATKOZÓ HATÁRIDŐK	5
1.4 AZ ENGEDÉLYKÉRELEM	6
1.5 AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉS HATÁLYA ALÁ TARTOZÓ LÉTESÍTMÉNYEK	6
1.6 AZ ÁGAZAT FŐBB KÖRNYEZETI JELLEMZŐI (JELLEMZŐ KIBOCSÁTÁSOK)	7
1.7 A MAGYARORSZÁGI GYÓGYSZERIPAR ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA	10
<b>2. AZ ELJÁRÁSOK ÉS A KIBOCSÁTÁSOK ÁTTEKINTÉSE</b>	<b>14</b>
2.1 TECHNOLÓGIÁK A GYÓGYSZERIPARBAN	14
2.2 A FOLYAMATOK LEÍRÁSA	15
2.2.1 Kémiai szintézis	15
2.2.2 Természetes termékek és biológiailag aktív anyagok extrahálása	17
2.2.3 Fermentálás	18
2.2.4 Formulázás, keverés vagy elegyítés	19
2.2.5 A kibocsátások összefoglalása	20
<b>3. ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: MEGELŐZÉS</b>	<b>21</b>
3.1 NYERSANYAGOK	25
3.2 ENERGIA	25
3.3 VÍZ	31
<b>4. ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: CSÖKKENTÉS</b>	<b>33</b>
4.1 LÉGSZENNYEZŐ ANYAGOK, BÚZ	34
4.1.1 A szennyező anyagok típusai	34
4.1.2 Kibocsátási források	34
4.1.3 Hulladékgázok kezelése	36
4.1.4 Visszanyerési technikák illékony szerves anyagokra és szervesetlen vegyületekre	37
4.1.5 Szennyezés-csökkentő műveletek és folyamatok illékony szerves anyagok és szervesetlen gázok esetében	43
4.1.6 Ajánlások	50
4.2 ZAJ ÉS REZGÉS	52
4.3 VÍZSZENNYEZŐ ANYAGOK	60
4.3.1 Emisszió-források	60
4.3.2 A szennyezőanyagok típusai	61
4.3.3 Eljárások, technikák	62
4.3.4 Javaslatok	76
4.4 HULLADÉKOK	79
4.5 EGYÉB TECHNIKÁK ÉS ELJÁRÁSOK	84
4.5.1 Visszaforgatás, visszanyerés és újrahasználat	84
4.5.2 Kutatások a szennyezés-megelőzés érdekében	84
<b>5. KÖRNYEZETVÉDELMI VEZETÉSI RENDSZEREK</b>	<b>86</b>
<b>6. A BAT ISMÉRVEINEK VALÓ MEGFELELÉS A MAGYAR GYÓGYSZERIPARBAN</b>	<b>90</b>
<b>I. KEVÉS HULLADÉKOT TERMELŐ TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA</b>	<b>91</b>
<b>II. KEVÉSBÉ VESZÉLYES ANYAGOK HASZNÁLATA</b>	<b>94</b>
<b>III. A FOLYAMATBAN KELETKEZŐ ÉS FELHASZNÁLT ANYAGOK ÉS HULLADÉKOK REGENERÁLÁSÁNAK ÉS ÚJRAFELHASZNÁLÁSÁNAK ELŐSEGÍTÉSE</b>	<b>95</b>
<b>IV. ALTERNATÍV ÜZEMELTETÉSI FOLYAMATOK, BERENDEZÉSEK VAGY MÓDSZEREK, AMELYEKET SIKERREL PRÓBÁLTAK KI HASONLÓ MÉRTEKBEK</b>	<b>96</b>
<b>V. A TUDOMÁNYOS ISMERETEKBEK ÉS EZEK MEGÉRTÉSÉBEK REJLŐ TECHNOLÓGIAI ELŐNYÖK ÉS VÁLTOZÁSOK</b>	<b>98</b>

<b>VI. A SZÓBANFORGÓ KIBOCSÁTÁSOK TERMÉSZETE, HATÁSAI ÉS MENNYISÉGE -----</b>	<b>99</b>
<b>VII. AZ ÚJ ÉS MEGLÉVŐ LÉTESÍTMÉNYEK ENGEDÉLYEZÉSÉNEK IDŐPONTJAI-----</b>	<b>100</b>
<b>VIII. AZ ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKA BEVEZETÉSÉHEZ SZÜKSÉGES IDŐ -----</b>	<b>100</b>
<b>IX. A FOLYAMATBAN HASZNÁLT NYERSANYAGOK FOGYASZTÁSA ÉS JELLEMZŐI ÉS EZEK ENERGIAHATÉKONYSÁGA -----</b>	<b>101</b>
<b>X. ANNAK IGÉNYE, HOGY A KIBOCSÁTÁSOK KÖRNYEZETRE GYAKOROLT HATÁSÁT ÉS ENNEK KOCKAZATÁT A MINIMÁLISRA CSÖKKENTSEK, VAGY MEGAKADÁLYOZZÁK ----</b>	<b>104</b>
<b>XI. ANNAK IGÉNYE, HOGY MEGELŐZZÉK A BALESETEKET ÉS A MINIMÁLISRA CSÖKKENTSEK EZEK KÖRNYEZETRE GYAKOROLT KÖVETKEZMÉNYEIT -----</b>	<b>108</b>
<b>XII. A MAGYAR KÖRNYEZETVÉDELMI HÁTTÉR INTÉZMÉNY, VAGY A NEMZETKÖZI SZERVEZETEK ÁLTAL KÖZZÉTETT INFORMÁCIÓK, TOVÁBBÁ AZ EURÓPAI BIZOTTSÁG ÁLTAL A TAGÁLLAMOK ÉS AZ ÉRINTETT IPARÁGAK KÖZÖTT AZ ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁKRÓL, A KAPCSOLÓDÓ MONITORINGRÓL ÉS A FEJLŐDÉSRŐL SZERVEZETT INFORMÁCIÓCSERÉNEK A BIZOTTSÁG ÁLTAL KÖZZÉTETT TAPASZTALATAI -----</b>	<b>110</b>
<b>7. KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK -----</b>	<b>111</b>
<b>8. AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉS, A KHV ÉS A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEVETÉSE -----</b>	<b>113</b>
8.1 A KHV ÉS AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLY TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEVETÉSE -----	113
8.2 A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT ÉS AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLY TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEVETÉSE -----	116
<b>9. REFERENCIÁK, IRODALOMJEGYZÉK-----</b>	<b>123</b>
<b>10. TARTALOMJEGYZÉK -----</b>	<b>125</b>