



Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium



Integrált Szennyezés-megelőzési és Környezet-egészségügyi Főosztály

Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a
műanyagok gyártása
terén

Budapest
2004



Ezen útmutató a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium megbízásából készült.

A dokumentum elkészítését a Környezetgazdálkodási Intézet IPPC Osztálya irányította a HU/IB/2001/EN/04 német-magyar PHARE Twinning Projekt keretében. Az eredeti angol nyelvű dokumentum összeállításában az alábbi szakértők működtek közre:

Twinning Project
HU/IB/2001/EN/04
Implementation of the IPPC Directive
**Guidance Document on
Best Available Techniques for the
Basic Plastics Materials Sector**
Final Draft
November 2003

A dokumentum elkészítésében közreműködtek:

Környezetgazdálkodási Intézet

Edina Gampel – koordinátor

Maria Jacobsen – előcsatlakozási-tanácsadó
(PAA)

Anikó Gazdag – PAA asszisztens

University of Applied Science, Wiesbaden

Prof. Dr. Ursula Deister

Prof. Dr.-Ing. Jutta Kerpen

Prof. Dr.-Ing. Franjo Sabo

Jürgen Prediger

Stefan Prechel

Jelen útmutató az eredeti, angol nyelvű dokumentum magyar nyelvű fordítására épül, megtartva annak szerkezetét és szellemiségét, azt kiegészítve és átdolgozva, a hazai viszonyok közé illesztve. Az átdolgozás *Majerusz László* szakértő segítségével készült.

Az IPPC-vel kapcsolatos további információ:

OKTVF Integrált Szennyezés-megelőzési és Környezetállapot-értékelési Főosztály

Telefon: (1) 209-1000

E-mail: ippc@kgi.ktm.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1	Általános információk	5
1.1	Bevezetés	5
1.2	A BAT alkalmazása új és meglévő üzemek esetén	6
1.3	Az engedély megszerzésére vonatkozó határidők	7
1.4	Az engedélykérelem	8
1.5	Az egységes környezethasználati engedélyezés hatálya alá tartozó létesítmények	8
1.6	Az ágazat főbb környezeti hatásai	9
1.7	Az ágazat magyarországi helyzetének bemutatása	10
1.7.1	Műanyagok gyártása	10
1.7.2	Műanyagok feldolgozása	11
1.8	Az ágazat jellemző tevékenységeinek áttekintése (A legnagyobb mennyiségben gyártott műanyagok gyártási technológiáinak rövid bemutatása)	13
1.8.1	Polietilén-gyártás	13
1.8.2	Polipropilén-gyártás	14
1.8.3	Poli(vinil-klorid) gyártása	14
1.8.4	Poli(akril-nitril) gyártása	14
1.8.5	Polisztirol-gyártás	15
1.8.6	Poliuretán-gyártás	15
2	Technológiák és kibocsátások áttekintése	16
2.1	Gyártási technológia	16
2.2	A polimerek szerkezete	18
2.3	Az adalékok	18
3	Elérhető legjobb technikák: Megelőzés	20
3.1	Anyagráfordítások változtatásai	21
3.2	3.2. Technológiai változások	21
3.3	Megfelelő gyártási gyakorlatok	23
3.4	Technológiai feltételek/konfiguráció	23
3.5	Nyersanyagok	26
3.6	Technológia változtatások	28
4	Elérhető legjobb technikák: Csökkentés	33
4.1	Szennyezőanyag típusok	35
4.1.1	Hulladékgáz-kezelés	36
4.1.2	Visszanyerési technikák szerves, valamint illékony szerves vegyületek esetén	36
4.1.3	Szerves és illékony szerves vegyületek kibocsátásainak csökkentési lehetőségei	40
4.2	Vízszennyező-anyagok	47
4.2.1	Kezelési technikák	48
4.2.2	Nem oldódó szennyezőanyagok/mechanikus szeparálás	49
4.2.3	Biológiai kezelés	69
4.3	Hulladék	73
4.4	Zaj és rezgés	78
5	környezetvédelmi vezetési rendszerek	87
5.1	Elérhető legjobb technikák	90
5.2	Menedzsment-eszközök	92
2.1.1	készletmenedzsment-eszközök	92
5.2.1	Életciklus-elemzés	94
5.3	A biztonsági és vészhelyzetre alkalmazandó eszközök	94
5.3.1	Tűzoltó vizek és nagyobb kiömlések menedzsmentje	95

6	Kibocsátási határértékek	97
7	Az egységes környezethasználati engedélyezés, a KHV és a teljes körű felülvizsgálat tartalmi követelmény rendszerének összevetése	99
7.1	A KHV és az egységes környezethasználati engedély tartalmi követelmény rendszerének összevetése	99
7.2	A teljes körű felülvizsgálat és az egységes környezethasználati engedély tartalmi követelmény rendszerének összevetése	101
8	Rövidítések jegyzéke	107
9	Referenciák, irodalomjegyzék	108

1 ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

1.1 Bevezetés

Az Integrált Szennyezés-megelőzés és Csökkentésről szóló, 96/61/EK tanácsi irányelvet (IPPC Direktíva) 1999. október 30-ig kellett az Európai Unió valamennyi tagországának a hazai jogrendbe átültetnie.

A magyarországi EU jogharmonizációnak és az EU követelményeknek megfelelően az IPPC Irányelv a környezetvédelem általános szabályairól szóló, 1995. évi LIII. törvény módosítása 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 hatályba¹ 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 Technika (BAT: Best Available Techniques) bevezetése és alkalmazása. A BAT pontos meghatározása a környezetvédelem általános szabályairól szóló, 1995. évi LIII. törvény. 4.§-ban található (a törvényt a 2001 évi LV. törvény módosítja, mely egyes törvényeknek a környezet védelme érdekében történő, jogharmonizációs célú módosításáról szól).

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 előírhat 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 A 193/2001. (X.19.) Korm. rendeletet a 47/2004. (III.18.) Korm. rendelet az egyes környezetvédelmi jogszabályok módosításáról időközben módosította

A hatóság egy konkrét technológia alkalmazását nem írja elő, a környezethasználónak kell 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, melyek segítségével a BAT alkalmazásával kapcsolatos döntések könnyebben meghozhatók.

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

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 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 útmutatók információt nyújtanak 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 közeljövőben a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium honlapján (<http://www.kvvm.hu>).

Már működő üzemek 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 már működő létesítmény esetében meghatározásra kerül, indokolt esetben lehetőség van az ettől való eltérésre akár a szigorúbb, akár a kevésbé szigorú feltételek irányába, mint ezt a jelen dokumentum is tárgyalja (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 már működő üzemekre egyaránt alkalmazzák és az ezektől való eltérés új létesítményeknél kevésbé indokolható. Az új üzemeknek már a működés megkezdése előtt, teljesen meg kell felelniük a BAT követelményeknek. Néhány esetben indokolt lehet az üzemmenet felülvizsgálata (auditálása), melynek alapján meghatározhatók a szükséges fejlesztések. Ilyen körülmények között a korszerűsítés időtávja is, mint engedélyezési feltétel, meghatározásra kerül.

Már működő üzemek esetén, melyek a BAT vagy a hatályos kibocsátási határértékek követelményeihez igen közeli feltételek mellett működnek, a kevésbé szigorú feltételek is elfogadhatók. Ilyen esetekben aránytalanul magas költséget jelentene a régi technológia újra való cserélése, a szennyezőanyag kibocsátás kismértékű csökkenése mellett. Ebben az esetben 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 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) azon 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 kell 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 hatóságok 2004. január 1-ig kötelesek kiadni a teljeskörű környezetvédelmi felülvizsgálatot elrendelő határozatot.

A 193/2001 (X.19.) Korm. rendelet bizonyos esetekben előírja az engedélyek felülvizsgálatának szükségességét. 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, a vállalatáról, valamint a tevékenységről, 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.) Korm. rendelet definiálja a létesítmény fogalmát, az egységes környezethasználati engedélyhez kötött tevékenységek listáját pedig az 1. melléklet tartalmazza.

Az egyes tevékenységekhez megadott (termelési) küszöbértékek általában a termelési vagy a kibocsátási kapacitásokra vonatkoznak. Amennyiben egy üzemeltető több, azonos jellegű tevékenységet végez azonos létesítményben (pl. "Vasfémek" feldolgozására szolgáló létesítmények) vagy azonos telephelyen, akkor ezen tevékenységek kapacitásának összegét kell figyelembe venni a küszöbértékkel történő összehasonlításnál.

Jelen műszaki útmutató tárgyát képező műanyagok gyártása tevékenységet a Kormányrendelet 1. mellékletének 4.1. pont h) bekezdése tartalmazza:

„4. Vegyipar

Csak az ipari méretű előállításra vonatkozóan:

4.1. Vegyipari létesítmények, alapvető szerves anyagok, nevezetesen

h) műanyagok (polimerek, szintetikus szálak és cellulóz alapú szálak) ipari méretű gyártására.”

Az Útmutató nem foglalkozik ugyanakkor

- a műanyagok gyártásának alapanyagait képező monomerek (pl. etilén, propilén, vinilklorid) gyártásával,
- a polimerizációhoz és a termékek kikészítéséhez szükséges katalizátorok, iniciátorok, stabilizátorok, lágyítók, töltőanyagok, színezőanyagok, vázanyagok stb. előállításával,
- a szintetikus gumik gyártásával, továbbá
- a cellulóz alapú termékek gyártásával (pl. papíripar).

Ezeket a tevékenységeket a Kormányrendelet 1. mellékletének egyéb pontjai tartalmazzák.

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 a létesítmény szennyezőanyag kibocsátása.

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, szennyvízkezelésre.

1.6 Az ágazat főbb környezeti hatásai

A vegyiparon belül a polimerek előállítása nem tartozik a legszennyezőbb tevékenységek közé.

A legtöbb műanyag gyártása során a technológiák *vízigénye és vízszennyező hatása* mérsékelt és a jelenlegi víztisztítási eljárásokkal jól kezelhető.

A hűtés céljára szükséges frissvíz felhasználás csökkenthető átfolyó vizes hűtés esetén recirkulációs hűtőrendszerre történő átállással, a cirkuláltatott hűtővíz kémiai és biológiai kondicionálásának megoldásával, ami lehetővé teszi a hűtés hatékonyságának optimalizálását. Ahol az lehetséges, a frissvíz felhasználás csökkenthető a vízhűtés levegő hűtéssel történő kiváltásával.

A többszörös vagy recirkulációs vízhasználat mellett a vízfelhasználás és a befogadót terhelő szennyvíz mennyisége csökkenthető a kismértékben szennyeződött, vagy tisztítás után ismételt használatra alkalmas vizek újrahasználatával.

A technológiai eredetű szennyezett vizekből a legjellemzőbb szennyező komponensek, a polimer por vagy granulátum és a szénhidrogének szeparálással jól leválaszthatók. A leválasztott szennyező komponensek hulladékként ártalmatlaníthatók.

Az előtisztítás után a vízben maradó oldott szerves komponensek biológiai módszerekkel lebonthatók.

A polimerizációs technikák *légszennyező hatása* többségében diffúz emissziókból tevődik össze. A technológiai lefúvatások az esetek többségében zárt fáklyavezeték rendszereken keresztül elvezethetők és égetéssel ártalmatlaníthatók.

A légszennyező hatások csökkenthetők, illetve a kibocsátások mérsékelhetők a technológia rendszeres ellenőrzésével, előzetes veszélyelemzések alapján karbantartásokkal és ezáltal a diffúz forráshelyek megszüntetésével.

A pontforrásokon kibocsátott szennyező komponensek csökkenthetők szűrőberendezés beépítésével, esetleg a szennyezett levegőből a hasznosítható szerves komponensek leválasztásával.

A szerves komponenseket tartalmazó szennyezett levegő tisztítható biofilterrel, termikus vagy katalitikus oxidációval, továbbá abszorpciós vagy adszorpciós eljárásokkal. Utóbbi megoldások alkalmasak lehetnek az értékesebb komponensek kinyerésére és újrahasznosítására.

A polimer technológiák *zajhatása* 1-2 művelettől eltekintve szintén nem jelentős. A technológiák többségénél a káros zaj mértéke a telephatáron túl nem terjed.

Nagynyomású technológiáknál (pl. kissűrűségű polietilén előállítás) a polimerizáció 1500-3000 bar nyomástartományon belül történik. A kompresszió által keltett zajhatást azonban a kapcsolódó csőhálózat megfelelő kialakításával, zajtompító elemek beépítésével és zajszigeteléssel itt is mérsékelni lehet.

Jelentős zajkibocsátást okozhatnak a többségében üzemzavar jellegű lefúvatások, ezek azonban nem folyamatosak és ritkán fordulnak elő.

A polimergyártás során keletkező *hulladékok* döntő többsége elszennyeződött vagy a specifikációnak nem megfelelő termék, ami legtöbb esetben nem veszélyes hulladék.

Veszélyes hulladékot képeznek a berendezések működéséhez szükséges kenőolajok hulladékai, továbbá a segédanyagok kezelése, tárolása, leválasztása során keletkező hulladékok, azonban ezek aránya sem számottevő.

A hulladékok mennyisége csökkenthető szakaszos technológiákról folyamatos technológiákra történő átállással, a technológiák fokozott felügyeletével, számítógépes folyamatirányítási megoldások bevezetésével.

1.7 Az ágazat magyarországi helyzetének bemutatása

Magyarország a műanyagok felhasználása szempontjából a közepesen fejlett országok csoportjába tartozik. Az egy főre eső felhasználás dinamikusan nő, 2001-ben elérte a 697 kt-át, ami 70 kg/fő/év értéknek felel meg.

1.7.1 MŰANYAGOK GYÁRTÁSA

A legnagyobb mennyiségben használt műanyagok, az ún. tömeg-polimerek mindegyikét gyártják hazánkban, korszerűen felszerelt, auditált minőségbiztosítási - és környezetirányítási rendszerrel rendelkező vállalatoknál. Polietilént és polipropilént a TVK Rt., PVC-t és egyes PUR-komponenseket (TDI és MDI) a Borsodchem Rt., míg polisztirolt a Dunasty Rt. állít elő. Az egyéb műanyagok (poliamidok, poli(akril-nitril) (PAN), ioncserélő műgyanták, poliészterek stb.) hazai gyártása nem számottevő.

A műanyaggyártás, export-import és a felhasználás mennyiségi adatsora

	1997	1998	1999	2000	2001	2001/1997
	%					
Termelés (kt)	828	848	828	1009	1035	127

Import (kt)	251	309	337	401	425	169
Export (kt)	541	613	574	730	763	141
Felhasználás (kt)	539	544	583	680	697	129

2001 évben 1millió 35 ezer tonna műanyagot állítottak elő 239 milliárd Ft értékben. A táblázatból látható, hogy az elmúlt öt évben a termelés 27 %-kal, az export .41 %-kal, a felhasználás 29 %-kal, míg az import 69 %-kal növekedett.

A termelés több, mint 70 %-a exportra kerül, főként nyugat-európai országokba, és egyre nő a közép-európai országokba történő kivitel. 2001-ben az export értéke 525 millió USD, míg az import értéke 472 millió USD volt, hazánk tehát nettó exportőr.

Az egyes polimerek közül a polietilén előállítása 292 kt a polipropiléné 260 kt a PVC előállítása 267 kt, míg a polisztirolé 85 kt, az MDI előállítása 50 kt volt 2001-ben.

Öt év alatt a polipropilén gyártás 82 %-kal nőtt, amit a TVK Rt új PP gyárának beindulása eredményezett. A PVC gyártás 11 %-kal, a PE-é 4 %-kal, a PS gyártás 3 %-kal nőtt.

A legfontosabb termoplasztikus műanyagok és a PUR felhasználása (kt)

	1997	1998	1999	2000	2001	2001/1997
	%					
Polietilén (PE)	152	150	149	156	163	107
Polipropilén (PP)	89	99	103	127	130	146
Poli(vinil-klorid) (PVC)	80	85	86	96	87	109
Polisztirol (PS)	35	48	58	69	67	190
Poliészter (PET)	20	26	28	30	39	195
Poliuretán (PUR)	20	24	27	30	31	155
PC/ABS blendek (keverékek)	13	14	18	21	18	138

Megállapítható, hogy a PP és a PET felhasználás gyorsan és folyamatosan nőtt.

A PE és a PVC iránti igény csak mérsékelten nőtt.

A PS és a műszaki műanyagok gyors fejlődését 2001-ben visszaesés követte.

1.7.2 MŰANYAGOK FELDOLGOZÁSA

A műanyagok feldolgozása 1993 óta folyamatosan fejlődik. Ezen a területen jelentős a külföldi szakmai befektető szerepe, akik (vevőiket követve) zömében zöld mezős beruházásokkal jelentek meg.

A műanyag-feldolgozó ipar értékesítése folyó áron 5 év alatt 120 %-kal, az utóbbi évben 20 %-kal növekedett, messze megelőzve az ipar átlagát. A műanyag-feldolgozás, értékben, 2001-ben első ízben szárnyalta túl a műanyag alapanyag gyártást.

A termelés, az import és az export felfutása, mennyiségben

Év	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2001/1997
	%							
Műanyag termék kt	336	352	444	447	458	510	560	126
Termék export kt	79	89	127	139	156	196	221	174
Termék import kt	67	77	114	143	168	209	220	194

A műanyag termékek gyártása tehát 26 %-kal, nőtt 5 év alatt, az export aránya 40 %

Az export 74 %-kal az import még ennél is gyorsabban, 94 %-kal nőtt 5 év alatt. A műanyag termékek iránti igény növekedése tehát meghaladta a hazai termelés fejlődését.

Mennyiségben az import megegyezik az exporttal 2001-ben.

Az MMSZ által feldolgozott statisztikában 275 vállalat adatai szerepelnek, az általuk feldolgozott 532 kt az össz mennyiség 95 %-át jelenti, tehát megbízható és strukturált információkkal rendelkezünk az iparágról.

A feldolgozás megoszlása 2001-ben a cégek nagysága szerint:

A 15 legnagyobb cég (>10 kt/év) részaránya 41 %

65 (> 2kt/év) 81 %

100 (> 1kt/év) 89 %

A 100 legnagyobb cég termelésének 44 %-át adják a külföldi tulajdonban levő vállalatok.

A hiányzó 11 %-ot kb. 700 kisvállalat képviseli.

A nagy mennyiségben feldolgozott műanyagok megoszlása polimer típus szerint

Polimer típus	Mennyiség (kt)	Növekedés	Részarány	2001/1997	2001-ben
	1997	2000	2001		
	%				
PE-LD	59,8	80,7	85,5	143	16,1
PE-HD	47,9	56,3	57,6	120	10,8
PP	71,3	107,1	128,2	180	24,1
PVC	102,9	104,7	117,1	114	22,1
PS	26,7	53,3	59,0	221	11,1

Dinamikusan nőtt a PP és a PS, átlagosan a PE, és csak lassan a PVC feldolgozása.

A hazai adatokat a nyugat-európaiakkal összehasonlítva megállapítható, hogy nálunk a PVC és PS részaránya magasabb, a PP és a PET hasonló, az LDPE, HDPE és a műszaki műanyagok részaránya pedig alacsonyabb.

A belföldön feldolgozott polimerek 60 %-a importból származik.

A műanyagokból gyártott legfontosabb termékek mennyisége

Terméktípus	1997 kt	2000 kt	2001 kt	2001/1997 %	Részarány - 2001-ben %
Fólia, fóliacsík	110,2	141,3	149,3	136	26,7
Fröccstermék	67,4	95,9	118,8	176	21,1
Cső	56,8	56,7	59,1	104	10,6
Üreges testek	40,3	44,1	47,7	118	8,5
Habtermékek	24,1	35,3	37,3	155	6,7
Kábelbevonat	18,7	20,3	21,6	116	3,9
Lemez	18,0	13,8	22,3	116	4,0
Profil	7,3	13,5	18,0	247	3,2
Padlóburkoló	13,3	11,4	12,7	95	2,3
Egyéb termékek	87,9	81,0	72,7	83	13,0
Összesen	444	510	560	126	100

Abszolút értékben a padló kivételével valamennyi terméktípusnál növekedés látszik. Az átlagosnál gyorsabban növekedett a fröccstermék, a habtermék, a fólia és különösen a profil termékek mennyisége.

A második félévi lassuló tendencia ellenére 2001 évben 10 %-kal nőtt a feldolgozott mennyiség az előző évhez képest.

A részarányokat összehasonlítva a nyugat-európai adatokkal, a következők állapíthatók meg: Magyarországon magasabb a csövek és padlóburkolók részaránya, megegyezik a fröccstermékek és a fóliák + lemezek aránya, és alacsonyabb az üreges testeké.

A műanyag termékek export-import forgalma értékben

	1997	1998	1999	2000	2001	2001/1997
Export millió \$	323	343	350	417	468	145 %
Import millió \$	524	666	747	867	902	172 %
Egyenleg millió \$	-201	-323	-397	-450	-434	-216 %

Az import mennyiségben ugyanannyi, mint az export, értékben azonban csaknem kétszerese. Mivel 2001-ben az export gyorsabban nőtt, mint az import, így a negatív egyenleg kissé javult.

Az intenzív nemzetközi árucserre a rendkívül széles termékválaszték és a gazdaságos gyártási tétel nagyság miatt indokolt. Remélhető, hogy a magasabb értékű műanyag alkatrészek gyártásának az átlagosnál gyorsabb növekedése a jövőben kedvezőbb export árak elérését teszi lehetővé.

Az elkövetkező években, hazánkban és potenciális piacainkon a műanyag termékek iránti igény a nemzetgazdaságok átlagos növekedési üteménél gyorsabban nő, ami kedvező lehetőséget teremt a magyar műanyag gyártás és feldolgozás fejlődéséhez.

1.8 Az ágazat jellemző tevékenységeinek áttekintése (A legnagyobb mennyiségben gyártott műanyagok gyártási technológiáinak rövid bemutatása)

1.8.1 POLIETILÉN-GYÁRTÁS

Alapvetően háromféle technológia terjedt el attól függően, hogy kis-, közepes, vagy nagy sűrűségű PE előállítására a cél.

Kis sűrűségű PE előállítása: Az etilén monomert 2500-3200 bar nyomástartományon, tank- vagy csőreaktorban polimerizálják egy vagy két fokozatban. Az iniciátor oxigén vagy peroxid. A reaktorból távozó PE ömledéket víz alatt extrudálják, ahol oldalextruderek segítségével biztosítható a szükséges antioxidáns és egyéb adalékok bekeverése és homogenizálása. A granulált készterméket szárítják és silókban nitrogénnel szellőztetik a felszabaduló etilén eltávolítására.

Közepes sűrűségű PE előállítása: A monomer polimerizációja közepes, 40-50 bar nyomáson és 80-110°C-on történik általában hurokreaktorokban izo-butánban oldva, aktivált krómvegyület katalizátorral. A hurokreaktorban a zagyot cirkuláltatják, a polimer molekulatömegét hidrogénnel szabályozzák, sűrűségének beállítására pedig hexén-1-komonmert alkalmaznak. A terméket pedig a reaktor alján ürítik lefúvató edénybe, ahol a monomer az oldószer, a hidrogén és az egyéb adalékok elpárolognak, és frakcionált desztillációval történő tisztítás után visszacirkuláltatásra kerülnek a folyamatba. A további lépések (extrudálás, szárítás stb.) gyakorlatilag megegyeznek a nagy nyomású PE gyártásával.

Nagy sűrűségű PE előállítása: A monomer heterogén oldatpolimerizációja kis nyomáson (10 bar), általában tankreaktorokban történik, fémorganikus keverék katalizátorokkal. A katalizátor egyik komponense valamely fém alkil-vegyülete (pl. trietil-alumínium), másik komponense legtöbbször titán-tetraklorid. A katalizátor vízre és oxigénre érzékeny, ezért a polimerizáció nitrogén atmoszférában történik. A reaktorok nagysága elérheti a 100-150 m³-t, és a terméktől függően üzemeltethetők párhuzamosan, vagy sorba kapcsolva. A reaktorból távozó polimertartalmú zagyot hűtés után centrifugálják, az oldószert (pl. extrakciós benzín) pedig friss oldószerral keverve visszavezetik a reaktorba. Az eljárásban nagy molekulatömegű- vagy sűrűségű és csaknem lineáris szerkezetű polietilén keletkezik.

1.8.2 POLIPROPILÉN-GYÁRTÁS

A PP gyártása Ziegler-Natta féle katalizátor rendszerekkel történik. Jelenleg már a negyedik generációs katalizátorok vannak elterjedőben. Emellett újak számítanak az ún. metallocén katalizátorok, melyekkel a PP-re jellemző 140-160°C olvadási pont helyett 265°C olvadáspontú PP is előállítható, továbbá a homopolimeren kívül ko- és terpolimerek is készíthetők. Az alkalmazott reaktorok lehetnek tank- és hurokreaktorok is az alkalmazott technológiától függően. Hurokreaktorral sorba kapcsolt gázfázisú fluidágyas reaktorban heterofázisú kopolimerek is gyárthatók.

Az egyik legkorszerűbbnek számító ún. SHERIPOL-eljárás oldószert nélküli polimerizációt valósít meg két sorbakapcsolt hurokreaktorban. A katalizátor titán-tetraklorid, melyhez segédkatalizátorokat is adagolnak. Az eljárással 34 bar nyomáson és 70°C hőmérsékleten homo- és 3,5% etilén tartalmú random kopolimerek is gyárthatók. 14% etilén tartalmú heterofázisú kopolimer állítható elő a hurokreaktorokkal sorbakapcsolt gázfázisú fluidágyas reaktorban. A rendszerből kilépő polimerzagyot két lépcsőben expandáltatják. A monomereket tisztítják és visszavezetik a technológiába. A polimert is tisztítják, szárítják, majd granulálják.

1.8.3 POLI(VINIL-KLORID) GYÁRTÁSA

A PVC előállítása heterogén tömbpolimerizációval, továbbá emulziós és szuszpenziós polimerizációval is lehetséges. A monomer tömegében történő polimerizálása még kevésbé terjedt el.

A PVC előállítása döntően szuszpenziós eljárással történik tankreaktorokban. A reaktorba 180 rész vizes fázist és 100 rész monomert adagolnak és a segédanyagokat is vízzel táplálják be. Az iniciátort (pl. hidrogén-peroxidot) a vinil-kloridban oldva juttatják a reaktorba, majd a rendszert 5-10 bar nyomáson és alacsony hőmérsékleten (40-80°C) intenzíven keverik. A keletkező PVC szemcséket a vízzel távolítják el a reaktorból, majd szeparálják, szárítják és további kikészítő műveleteket alkalmaznak. Az eljárás során eltávolított víz szerves anyag tartalma jelentős, 2-3 g/l, ezért tisztítása általában anaerob, majd aerob biológiai oxidációval történik.

1.8.4 POLI(AKRIL-NITRIL) GYÁRTÁSA

A monomer acetilénből, etilénből, vagy propilénből állítható elő speciális iniciátor alkalmazásával. A polimerizációt homogén és heterogén oldat-polimerizációval, valamint szuszpenziós módszerrel végzik. Az többlépcsős kaszkád reaktorban végbemenő polimerizációt követően a termék leválasztása filmbepárlóban történik, ahonnan a monomer is eltávolítható és visszavezethető a polimerizációba. A terméket centrifugálják, mossák, szárítják és utókezelik.

1.8.5 POLISZTIROL-GYÁRTÁS

A polisztirolt a sztírol homogén tömbpolimerizációjával homogén oldatpolimerizációjával, vagy gyöngypolimerizációjával lehet előállítani. Oldószerként etil-benzolt, lágyítóként fehérólajat, molekulatömeg-szabályozóként merkaptánféleséget, továbbá stabilizátort is használnak. A polimerizáció 0,5-2 bar nyomáson 100-175 °C hőmérsékleten történik keverővel ellátott reaktorban, mely külső és belső hőcserélővel is el van látva.

1.8.6 POLIURETÁN-GYÁRTÁS

A terméket TDI-ből (toluidén-diizocianát) állítják elő, az eljárás poliaddíciós, mely kétrészes csigás reaktorban végezhető. A termék lágy- és kemény hab gyártására is alkalmas.

2 TECHNOLÓGIÁK ÉS KIBOCSÁTÁSOK ÁTTEKINTÉSE

A polimerek döntően nagytömegben gyártott műanyagok, melyek közös tulajdonsága, hogy nagyszámú szerves monomer molekulák egymáshoz kapcsolódó kémiai kötésével makromolekulát alkotnak, melyben a monomer molekulák száma 10^4 – 10^7 nagyságrendű.

A műanyagok nyersanyagbázisa a szén, a kőolaj és a földgáz. Jelenleg már döntően csak a kőolajnak és a földgáznak van jelentősége, melyekből a petrokémiai ipar állítja elő a műanyaggyártás alapanyagát képező monomereket (pl. etilén, propilén).

Az olefin-monomerekből kémiai úton egyéb monomerek is előállíthatók. Ilyen pl. a vinilklorid, mely a PVC-gyártás alapanyaga.

Az azonos monomerekből előállított polimerek a homo-polimerek.

Amennyiben a polimerizáció során az alap-monomerhez más típusú monomert is adagolnak, akkor kopolimer, esetleg terpolimer keletkezik, melyek számos tulajdonságában – pl. ütésállóság, flexibilitás – jobbak lehetnek a homopolimereknél.

A termék polimer minőségi tulajdonságai eltérő vagy változtatható polimerizációs technológiákkal jelentősen befolyásolhatók. Jellemző példa erre a polietilén gyártása, ahol kis-, közepes- és nagysűrűségű PE állítható elő nagy-, közepes, és kisnyomású technológiákkal.

A polimerizálás során több fontos technológiai műveletet kell elvégezni, melyek a következők:

- a reagensek előkészítése, szükség esetén tisztítása,
- a katalizátor előkészítése, aktiválása,
- polimerizáció,
- a polimer leválasztása a reakcióelegyből, kinyerése a reaktorból,
- a polimer szárítása, monomermentesítése,
- extrudálással granulátummá alakítása,
- kikészítő műveletek.

Indokolt megemlíteni, hogy a vegyi úton előállított un. mesterséges műanyag alapanyagok mellett néhány fontos természetes műanyag alapanyag is létezik, mint a cellulóz, fehérje, kaucsuk.

Ugyancsak említést érdemel néhány fontos természetes szálal anyag is, mint a len, kender, gyapot, gyapjú és selyem.

2.1 Gyártási technológia

A polimergyártás meghatározó technológiai a polikondenzáció, a poliaddíció és a polimerizáció.

A polikondenzáció olyan egyensúlyi reakció, amelyben melléktermékként kismolekulájú vegyület, rendszerint víz képződik. A polikondenzációs műanyagok csoportjába tartoznak a fenoplasztok és az aminoplasztok.

A poliaddíció olyan kémiai reakció, melyben makromolekulák úgy kapcsolódnak egymáshoz, hogy az egyik molekula funkciós csoportjának hidrogén atomja átvándorol a másik molekula

funkciós csoportjába és ezáltal a két molekula között elsődleges kémiai kötés létesül anélkül, hogy közben melléktermék válna szabaddá. Kétfunkciós monomerek addíciós reakcióinak sorozatában láncmolekulájú óriásmolekula keletkezik. A poliaddíciós reakció terméke pl. a poliuretán.

A nagy mennyiségben előállított műanyagok többsége polimerizációs eljárással készül, ahol a folyamat során iniciátorok (katalizátorok) alkalmazásával a terméktípustól függően különböző nyomás- és hőfokparaméterek mellett a monomerek kémiaiilag egymáshoz kapcsolódva hosszú láncot alkotnak, makromolekulák keletkeznek melléktermék keletkezése nélkül. Polimerizációs eljárással készül például a PE, PP, PVC.

A polimerizációhoz alkalmazott reaktor típusok az alábbiak:

- tankreaktorok (tartályreaktorok), melyek lehetnek álló- és fekvőhengerek, az utóbbi tengelye körül forgatható és golyósmalom módján működhet,
- kaszkádkreaktorok (sorbakapcsolt tartályreaktorok),
- csigásreaktorok,
- csőreaktorok,
- hurokreaktorok,
- fluid-ágyas reaktorok.

A polimerizáció egyenletes folyamatának biztosítása és a reakció hatékony elvezetése érdekében a reaktorok keverő berendezéssel vannak ellátva.

A tartályreaktoroknál olyan keverő berendezést alkalmaznak, amely a tartály belső falfelülete mentén is biztosítani tudja a szükséges homogenizálást.

A fekvőhengeres reaktoroknál a keverést általában a betöltött golyótöltet biztosítja.

A cső- és hurokreaktorok esetében szivattyúk keringetik a reakció elegyet a csövekben olyan sebességgel, hogy a csövek belső falfelületén is biztosítható legyen a szükséges mértékű homogenizálás és a reakcióhő hatékony elvezetése.

A fluid-ágyas reaktorokban a keverés a folyamat jellegéből következik.

Rendkívül fontos a reaktorok hatékony működése szempontjából a belső felületük simasága. Ezért általában rozsdamentes belső bevonattal készülnek és belső felületüket polírozzák. A sima felület mellett minimalizálható a falfelületen előforduló szilárd polimer képződés és optimális szinten tartható a duplafalú reaktorok külső köpenyében cirkuláltatott hűtővíz felé a hőátadás, vagyis a reakcióhő intenzív elvezetése. Emellett ritkábban kell a rendszert karbantartás, tisztítás céljából leállítani és megbontani, ami csökkenti a karbantartási költségek és a képződő hulladék mennyiségét is.

A polimerek gyártása a polimerizációval nem fejeződik be. A képződött polimerport a reakcióelegyből le kell választani, és mentesíteni kell a monomertől, oldószertől, katalizátor maradványoktól. Az ezt követő tárolás előtt a polimerpor szárítása és szükség esetén extrudálása következik granulátummá alakítása céljából.

A reaktorból folyékony állapotban kikerülő polimert víz alatt granulálják.

A fentieket követően a granulátumot, vagy polimerport ún. kikészítő technológiákkal hozzák a különböző konkrét felhasználási igényeknek megfelelő formára, illetve minőségre. Ennek során történik az adalékok bekeverése, a különböző kondicionáló műveletek, valamint a kiszerezés (csomagolás) elvégzése.

Mind a polimerizáció után, mind pedig a termékkikészítést követően a termékeket döntően un. silókban tárolják.

A polimerizációt követő tárolás során általában nitrogénnel szellőztetik a tárolt terméket annak érdekében, hogy a polimerből kiváló illetve felszabaduló kismennyiségű monomert eltávolítsák.

A polimergyártó üzemek többségükben zárt technológiák, melyekből az üzemszerű vagy üzemzavaros lefűvátások során távozó gázok ártalmatlanítása fáklyázással történik.

Az esetek többségében csőfáklyákat alkalmaznak, melyek égőfejét úgy kell kialakítani, hogy a fáklyán lefűvátott gázok lehetőleg tökéletesen, korommentesen égjenek el.

A korommentes égést gőzbefűvással lehet hatékonyan biztosítani. A vízgőz befűvásával egyrészt levegőt lehet injektálni a fáklyalángba, másrészt vízgáz reakció lejátszódása következtében a polimerizációs- és krakkreakciók visszaszoríthatók. A korommentes égéshez közel annyi gőzre van szükség, mint amennyi a fáklya aktuális égetési teljesítménye.

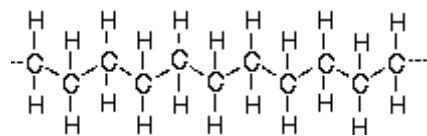
Az EU-ban a petrokémiai üzemek egy része un. földfáklyákat is alkalmaz, melyek gőzbefűvás nélkül is korommentes égést biztosítanak.

A fáklyák diffúz légszennyező forrásnak minősülnek.

2.2 A polimerek szerkezete

A polimerek lehetnek homo- és kopolimerek, esetleg terpolimerek. A homopolimer azonos monomerek láncreakciójából keletkező műanyagtípus (pl. PE, PP, PVC). A kopolimer gyártása során az alapmonomerhez más monomert is adagolnak a gyártott műanyag elérni kívánt tulajdonságainak biztosítása érdekében.

Alábbiakban polietilén, a legegyszerűbb polimer szerkezet látható.



Bár számos polimer kizárólag szénből és hidrogénből áll, egyéb elemek is előfordulhatnak. Oxigén, klór, fluor, nitrogén, szilícium, foszfor és kén azok az egyéb elemek, melyek a polimerek molekuláris szerkezetébe beépíthetők. A poli(vinil-klorid) (PVC) például klórt, a „nylon” (poliamid) nitrogént tartalmaz. A teflonban fluor található, amíg a poliészterekben és polikarbonátokban oxigén. Léteznek olyan polimerek is, melyek a szén gerinc helyett szilícium vagy foszfor „főlánccal” (vázsal) rendelkeznek. Ezeket nevezik szervesetlen polimereknek (pl. szilikon).

2.3 Az adalékok

A polimerek gyártásának fontos fázisa a termékkikészítés. Az e körbe tartozó műveletek során különböző adalékok bekeverésével készítik elő a konkrét műanyag-feldolgozás számára specializált alapanyagokat.

Az adalékokat azért adják a polimerekhez, hogy változtassák és javítsák kiindulási mechanikai, fizikai vagy kémiai jellemzőiket. Az adalékokat használják arra a célra is, hogy megvédjék a polimert a fény, hő vagy baktériumok károsító hatásától; megváltoztassák az olyan polimer tulajdonságokat, mint a folyás; színt adjanak a terméknek; és speciális jellemzőket biztosítsanak, mint például a szebb felületi megjelenés vagy csökkentett sűrűlási tényező.

A legfontosabb adalékok a következők:

- antioxidánsok,
- színezőanyagok (mesterkeverékek): szervetlen pigmentek (fém-oxidok) és szerves pigmentek (A színezőanyagokat általában mesterkeverékek formájában adagolják a polimerekhez.),
- töltőanyagok, természetes töltőanyagok (pl. szilikátok, talkum, karbonátok)
- lágyítószerke,
- lángállóságot biztosító adalékok,
- tapadást elősegítő anyagok.

3 ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: MEGELŐZÉS

A műanyaggyártás jellemző környezeti hatásait az alábbi táblázat foglalja össze:

Eljárás	Kibocsátások a levegőbe	Technológiai szennyvíz	Hulladékok
Reagensek tárolása, előkészítése	elpárolgott monomerek, oldószeresek, reagensek	döntően szállítójárművek és tárolók tisztításából	tisztítási maradékok
Polimerizálás	monomerek, oldószeresek, nem reagált komponensek	egyres technológiáknál keletkező reakcióvíz, szennyezett hűtővíz	specifikáción kívüli vagy szennyeződött polimer, reakció melléktermékek, fáradt olaj, elhasznált oldószer, katalizátor gyártási hulladék, gáztisztítási katalizátor hulladék
Polimer kinyerés	elpárolgott oldószeresek, nem reagált monomerek	nincs vagy nem jellemző	nincs vagy nem számottevő
Polimer extrudálás	elpárolgott oldószeresek, nem reagált monomerek	extrudáló hűtővíz	specifikáción kívüli vagy szennyeződött polimer
Berendezés tisztítás	elpárolgott oldószeresek, nem reagált monomerek	berendezés öblítéséből, tisztításból és szennyeződött térburkolat mosásából származó szennyvíz (szerves anyag, sav és só szennyeződéssel)	nincs vagy nem számottevő
Terméktárolás és szállítás	elpárolgott maradék monomerek vagy oldószeresek, termék átszellőztetés során keletkező polimer por	nincs vagy nem jellemző	göngyöleg és csomagolás sérüléséből környezetbe kerülő termék
Ellenőrző rendszerek	elpárolgott oldószeresek, nem reagált monomerek	oldószermaradékokkal és nem reagált monomerekkel szennyeződött víz	nincs vagy nem számottevő

A műanyaggyártás környezeti hatásait számos körülmény befolyásolja. A környezeti hatások a különböző polimerek előállításánál eltérőek lehetnek, függnak a technológiától és attól, hogy a termelés szakaszos vagy folyamatos-e. Például a kis volumenű szakaszos technológiát alkalmazó üzemek -melyek rendelésre gyártanak polimereket- gyakran összetettebb, és változó hulladékot termelnek.

A műanyaggyártó üzemek légszennyező forrásai részben pontforrások, részben pedig a berendezések diffúz forrásai. A légszennyezések lehetnek folyamatosak, vagy szakaszosak. A folyamatos emissziók döntően az alapvető technológiai folyamatokból, a polimerizációból, az elválasztó és szárító berendezésekből, a polimer kikészítésből és tárolásból származnak.

A műanyagipar szennyvízkibocsátása a vegyipar más ágazataihoz képest nem számottevő. A keletkező szennyvizek többsége biológiailag kezelhető. A frissvíz-felhasználás csökkentésére pedig a más területeken is bevált módszerek (pl. egyszeres vízhasználat helyett recirkulációs vízhasználatra történő átállás) alkalmazhatók.

A polimergyártás hulladékai döntően a technológiák során keletkező szennyeződött vagy specifikációnak nem megfelelő termékekből, továbbá adalékok hulladékaiból és fáradt olajokból tevődnek össze.

A környezeti hatások általános csökkentésére alkalmas alapvető lehetőségek már említésre kerültek.

A környezeti hatások keletkezésének megelőzését, csökkentését és az ezt lehetővé tevő elérhető legjobb technikákat az alábbiakban foglaljuk össze.

A megelőzésnek alapvetően az új létesítmények engedélyezése, a csökkentésnek pedig főként a már meglévő üzemek esetében van szerepe.

3.1 Anyagfordítások változtatásai

Melléktermékek/társtermékek – Mennyiség és minőség
Leírás:
A nem hatékony technológia alkalmazása során nő a fajlagos anyagfelhasználás, a nem kívánt mellék- és társtermékek, továbbá a hulladékok mennyisége. Ez költségnövelő tényező és kedvezőtlenül hat a tevékenység gazdaságosságára és a termék versenyképességére.
Cél:
A hatékonyság növelése.

Melléktermékek/társtermékek – Felhasználások és kibocsátások
Leírás:
A melléktermékek és társtermékek hasznosítási lehetőségek hiányában hulladékká válhatnak, melyeket kezelni kell.
Cél:
A felhasználási lehetőségek azonosítása és hasznosításuk, és/vagy értékesítésük biztosítása. (Ehhez szükség van a melléktermékek specifikációjára.)

3.2 3.2. Technológiai változások

A katalizátor, iniciátor meghatározó szerepet játszik a kémiai átalakulás hatékonyságában. A műanyaggyártási technológiákban az elmúlt évtizedekben látványos fejlődés volt tapasztalható, ami alapvetően az iniciátorok fejlesztésével volt elérhető. A polipropilén gyártásnál jelenleg már a negyedik generációs katalizátort alkalmazzák. A szuperaktív katalizátorok szükséges mennyisége a polimerizációs reakció során olyan mértékben minimalizálódott, hogy a katalizátor maradékait nem kell eltávolítani a termékből, emiatt elhagyhatók a katalizátor eltávolításához szükséges szétválasztási műveletek.

Azoknak a műanyagoknak az előállításánál, ahol a katalizátor előzetes aktiválása is szükséges, törekedni kell az aktiválás környezeti hatásainak minimalizálására, továbbá a katalizátor aktiválás és felhasználás mennyiségi összehangolására annak érdekében, hogy mindig maximálisan aktivált katalizátor kerüljön a folyamatba. Ezzel javítható a termékminőség, és csökkenthető a hulladékok mennyisége.

Katalizátorok – Összetétel
Leírás:
A nehézfémek jelenléte a katalizátorokban technológiai szennyvizet eredményezhet a katalizátorkezelésnél és -kiválasztásnál. Ezek a hulladékok speciális kezelést és eltávolítási eljárásokat vagy berendezéseket igényelhetnek. A nehézfémek korlátozhatják vagy lemérgezhetik szennyvízkezelő berendezések biológiai fokozatát. A szennyvízkezelő berendezésekből származó iszap a nehézfém tartalom miatt veszélyes hulladékká válhat. A nehézfémek általában alacsony toxicitási küszöbökkel rendelkeznek a vizes környezetekben,

és biológiailag felhalmozódhatnak az élő szervezetekben.

Alkalmazás:

A nemesfémekből álló katalizátorokat, értékes komponenseik miatt, általában vagy a helyszínen, vagy külső, erre szakosodott vállalkozók közreműködésével hasznosíthatják.

Katalizátorok – Előkészítés és kezelés

Leírás:

- Kibocsátások vagy hulladékok keletkeznek a katalizátor aktiválás vagy -regenerálás során.
- A katalizátor termékbe jutása esetén annak a termékből történő eltávolítására lehet szükség
- A kimerült katalizátor szilárd veszélyes hulladék forrása lehet.
- Ha a katalizátor kimerül, cserére van szükség.
- A piroforos katalizátort nedvesen kell tartani, ami fémtartalmú szennyvizet eredményez.
- Rövid katalizátor-élettartam.

Alkalmazás:

- Katalizátor beszerzése aktív formában.
- Helyszíni aktiválás biztosítása megfelelő feldolgozó/aktiváló berendezésekkel.
- Hatékonyabb katalizátor kifejlesztése.
- A helyszíni regenerálás csökkenti a kibocsátások és hulladékok képződését.
- Nem piroforos katalizátor használata. A biztonságos kezeléshez és tároláshoz szükséges víz mennyiségének minimálisra csökkentése.
- A katalizátor inaktíválási mechanizmusok tanulmányozása és azonosítása. Olyan feltételek elkerülése, melyek hő vagy kémiai inaktíválást okozhatnak. A katalizátor élettartamának növelésével a katalizátor kezelés és -regenerálás során jelentkező kibocsátások és hulladékok csökkenthetők.

Katalizátorok – Hatékonyság

Leírás:

A katalizált reakció melléktermék képződéssel, nem megfelelő átalakulással és nem optimális mértékű kihozattal jár.

Alkalmazás:

- A katalizátor fogyasztás csökkentése aktívabb katalizátor alkalmazásával. Az aktív összetevő nagyobb koncentrációja vagy megnövelt felülete csökkentheti a katalizátor-terheléseket.
- Szelektívebb katalizátor használata, mely csökkenti a nem kívánt melléktermékek kialakulását.
- A reaktorban keverés/érintkezés tökéletesítése a katalizátor hatékonyságának növelése érdekében.
- A reakció alapos megértésével lehet a reaktorkonstrukciót optimalizálni. Az optimalizálásnál figyelembe kell venni a katalizátor fogyasztást és melléktermék képződést.

Közbenső termékek – Mennyiség és minőség

Leírás:

A termékmódosítással kiküszöbölhető a veszélyes kémiai anyagok felhasználása, csökkenthetők a kibocsátások a gyártási technológiákból, és egyúttal mérsékelhetők a

kibocsátások a végtermékekből is. A termécsomagoló rendszerek és anyagok fejlesztéseivel visszaszorítható a szennyeződött termékek képződése.

- A közbenső reakciótermékek vagy kémiai anyagok, beleértve a mérgező összetevők nyomokban található mennyiségeit, mind normál, mind rendkívüli feltételek mellett hozzájárulhatnak a technológiai hulladék keletkezéséhez.
- A közbenső anyagok tartalmazhatnak toxikus összetevőket, vagy olyan jellemzőkkel rendelkezhetnek, melyek károsak a környezetre.

Alkalmazás:

- Reakciósorrend módosítása a közbenső anyagok mennyiségének csökkentésére vagy összetételének megváltoztatására.
- Reakciósorrend módosítása a közbenső jellemzők megváltoztatására.
- Berendezés tervezés és folyamatvezérlés alkalmazása a kibocsátások csökkentésére.

3.3 Megfelelő gyártási gyakorlatok

A vállalatok szennyezés-megelőzési szabályzatok irányítási eljárásaiba történő bevonásával növelhetik a termelés hatékonyságát és alacsony szinten tarthatják az üzemi költségeket. Ezek a szabályzatok tartalmazhatják a legfelső vezetés írásos kötelezettségvállalását, például az alábbiakra:

- folyamatos hulladékcsökkentés a vállalat minden egyes üzemében,
- a szennyezés-megelőzési célok bevonása a kutatásba,
- a berendezések és technológiák korszerűsítése,
- az alkalmazottak továbbképzési és ösztönzési programjainak végrehajtása.

Alkalmazotti érdekeltségi csoportokat is lehet alkalmazni a hulladék-optimalizálási projektek azonosítására és végrehajtására saját működési területeiken belül. A laboratóriumból, karbantartásból származó hulladékok és specifikáción kívüli anyagok pedig nagyobb technológiai fegyellemmel és gyakorlatokkal, illetve a kezelőszemélyzet képzésével csökkenthetők minimálisra.

3.4 Technológiai feltételek/konfiguráció

A reakciókat és nyersanyag-felhasználást optimalizáló technológiai változtatások csökkenthetik a kémiai kibocsátásokat.

A megbízhatóbb, kevesebb zavarral működő reaktorműveletek kifejlesztésével csökkenthetők a levegőszennyezések. A módosítások közé tartozhatnak a továbbfejlesztett folyamatvezérlő rendszerek, a vegyi anyagok optimalizált felhasználása vagy berendezés-módosítások.

Számos nagyobb üzem számítógép-vezérlésű rendszereket alkalmaz, melyek folyamatosan elemzik a technológiát, és gyorsabban illetve pontosabban reagálnak, mint a kézi vezérlőrendszerek. Ezek a rendszerek gyakran alkalmasak az automatikus beindításokra, leállításokra és termékváltásra, mellyel a technológia gyorsabban stabilizálódhat, minimálisra csökkentve a specifikáción kívüli termékeket.

A textilszál gyártók a kikészítőanyag-használat fokozott ellenőrzésével és a kikészítő komponensek körültekintő kiválasztásával optimalizálhatják a vegyi anyagok használatát, és minimálisra csökkenthetik a veszélyes hulladék képződést.

A technológiák berendezések összeillesztésével és cseréjével is optimalizálhatók.

Az ésszerű berendezés és technológia változtatások szintén minimálisra csökkenthetik a melléktermékből származó hulladékot, és javíthatják a polimerizáció konverziós fokát.

Technológiai feltételek/konfiguráció - Hőmérséklet

Leírás:

- A hőcserélő magas falhőmérséklete számos vegyi anyag hóbontását/lebomlását okozhatja. A lokálisan jelentkező magas hőmérséklet megnöveli polimerizáció sebességét, ami nem kívánatos reakciótermékeket, pl. kátrányszerű anyagokat eredményezhet. Ezek az anyagok lerakódásokat és dugulásokat okozhatnak a reaktorban, ami költséges berendezés tisztítást igényel, és termelékiesést okoz.
- A hőforrások, mint például a kemencék és kazánok füstgáz kibocsátási források.
- Az anyagok gőznyomása az emelkedő hőmérséklettel együtt nő. A töltési/ürítési, tárolási és diffúz kibocsátások általában a növekvő gőznyomással együtt emelkednek.
- A legtöbb vegyi anyag vízzoldhatósága a növekvő hőmérséklettel együtt nő.

Alkalmazás:

- Olyan üzemi hőmérsékletek kiválasztása, melyek a környezeti hőmérséklethez közeli.
- Alacsonyabb gőznyomás alkalmazása alacsonyabb hőmérsékleteknél
- Közbenső hőcserélők alkalmazása, hogy elkerülhető legyen az érintkezés a kemencecsövekkel és -falakkal.
- Szekaszos fűtés alkalmazása, hogy minimális legyen a termékromlás és a nem kívánt mellékreakció.
- Nagy nyomású gőz túlhevítésének alkalmazása kemence helyett.
- A hőcserélő szennyeződésének figyelése, hogy megállapíthatók legyenek azok a technológiai körülmények, melyek növelik a szennyeződést.
- On-line csőtisztítási technológiák alkalmazása a csőfelületek tisztán tartása érdekében, hogy jobb legyen a hőátadás.
- Kapart falú cserélők alkalmazása viszkózus közeg esetén.
- Gravitációs filmbepárlók, vagy intenzív közegáramlást biztosító szivattyúk alkalmazása.
- Hőhasznosítási lehetőségek feltárása
- Technológiai anyagáramok hőtartalmának hasznosítása az alapanyagok előmelegítéséhez.
- Párakondenzátorok alkalmazása a kodenzációs hő hasznosítása érdekében.

Technológiai feltételek/Konfiguráció – Nyomás

Leírás:

- Diffúz kibocsátások a berendezésekből.
- Tömítéseken keresztül történő szivárgás nagyobb nyomásoknál.
- Gázfázisú anyagvesztés szakaszos töltések esetén.
- A technológiai berendezések tisztítása/átöblítése közben keletkezett hulladék.

Alkalmazás:

- Alacsonyabb hőmérséklet alkalmazása (vákuumeljárás)
- A vákuum üzemben működő berendezés nem emittáló forrás; a vákuum fenntartása azonban fokozott ellenőrzést kíván.
- Az üzemi nyomás minimálisra csökkentése.
- A gőzök hasznosítása kondenzálással, adszorbciónal stb.
- Alacsony viszkozitású anyagok alkalmazása.
- Berendezés belső ellenállásainak minimálisra csökkentése.

Technológiai feltételek/Konfiguráció – Korrodáló környezet

Leírás:

- A korrózió anyagszennyeződést és berendezés meghibásodást (tömörtelenséget) eredményezhet, ami növeli a karbantartási költségeket.
- A meghibásodásból adódó hulladékképződés korróziógátlók alkalmazásával csökkenthető.

Alkalmazás:

- Lehetőleg korróziálló szerkezeti anyagok alkalmazása, vagy bevonat ill. burkolat használata.
- A berendezéssel érintkező anyagok maró hatásának semlegesítése.
- Korróziógátló szerek (inhibitorok) alkalmazása.
- Kevésbé korrodáló környezetben történő üzemeltetés.

Technológiai feltételek/Konfiguráció – Szakaszos és folyamatos műveletek

Leírás:

- A technológia alacsony hatásfoka alacsony termelékenységet eredményez, és növeli a kibocsátásokat.
- A technológiai rendszer tömörtelenségei folyamatos kibocsátásokat és hulladéknövekedést okoznak a szükséges gyakoriságú karbantartások elmulasztása esetén.

Alkalmazás:

- Termékgyártási sorrend optimalizálása a mosási műveletek és az egymást követő gyártási szakaszok keresztzennyeződésének minimálisra csökkentése érdekében.
- A kiinduló anyagok és reagensek egymást követő adagolása a termelékenység optimalizálása és az alacsonyabb kibocsátások érdekében.
- Gyártási és karbantartási tervek készítése és összehangolása a vártalan géphibák és az ebből adódó termeléskiesések elkerülésére.

Technológiai feltételek/konfiguráció – Technológiai művelet/tervezés

Leírás:

- Számos feldolgozási lépés eredményez hulladékokat és hibalehetőségeket.
- A nem reagáló anyagok (oldószerek, abszorbensek stb.) hulladékot eredményeznek. A technológián belül alkalmazott minden vegyi anyag (beleértve a vizet) további potenciális hulladékforrást jelent; a keletkezett hulladékok összetétele pedig egyre összetettebbé válik.
- Az alacsony termelékenység melletti nagy mértékű átalakítás is hulladékképződéssel jár.
- A nem regenerálható kezelő rendszerek fokozottabb hulladékképződést eredményeznek a regeneratív rendszerekkel szemben.

Alkalmazás:

- Egyszerűsítés. Ellenőrizni kell, hogy valamennyi műveletre szükség van-e. A több művelet és nagyobb összetettség csak növeli a potenciális kibocsátást és a hulladékforrásokat.
- Olyan alapeljárás vagy technológiák (pl. szeparálás) értékelése, melyek nem igénylik oldószerek vagy egyéb nem reaktív vegyi anyagok hozzáadását.
- Az újrahasznosítási műveletek általában javítják a nyersanyagok és vegyi anyagok teljes felhasználását, ezáltal növelik a kívánt termékek hozamát, miközben csökkentik a hulladékképződést.
- A regenerálható rögzített ágyas kezelések vagy szárítási műveletek (pl. alumínium oxid, szilikát, aktív szén, molekulasziták) kisebb mennyiségű szilárd vagy folyékony hulladékot hoznak létre, mint a nem regenerálhatók. A regenerálható egységeknél azonban az ágy aktiválás és regenerálás során a kibocsátások jelentősek lehetnek. Továbbá az aktiválás/regenerálás során a mellékreakciók problematikus szennyező anyagokat hozhatnak létre.

Termék – Technológia Kémia

Leírás:

- Ha az alternatív reakció útvonalak terén végzett kutatás és fejlesztés nem eléggé alapos, elszalaszthatók a szennyeződés megelőzési lehetőségek, mint például a hulladékcsökkentés vagy veszélyes összetevő kiküszöbölése.
- Abban az esetben, ha az optimalizálásnál csak a kívánt végtermék mennyiségére koncentrálnak, akkor nemkívánatos környezeti hatások léphetnek fel, vagy olyan nyersanyagokat vagy komponenseket kell alkalmazni, melyek túl sok vagy veszélyes hulladékot képeznek.

Alkalmazás:

- A kutatásnak és fejlesztésnek alaposan meg kell vizsgálnia az alternatív lehetőségeket a folyamat kémiában, melyek befolyásolják a szennyeződés megelőzést.
- A termékek összetételének megváltoztatása, eltérő anyag behelyettesítésével vagy olyan egyedi vegyi anyagok keverékének alkalmazásával, melyek megfelelnek a végfelhasználói igényeknek.

3.5 Nyersanyagok

A műanyag és műszál gyártásban használt nyersanyagok némelyikének helyettesítésével vagy kiküszöbölésével lényeges hulladékcsökkentések és költség megtakarítások érhetők el. A vízben kevésbé oldódó nyersanyagok alkalmazása csökkenti a víz szennyeződését, illetve a kevésbé illékony anyagok alkalmazásával csökken a levegőszennyezés. Néha bizonyos nyersanyagok teljes mértékben kiküszöbölhetők. Meg kell újra vizsgálni azoknak a nyersanyagoknak a szükségességét, melyek főleg hulladékként hagyják el a folyamatot, és meg kell állapítani, hogy ezek a nyersanyagok elhagyhatók-e a technológia módosításával és a folyamatellenőrzés javításával.

Nyersanyagok – Tisztaság

Leírás:

- A szennyezett alap- és egyéb anyagok nem kívánt hulladékot eredményeznek. A toxikus szennyeződések, akár nyomokban is, veszélyes hulladékot képezhetnek.
- Jelentős anyagszennyeződéseknel további műveletekre és berendezésekre lehet szükség a termékspecifikáció betartása érdekében, ami növeli a költségeket és többlet kibocsátásokat okoz.
- A szennyeződések idő előtt mérgezhetik a katalizátort, ami növeli a hulladékképződést, csökkenti a termelékenységet és idő előtti katalizátorcserét tesz szükségessé.

Alkalmazás:

- Nagyobb tisztaságú anyagok alkalmazása.
- Anyagok tisztítása használat és újrafelhasználás előtt.
- Inhibitorok alkalmazása a mellékreakciók megelőzésére.
- Összhang teremtése az alapanyag-összetétel, a technológiai folyamat, a termékminőség és a hulladékképződés között.
- Védőtöltetek beszerelése a katalizátortöltetek védelmére.

Nyersanyagok – Gőznyomás

Leírás:

- A nyersanyagok nagyobb gőztenziója növeli a diffúz kibocsátásokat.
- Az alacsony szag küszöbértékű anyagok nagyobb bűzhatást okoznak.

Alkalmazás:

- Alacsony gőztenziójú anyagok használata
- Magasabb szag-küszöbértékű anyagok használata.

Nyersanyagok – Vízoldhatóság

Leírás:

- A vízben oldódó mérgező vagy biológiailag nem lebomló anyagok hátrányosan befolyásolhatják a szennyvízkezelést, hatékonyságát és növelik annak költségeit.
- A nagyobb oldhatóság növelheti a felszíni és talajvíz szennyeződés lehetőségét, és hatékonyabb műszaki védelmet, illetve tárolási és tisztítási terveket igényelhet.
- A nagyobb oldhatóság növelheti a csapadékvíz-szennyeződés lehetőségét.
- A vizes mosásnál vagy szénhidrogén/víz fázis szeparálásnál a szennyezőanyag vízoldhatósága befolyásolja a keletkező technológiai szennyvíz minőségét. Ez hatással lehet a szennyvízkezelésre.

Alkalmazás:

- Kevésbé mérgező vagy biológiailag jobban lebomló anyagok használata.
- Kevésbé oldódó anyagok használata.
- Csapadékvízzel való közvetlen érintkezés elkerülése.
- Vízfelhasználás minimálisra csökkentése.
- Mosóvíz újrafelhasználása.
- Optimális technológiai feltételek meghatározása a fázisszeparáláshoz.
- Alternatív szeparálási technológiák (koagulátorok, membránok, desztillálás stb.) figyelembe vétele.

Nyersanyagok – Toxicitás

Leírás:

- Az üzemszerű és az eseti kibocsátásokból balesetvédelmi és biztonsági problémák adódhatnak.
- A mérgező anyagok mennyiségének megengedettől eltérő ingadozásai lökészerű terheléseket okozhatnak a szennyvíztisztító biológiai rendszerének működése során, ami mérgező anyagok bejutását eredményezheti a befogadóba.
- Nagyobb szállító- és tárolótartályok kisebb gyakoriságú töltési és ürítési műveleteket igényelnek, ami csökkenti a hulladékképződés lehetőségét.
- A vissza nem váltható göngyölegek hulladékot képeznek.
- Az anyagok halmazállapotát figyelembe kell venni a biztonsági, környezetvédelmi és egészségügyi követelmények megállapításánál.

Alkalmazás:

- Kiömlések, szivárgások és zavarok csökkentése a berendezések és a technológiai folyamatok hatékony ellenőrzésével.
- Pufferkapacitás beépítése az egyenletes koncentráció biztosítása érdekében.
- Olyan anyagok alkalmazása, melyek kevésbé mérgezőek vagy veszélyesek.
- Jobb berendezések és technológiai konstrukció alkalmazása a kibocsátások minimálisra csökkentése vagy szabályozása érdekében.
- Az anyagok zárt rendszerű, pl. csővezetékes, vagy zárt tartályokban, big bag-ekben, ömlesztett formában történő szállítása kis térfogatú göngyölegek helyett.
- Törekedni kell tartálykocsis szállítás esetén a be- és kiszállítás összekapcsolására.
- Többször használható göngyölegek (szállítókonténerek vagy hordók) alkalmazása.
- Az anyagok típusának megfelelő berendezések és vezérlések alkalmazása a kibocsátások ellenőrzése érdekében.

3.6 Technológia változtatások

A kibocsátások és hulladékok megelőző karbantartási program alkalmazásával csökkenthetők. A szivárgások csökkenthetők hermetikus szivattyúk, hegesztett karimájú elzárószerelvények, jó minőségű karimatömítések, hegesztett csökötések alkalmazásával, a szivárgások rendszeres ellenőrzésével és előzetes veszélyelemzésen alapuló karbantartási programok végrehajtásával. Csökkenthetők az emissziók az alapanyagok technológiába vezetésének és a technológiából kikerülő termékeknek és egyéb kibocsátásoknak a zártrendszerű kialakításával.

A berendezés-tisztítási gyakorlatok ésszerűsítésével csökkenthetők a szennyvíz kibocsátások és csökkenthető az oldószer felhasználás és tisztítószer takarítható meg. Törekedni kell a kevésbé mérgező komponenseket tartalmazó tisztítószer alkalmazására.

Hulladék áramok

Leírás:

- A hulladékáramok jellemzői és forrásai nem pontosan ismertek.
- A hulladékok veszélyes vagy mérgező összetevői lehetnek: pl. szulfidok, nehézfémek, szénhidrogének halogénszármazékai és policiklikus vagy poliaromás vegyületek.
- A veszélyes és mérgező hulladék kezelésének lehetősége korlátozottan ismert.

Alkalmazás:

- Hulladék áramok forrásainak és mennyiségeinek dokumentálása a szennyeződés-megelőzési felmérés előtt.
- Annak megállapítása, hogy a technológiai feltételekben milyen változások csökkentenék a toxicitást a hulladékképződésben.
- Annak megállapítása, hogy a hulladékok újra felhasználhatók-e a technológiában.
- Annak értékelése, hogy a különböző technológiai feltételek, útvonalak vagy reagensek (pl. oldószer katalizátorok) kiválthatók-e kevésbé veszélyes vagy mérgező anyagokkal.
- Hulladékok értékelése veszélyességi jellemzőik alapján (pl. maróhatás, gyúlékonyság, reaktivitás),
- Valamennyi helyszíni és külső újrafelhasználási vagy újrahasznosítási, kezelési és eltávolítási lehetőség elérhetőségének vizsgálata és értékelése. Az eszközök elérhetőségének megállapítása a keletkezett hulladékok kezelésére.

A berendezések módosításai – Kompresszorok, fúvók, ventilátorok

Leírás:

Tengelytömítés szivárgások, dugattyúrúd tömítésének szivárgásai és elvezető nyílás áramok.

Alkalmazás:

- Tömítés nélküli konstrukciók (membrános, hermetikus vagy mágneses)
- Korszerű tengelytömítéses konstrukciók (széngyűrűk, kettős csúszógyűrűs tömítések, tömszelence zárófolyadékos megoldások)
- Megelőző karbantartási program

A berendezések módosításai – Betonlapok, padlók, aknák

Leírás:

Szivárgások a talajvízbe

Alkalmazás:

- Vízáró szigetelések
- Epoxi gyantával védett akna,- padlóburkolatok
- Egyéb vízáró tömítés
- Más egyenértékű műszaki védelem

A berendezések módosításai -Ellenőrzések

Leírás:

A leállások és indulások hulladékot és kibocsátásokat eredményeznek

Alkalmazás:

- On-line ellenőrzések
- On-line műszerezés
- Automatikus beindítás és leállítás
- On-line rezgéselemzés
- Együttműködő rendszerek alkalmazása (pl. leállítás kiváltásához 3 megerősítő válasz közül 2-re van szükség)
- Folyamatos üzem szakaszossal szemben
- Működési idő optimalizálása
- Retesz-rendszer ellenőrzés gyakoriságának optimalizálása
- Biztonsági és környezetvédelmi szempontból kritikus műszerek és berendezések azonosítása

A berendezések módosításai – Desztillálás
Leírás:
Szennyező komponensek maradnak a technológiai áramokban
Alkalmazás:
<ul style="list-style-type: none">• Visszafolyási arány (reflux) növelése• Desztilláció hatékonyságát növelő tálcátípusok beépítése• Oszlop működési feltételek változtatása (visszafolyási arány, adagoló tálcá, hőmérséklet, nyomás stb.)• Szigetelés a hőveszteség csökkentésére• Belépő anyagáram előmelegítése• A kiforráló méretének növelése nyomásesés csökkentésére• Oszlop tisztítása a szennyeződés csökkentése érdekében• Magasabb nyomású gőz alkalmazása

A berendezések módosításai – A technológia telepítési területe
Leírás:
<ul style="list-style-type: none">• Szennyeződött esővíz• Szennyeződött tüzi víz• Szivárgások és kibocsátások tisztítás során
Alkalmazás:
<ul style="list-style-type: none">• A technológiai terület lefedése• Elválasztó csatornahálózat kiépítése (ipari szennyvízcsatorna, csapadékvíz csatorna, kommunális szennyvíz csatorna)• Zártvezetékes kialakítású szennyvízcsatornák• Padlók tömítése• Elvezetés, öblítés szigetelt aknába• Útvonal kiépítése a hulladékkezeléshez• A csatornatisztítások tervezése• Minimális csatornaöblítések alkalmazása• Szigetelt, robbanásbiztos aknafedelek alkalmazása• Technológiai műszerekhez vezetett minták visszacirkuláltatása a technológiába• Csapadékvíz rendszeres vizsgálata• Felfogó tálcák alkalmazása karbantartási tevékenységekhez• Tisztítóoldatok felfogása és újrafelhasználása

A berendezések módosításai – Hőcserélők
Leírás:
Több hulladék keletkezik a magas lokális hőmérsékletek miatt
Alkalmazás:
<ul style="list-style-type: none">• Közbenső hőcserélők alkalmazása, hogy elkerülhető legyen a kemence csövekkel és falakkal történő érintkezése• Szakaszos fűtés alkalmazása, hogy minimális legyen a termékbomlás és a nem kívánt mellékreakciók. (hulladék hő >> alacsony nyomású gőz >> nagy nyomású gőz)• Olyan üzemi hőmérsékletek kiválasztása, melyek a környezeti hőmérséklethez közeli• Alacsonyabb gőznyomás alkalmazása alacsonyabb hőmérsékleteknél

- Kapart falú cserélők alkalmazása viszkózus közeg esetén.
- Gravitációs filmbepárlók, vagy intenzív közegáramlást biztosító szivattyúk alkalmazása.
- A hőcserélő szennyeződésének figyelése azoknak a technológiai feltételeknek megállapítására, melyek növelik a szennyeződést, azoknak a feltételeknek az elkerülése, melyek gyorsan szennyezik a cserélőket
- On-line csőtisztítási technikák alkalmazása a csőfelületek tisztán tartására
- Szivárgások figyelése

A berendezések módosításai – Csővezeték

Leírás:

Szivárgások a talajvízbe, tömörtelenségek

Alkalmazás:

- Korrózió és erózió figyelése
- Festés külső korrózió megelőzésére
- Berendezések elrendezésének megtervezése, hogy minimális legyen a szükséges csőhossz
- Föld alatti csővezetékek elkerülése vagy katódos védelem kiépítése
- Hegesztett illesztések
- Karimák és szelepek számának minimalizálása
- Valamennyi hegesztett cső
- Spirál tekercsű tömítések, fésűs tömítések
- Vakkarimák és kettős szelepek alkalmazása nyitott végű csőcsonkoknál
- Fémből készült berendezések anyagának megváltoztatása
- Burkolt csővezeték alkalmazása

A berendezések módosításai – Szivattyúk

Leírás:

- Diffúz kibocsátások a tengelytömítés-szivárgásokból
- A folyadék maradék a szivattyúban karbantartás során
- Tömítésduzzasztó adalék beinjektálása a technológiai áramba

Alkalmazás:

- Kettős gépi lezárás vezérlőberendezésre irányított zárófolyadékkal
- Varrat nélküli szivattyú (védett motor mágneses meghajtás)
- Merülő szivattyú
- Szivattyúk kiváltása nyomásátvitellel
- A szivattyú mélypontján történő leürítés
- Kettős mechanikus tömítés alkalmazása semleges zárófolyadékkal
- Szivárgások figyelése
- A szivattyú futamidők megfelelő tömítőanyag alkalmazásával és szakszerű szivattyú beállítással meghosszabbíthatók

A berendezések módosításai – Tartályok

Leírás:

Tartálylevegőztetés és töltési-ürítési veszteségek

Alkalmazás:

- Anyagok hűtése tárolás előtt
- Tartályok szigetelése
- Leeresztés zárt rendszerben
- Nyomáskiegyenlítés
- Úszótető
- Tárolási feltételek optimalizálása a veszteségek csökkentésére
- Felszín feletti elhelyezés (olyan elhelyezés, hogy a fenéken rutinszerűen ellenőrizni lehessen a szivárgásokat)
- Duplafalú tartály
- Hatékony korrózióvédelem (pl. belső anódos)
- Szivárgások és korrózió figyelése

A berendezések módosításai – Vákuum rendszer

Leírás:

A vákuumszivattyú alkalmassága

Alkalmazás:

- A mechanikus vákuum szivattyú helyettesítése folyadék vagy gőzsugár vákuumszivattyúval
- Technológiai folyadék alkalmazásának lehetősége a folyadék vákuumszivattyúhoz
- Levegőszivárgások figyelése
- Kondenzátum újrafelhasználása a technológiában

A berendezések módosításai – Szelepek és nyílások

Leírás:

Szivárgások, tömörtelenségek

Alkalmazás:

- Hullámmembrános tömítések
- Szelepek számának csökkentése
- Speciális tömítések alkalmazása
- A tömítési előírások szigorú betartása

4 ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: CSÖKKENTÉS

A vegyipari telephelyen keletkező kibocsátásokra vonatkozó szükséges információk ismeretében és a környezetvédelmi célok illetve igények meghatározása után a következő lépés a megfelelő ellenőrzési lehetőségek kiválasztása. Általában a cél egy költségtakarékos kezelési módszer megtalálása, mely optimális környezetvédelmi teljesítményt nyújt. A megfelelő módszer kiválasztáshoz általában kezelhetőségi és/vagy „félüzemi” tanulmányokra/kísérletekre van szükség.

A szóba jöhető lehetőségeket általában a következő adatok szerint értékelik és választják ki:

- a kibocsátott anyagáramok jellemzői, pl.:
- áramlási sebesség
- a szennyezőanyagok koncentrációja és jellemzői
- szennyeződések jelenléte
- hőmérséklet
- nyomás
- a kezelni szükséges anyagáramok mennyisége,
- az elérendő célok és célkitűzések
- törvényes előírások
- az ellenőrzési lehetőségek, melyek az adott esetben rendelkezésre állnak.

A kibocsátott anyagáramok vizsgált és értékelt jellemzőin túlmenően az ökohatékony kezelési módszer kiválasztása további helyspecifikus jellemzők figyelembevételét teszi szükségessé, melyek az alábbiak:

- üzem helye,
- a helyszín mérete és elrendezése,
- a szóban fogó létesítmények jelenlegi környezetvédelmi és ökonómiai teljesítménye, koruk, konstrukciójuk és várható élettartamuk,
- a technológiai integráció lehetősége és mértéke egy létesítményen belül és a létesítmények között,
- fogadó közeg típusa és mennyisége,
- hatás a környezetre a tényleges és várható kibocsátás alapján,
- a meglévő szennyezés csökkentő berendezések hátralevő élettartama és teljesítménye,
- források rendelkezésre állása,
- biztonság,
- egyéb jogszabályokban előírt korlátozások és megkötések a létesítménnyel kapcsolatban,
- környezeti elemek közti kölcsönhatások elemzésének eredményei (vízfogyasztás, hulladéktermelés, energiafogyasztás),
- tőke és üzemi költségek.

Ha csővégi vagy központi kezelőberendezésekről van szó, a forrás csökkentési lehetőségeket kell figyelembe venni. A fentiekben említett megfontolások eredményeként a megfelelő kezelőrendszert a szóba jöhető és ismert kezelési technikák összehasonlításával, illetve alkalmazhatóságuk mérlegelésével következő lehetőségek mérlegelésével célszerű kiválasztani:

Az ipari méretű szerves vegyipari gyártók nagy számú és mennyiségű vegyi anyagokat használnak fel és állítanak elő. Az ipar a vegyi anyagok kibocsátásával valamennyi környezeti elemet (levegő,

víz, talaj) szennyezi. A szennyezőanyagok típusait, a nyersanyagok, technológiák, alkalmazott berendezések és karbantartási gyakorlatok befolyásolják. A kibocsátások az üzemeltetés különböző fázisaiban változhatnak. A szennyezőanyagok potenciális forrásai az alábbiak.

Közeg	Kibocsátások potenciális forrásai
Levegő	<p>Pontforrás jellegű kibocsátások: kürtő, nyílás (pl. laboratórium elszívó ernyő, desztillálóberendezés, reaktor, tárolótartály nyílás), anyag töltési/ürítési műveletek (beleértve a vasúti kocsikat, tartályos kamionokat és tengeri hajókat)</p> <p>Diffúz kibocsátások: szivattyúk, szelepek, karimák, minta gyűjtés, mechanikus tömítések, nyomásmentesítő berendezések, tartályok</p> <p>Másodlagos kibocsátások: hulladékok, szennyvízkezelő berendezések, hűtőtorony, technológiai szennyvízcsatorna, gyűjtő és leválasztó akna, kiömlési/szivárgási területek</p>
Folyékony hulladékok	Berendezések mosása oldószerrel/vízzel, laboratóriumi minták, megmaradt vegyi anyagok, termék mosások/tisztítások, tömítés öblítések, mosótorony lefűtás, hűtővíz, gőzfűvőkák, vákuum szivattyúk, szivárgások, kiömlések, elhasznált/fáradt oldószerek, tisztítási műveletek (töltet mosás), hulladék olajak/kenőanyagok karbantartásból
Szilárd hulladékok	Elhasznált katalizátorok, elhasznált szűrők, iszapok, biológiai szennyvíziszap, szennyezett talaj, régi berendezések/ szigetelés, csomagolóanyag, reakció-melléktermékek, elhasznált aktív szén/műgyanták, szárító töltetek, olajfelszívató anyagok
Talajvíz szennyeződés	Burkolatlan csatornák, aknák, szivattyúk, szelepek, csökötések, szennyvízkezelő műtárgyak, terméktároló területek, tartályok és töltőállomások, felszín feletti és felszín alatti csövezetékek, rakodási/lerakási területek/állványok, gyártó- és karbantartó berendezések

A szennyezőanyag kibocsátás megakadályozására szolgáló technikák preventív alkalmazása számos előnyt nyújt a csövégi hulladékkezelési technológiákkal szemben. Az alábbi táblázat a közvetlen és közvetett előnyöket sorolja fel.

A szennyeződés megelőzési tevékenységek csökkenthetik a költségeket
<p>Közvetlen előnyök:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kisebb hulladékkezelési költségek • Kisebb tőke és üzemi költségek a hulladékkezelő berendezéseknél • Kisebb külső kezelési és ártalmatlanítási költségek • Kisebb gyártási költségek • Bevétel vagy megtakarítások a hulladékok eladásából vagy újrafelhasználásából • Kisebb környezetvédelmi költségek • Kisebb anyagveszteségek • Kisebb másodlagos kibocsátások • Jobb piaci lehetőségek
<p>Közvetett előnyök:</p>

- Ismételt beavatkozások költségei csökkennek
- Jogi szankciók megelőzhetők (pl. bírság)
- Környezetvédelmi előírások könnyebben betarthatók
- Társadalmi megítélés (imázs) javulása
- Az üzemi személyzet környezeti tudatának formálása
- Munkaegészségügy javulása

A szennyezés megelőzést a technológia korszerűsítés bármely szakaszában el lehet végezni, de leghatékonyabban a kutatás-fejlesztés során.

4.1 Szennyezőanyag típusok

A hulladékgáz-áramok diffúz és pontforrásokra oszthatók. Kezelní csak a pontforrásokot lehet. A diffúz kibocsátások esetén a megelőzés és csökkentés az alkalmazható módszer.

Légszennyező kibocsátások a vegyiparban a következők:

Pontforrások:

- berendezések szellőzőkürtői,
- technológiák lefúvató vezetékéi,
- kazánok, kemencék, égető-berendezések füstgáz kéményei,
- gázmotorok, gázturbinák,
- robbanómotorok füstgáz kibocsátásai,
- épületforrások stb.

Diffúz kibocsátások:

- technológiai vezetékéi és készülékéi karimatómítései,
- csőszerelvények tömszelencéi,
- szivattyúk, kompresszorok tengelykivezetései,
- tartályok légzővezetékei,
- nyitott depóniák,
- nyitott szennyvízkezelő műtárgyak,
- hulladéklerakók,
- fáklyák stb.

A kémiai eljárásokból és energiaellátásból származó fő levegő szennyezőanyagok az alábbiak:

- szén-dioxid (CO₂)
- kénvegyületek (SO₂, SO₃H₂S, CS₂, COS stb.)
- nitrogénvegyületek (NO_x, N₂ONH₃, HCN)
- halogének és egyéb vegyületek (Cl₂, Br₂, HF, HCl, HBr)
- tökéletlen égés során keletkező vegyületek(pl. CO és elégetlen szénhidrogének)
- illékony szerves vegyületek (VOC) és szerves szilícium vegyületek,
- rákkeltő (karcinogén) vegyületek
- szilárd anyagok (pl. por, korom, aeroszolok, nehézfémek).

4.1.1 HULLADÉKGÁZ-KEZELÉS

A légszennyezőanyag-kibocsátásokat csökkenteni szükséges. A leghatékonyabb kezelés a megelőzés, mely közvetlenül a forrásnál lehetséges.

Amennyiben a véggáz eltérő jellemzőjű hulladékgáz-komponenseket tartalmaz, a kezeléshez több technológiai lépés válhat szükségessé. Csak ritkán lehet az eltérő jellemzőjű hulladékgáz áramokat egyidejűleg egy központi kezelő egységben kezelni. A hulladékgáz-kezelés során fokozott figyelmet kell fordítani a toxikus és veszélyes komponensekre, melyek az üzembiztonság szempontjából is megkülönböztetett figyelmet érdemelnek.

4.1.2 VISSZANYERÉSI TECHNIKÁK SZERVETLEN, VALMINT ILLÉKONY SZERVES VEGYÜLETEK ESETÉN

Membrános szeparálás
Leírás: A gázok membrános szeparálását az teszi lehetővé, hogy speciális membránok a szerves gőzöket (10-100-szor) nagyobb mértékben engedik át, mint a szervetleneket (oxigén, nitrogén, hidrogén vagy széndioxid)). A membrános szeparáláshoz a gázáramot komprimálni szükséges a membrán ellenállás leküzdéséhez. A dúsított permeátum újrahasznosítható. Az eljárás nagyobb szervesgőz-koncentrációknál alkalmazható hatékonyan. Az eljárást követően a maradék szerves komponensek leválasztása további kezelést igényel.
Alkalmazás: A membrános szeparálást oldószer gőzök vagy üzemanyag gőzök (benzin) hulladékgázból vagy kibocsátott levegőből történő visszanyerésére használják.
Előnyök: Hátrányok: <ul style="list-style-type: none">• A leválasztott szénhidrogének hasznosíthatók.• A művelet egyszerű és kézbentartható.• Nem keletkezik hulladék az eljárásban.• Ezt követő feldolgozás és/vagy kezelés lehet szükséges• Robbanásveszély
Környezeti elemek közti kölcsönhatások: A membrános szeparálás alkalmazható a gázkeverékben a hasznosítható komponens koncentrációjának növelésére, pl.: gázfázisban, illékony szerves vegyületek dúsítására, az azt követő kondenzáció elősegítésére A membrános szeparálási eljárásokból származó illékony szerves vegyületek általában hasznosíthatók.
Monitoring: A membrános szeparálás hatékonyságának ellenőrzéséhez szükséges a nyomáskülönbség ellenőrzése, illetve a komponensek koncentrációjának mérése. Az utóbbi általában lángionizációs detektorral történik. Biztonsági okokból az éghető komponens/oxigén arányt gondosan ellenőrizni kell (robbanásveszély).

Kondenzálás
Leírás: <p>A hulladékgáz-áramból az oldószerek kondenzálással is leválaszthatók. Ehhez a gázáramot az oldószerek kondenzációs hőmérséklete alá kell hűteni.</p> <p>A gázkomponensek kondenzációs hőmérsékletétől függően az alábbi kondenzálási módszerek jöhetnek számításba:</p> <ul style="list-style-type: none">• kondenzálás hűtőfolyadékkal, kb. 25°C kondenzálási hőmérsékletig• kondenzálás hűtőközeggel, kb. 2°C kondenzálási hőmérsékletig• kondenzálás sólével, kb. -10°C kondenzálási hőmérsékletig• kondenzálás szalmiáksóoldattal -40°C kondenzálási hőmérsékletig (egyfokozatú) vagy -60°C-ig (kétfokozatú)• kriogén kondenzálás, -120°C kondenzálási hőmérsékletig• zárt ciklusú közömbös gáz kondenzálás.
Alkalmazás:
<u>Kondenzálás hűtőfolyadékkal</u> <p>A hűtőfolyadékkal történő kondenzálást illékony vegyületek (szerves és szervetlen) és bűzanyagok telített gázáramainál alkalmazzák. Az utóbbit vízzel telített gázáramból, ahol a kondenzálódó víz abszorbensként működik, feltéve, hogy a bűzkomponensek vízben oldhatók.</p> <u>Kondenzálás hűtőközeggel, sólével vagy szalmiáksóoldattal:</u> <p>Ezek a módszerek eljárás technikájukban gyakorlatilag azonosak a hűtőfolyadékkal történő kondenzálással, de alacsonyabb kondenzációs hőmérsékletű gázkomponensek kondenzálásához alkalmazhatók.</p> <u>Kriogén kondenzálás</u> <p>A műanyag alapanyaggyártásnál alkalmazása nem jellemző. A véggázokból a szerves komponensek leválasztására az eljárás rendkívül költséges lenne, a polimerizációs folyamatok esetén pedig a reagálatlan polimerek visszavezetése a technológia elejére, vagyis újrahasználatára általában gáz fázisban történik.</p>
Előnyök: Hátrányok:
<u>Hűtőfolyadék kondenzálás</u> <ul style="list-style-type: none">• Kompakt technológia• A további kezelőberendezések terhelése csökken.• Oldószeres visszanyerés lehetősége, ha a gázáram nem tartalmaz nehezen szeparálható illékony szerves vegyületeket.• Hővisszanyerés lehetséges. <u>Hűtőfolyadék kondenzálás</u> <ul style="list-style-type: none">• A hatékonyság nagymértékben függ a gázáramlási sebességtől és a gázösszetételtől.• Ezt követő tisztítási és/vagy kezelési műveletekre lehet szükség.
Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Hűtőfolyadék kondenzálás

A kondenzáló berendezésben keletkező szennyvíz gyakorlatilag megegyezik a kondenzátum mennyiségével. Jellemző kondenzátumszennyezés tartományok:

- illékony szerves vegyület kondenzálása: 200-1000 mg KOI /l
- ammónia/aminok kondenzálása: 400-2000 mg/l (Kjeldahl-N)

Kriogén kondenzálás

Ha nedvesség (vízgőz) kerül a rendszerbe, a jégképződés miatt dugulások keletkezhetnek. A jégdugók eltávolítására ilyenkor a rendszerbe alacsony fagyáspontú folyadékot, pl. metanolt, kell adagolni. A metanollal szennyezett technológiai anyagáramokat általában fáklyán égetik el. Hideg rendszereket működtető pneumatikus műveletekhez nedvességmentes levegőre van szükség.

Monitoring:

A kondenzáló rendszer, mint levegőtisztító rendszer hatékonysága az oldószergőzök koncentrációjának előzetes és utólagos figyelésével határozható meg. Az illékony szerves vegyületek összes szénként mérhető kationizációs detektor alkalmazásával. A bűzkibocsátásoknál az eljárás hatékonyságát olfaktometriás elemzéssel lehet meghatározni. A kriogén rendszerek nyomásesés-figyelést igényelnek.

Adszorpció

Leírás:

Az adszorpció jelenségén gázok, folyadékok komponenseinek szilárd anyagok felületén történő megkötését, koncentrációját értjük. Az adszorbensnek használt anyagok térfogat vagy tömegegységre vonatkoztatott fajlagos felülete rendkívül nagy, ezért a gyakorlatban is hatékonyan alkalmazhatók gáz vagy folyadék komponensek megkötésére. A gyakorlatban használt legáltalánosabb adszorbensek: az aktív szén, bizonyos kokszféleségek, szilikagél, zeolit stb. Az adszorbensek megkötőképessége különböző gázkomponenseknél jelentősen eltérő, ezért működésük szelektív. Ez a tulajdonságuk használható a gázkomponensek szétválasztására, vagy a szennyező gáz- vagy folyadék komponensek megkötésére. Az adszorpció egyben reverzibilis folyamat, vagyis az esetek többségében a telítődött adszorbensek regenerálhatók, deszorbeálással a megkötött komponensek eltávolíthatók.

Az adszorpciós rendszerek főbb típusai:

- fix ágyas adszorpció
- fluid ágyas adszorpció
- folyamatos mozgó ágyas adszorpció.

Alkalmazás:

Az adszorpció alkalmazásának célja:

- illékony szerves vegyület visszanyerése (nyersanyag, termék, oldószer, üzemenyag a töltési műveletekből stb.) újrafelhasználáshoz vagy visszakeringetéshez
- szennyezőanyagok például illékony szerves vegyületek, bűzők, nyomokban jelenlevő gázok stb. leválasztása vagy koncentrációjuk csökkentése a gázáramban, szerves anyagok megkötése vízáramból. A módszert számos helyen alkalmazzák véggázok tisztítására. A kimerült és már nem regenerálható adszorbensek rendszerint veszélyes hulladékként kezelnek.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Az adszorbens gőzzel történő regenerálása során nagy szennyezőanyag-tartalmú

kondenzátum keletkezik, melyet, ha a gázkomponensek kinyerése és hasznosítása nem lehetséges, szennyvízként kell kezelni.

Monitoring:

A módszer hatékonysága a bemenő és kijövő gáz vagy folyadékáram szennyezőanyag koncentrációjának ellenőrzésével állapítható meg. A gázminták ellenőrzése a szennyezőkomponensektől függően GC/MS vagy GC/FID módszerrel lehetséges. Az illékony szerves vegyületek (nem beleértve a részecske anyagot) összes szénként mérhetőek lángionizáló detektorral. A bűz koncentráció csökkentésének ellenőrzése olfaktometriával lehetséges.

A legfontosabb ellenőrzési paraméter az adszorbertöltet ellenállásának változása.

Az adszorber ellenállásának a terheléstől függően fokozatosan emelkedni kell. Hirtelen ellenállás növekedés vagy csökkenés anomáliára, az adszorbertöltet szilárd anyaggal történő szennyeződésére, vagy a töltet homogenitását megbontó áramlási csatornák kialakulására utal.

Nedves mosótornyok gázeltávolításhoz

Leírás:

A nedves mosótornyokban szennyezett gázáramot vezetnek folyadékárammal szemben, melynek során a folyadék oldja vagy kimossa a gázáramból a szennyező komponenseket. A mosótornyba a mosófolyadékot, rendszerint vizet, felülről permetezik be, vagy nagy vízfelület kialakítását biztosító tölteteken keresztül áramoltatják gravitációsan. A gáz bevezetése a torony alján történik, és a tiszta gáz a torony tetején távozik. A töltetes mosótornyoknál a bevezetett gáz térfogatáramának növelését a torony ún. elárasztási pontja korlátozza, ugyanakkor a mosóhatás az elárasztási pont közelében a leghatékonyabb.

A mosási technológiák fő hulladékgáz-kezelési alkalmazásai a következők:

- gáznemű szennyezőanyagok, például hidrogén-halogenidek, kén-dioxid, ammónia, hidrogén-szulfid vagy illékony szerves oldószerek eltávolítása
- szilárd szennyezések eltávolítása

A mosótornyok különböző típusai ismertek, pl.:

- száltöltéses mosótorny
- töltetágyas mosótorny
- ütközőlemezes v. lemeztöltetes mosótorny
- permetezőtorony.

Alkalmazás:

A mosótornyok alkalmazhatók a mosási funkción kívül a tisztításra kerülő gáz egyes komponenseinek abszorbeálására, vagy vízben oldódó vegyületek megkötésére is (alkoholok, aceton vagy formaldehid stb.). Abszorbensként alacsony gőztenziójú és viszkozitású, valamint magas oldóhatású folyadékok a legalkalmasabbak.

Előnyök:

Hátrányok:

- Nagy hatékonyság.
- Egyszerű, meghibásodásra nem érzékeny technológia.
- Egyszerű karbantartás
- Kevés kopásérzékeny alkatrész

- A forró gázáramok hűtésére is alkalmas.
- Kondenzálja a szerves gőzöket és semlegesíti a korrozív gázokat.
- A mosófolyadék párolgási és leiszapolási veszteségeit pótolni kell.
- A leiszapolt és szennyezett mosó folyadék tisztítása szükséges a befogadóba vezetés előtt.
- Kondicionáló szerek (pl. savak, bázisok, oxidálószeresek, lágyítók) szükségesek számos alkalmazásnál.
- A leiszapolás szilárd iszap tartalmát, ha nem hasznosítható, hulladékként kell kezelni.
- Szabadtéri telepítés esetén gondoskodni kell fagyvédelemről.
- A mosófolyadékra és a kezelt gáz komponenseire lehetőleg érzéketlen tömítőanyagokat kell alkalmazni.
- Korrozio lehetőség
- Füstgázmosás esetén a mosás után a füstgáz újramelegítése válhat szükségessé a gőzcsóva képződésének elkerülésére.

Monitoring:

A mosórendszer működésének hatékonyságát a mosásra kerülő gáz belépő- és kilépő szennyezőanyag-koncentrációinak mérésével lehet nyomon követni. A kén-dioxid vizsgálata infravörös, a hidrogén-halogenidek vizsgálata pedig nedves kémiai módszerekkel lehetséges. Az illékony szerves vegyületek vizsgálatára GC/MS módszer használható. A bűzkibocsátások olfaktometriával elemezhetők. Mélni kell továbbá:

- a mosótorony ellenállását
- a szükséges pótvíz vagy mosófolyadék mennyiségét
- a keringetett mosófolyadék áramlási sebességét
- továbbá a következő paramétereket (pH, hőmérséklet, elektromos vezetőképesség és redox-potenciál (ORP)).

4.1.3 SZERVETLEN ÉS ILLÉKONY SZERVES VEGYÜLETEK KIBOCSÁTÁSAINAK CSÖKKENTÉSI LEHETŐSÉGEI

Biofiltráció

Leírás:

A szerves komponensekkel szennyezett gázáramot a természetben előforduló mikroorganizmusokat tartalmazó tölteten (pl. faszén, tőzeg, komposzt) átvezetve a szerves komponensek szén-dioxiddá és vízzé oxidálódnak biomassza keletkezése közben.

A biofilterek lehetnek nyitottak és zártak.

A nyitott biofilterek jellemzően egy szűrőtöltetet tartalmaznak, melyen alulról vezetik keresztül a szennyezett gázt.

A zárt biofilterek egy vagy több mikrobiológiai szaporulatot hordozó töltetet tartalmazhatnak, melyeken ventilációval szabályozhatóan történik a gáz átvezetése bármelyik irányban. A zárt biofilterek alkalmasak az optimális biofiltrációhoz szükséges hőmérséklet és páratartalom szabályozására.

A szűrőtöltetek vastagsága 0,5-1,5 m.
Terhelhetőségük 100-500 m³/m²h.
A gáz szükséges relatív nedvességtartalma ≥ 95%.
A szűrőanyag nedvességtartalma ≤ 60%.
A biofilterek fagyvédelméről gondoskodni kell. A gázáram hőmérséklete maximum 35°C lehet. A tartózkodási idő a szennyezőanyag-koncentráció függvénye, de minimum 30 másodperc.

Alkalmazás:

A biofiltrációt a vegyiparban, petrokémiai iparban és a szennyvízkezelésben alkalmazzák gázkibocsátások biológiailag könnyen lebomló szerves komponenseinek (pl. aminok, szénhidrátok, hidrogén-szulfid, benzol, toluol, szilol, búz komponensek) lebontására.

Előnyök:

- Egyszerű konstrukció
- Adszorpcióval és abszorpcióval kombinálva az alig oldódó komponensekhez is alkalmas
- Nagy hatékonyság a biológiailag lebomló vegyületeknél, pl. búzanyagoknál

Hátrányok:

- A kiszáradt tőzeg és komposzt szűrő ágyakat nehéz újranedvesíteni.
- Viszonylag nagy terjedelmű konstrukció
- Kerülni kell a biomasza mérgezését és savasítását
- A gázáram ingadozásai nagymértékben befolyásolják a biológiai teljesítményt
- Érzékeny a dugulásra porszennyezés esetén

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A nyitott biofiltereknél a szűrőtöltetet gyakran cserélni kell. A kimerült és biológiailag nem lebomlott, vagy egyéb szerves anyagokat is tartalmazó biofilter veszélyes hulladék, melyet étgetéssel célszerű ártalmatlanítani. A töltet akkor is cserére szorul, ha még nem merült ki, de a tölteten átáramló gáz csatornákat alakított ki és ezáltal megkerüli az aktív-szűrőtöltetet.

Monitoring:

A kezelendő gáz és a szűrőtöltet nedvességtartalma meghatározó fontosságú a hatékony működés szempontjából, ezért a nedvesség-egyensúlyt gondosan ellenőrizni kell. Vizsgálni kell továbbá a szűrő előtt és után a gázszennyező komponensek koncentrációit, továbbá a szűrőágyból távozó víz pH értékét.

Biomosás

Leírás:

A biomosás a nedves gázmosás (abszorpció) és a biológiai lebontás kombinációja. Az ártalmas gázkomponensek oxidálására alkalmas mikroba-tenyészetet a mosóvízben szuszpendálják. A bio mosótornyok használatának feltételei:

- a hulladékgáz-összetevők kimosására alkalmasnak kell lennie
- a kimosott összetevőknek aerob körülmények között biológiailag lebomlónak kell lenniük.

Alkalmazás:

A biomasás alkalmazható a vegyi és petrokémiai iparban, valamint a szennyvízkezelő telepeken. Ez egy olyan mérséklési technika, mely eltávolítja a biológiailag könnyen lebomló összetevőket, pl. ammóniát, aminokat, szénhidrogéneket, hidrogén-szulfidot, toluolt, sztirolt és bűz szennyezőanyagokat. A biomasás kiválóan alkalmas vízben könnyen oldódó, alacsony koncentrációjú szennyezőanyagokhoz.

Előnyök:

Hátrányok:

- Nagyobb szennyezőanyag-koncentrációk is mérsékelhetők
- Ként, klórt és/vagy nitrogént tartalmazó összetevők magas koncentrációihoz is alkalmas.
- Biomassza halmozódik fel a toronyban, amit a leiszapolt vízzel el kell távolítani.
- A biomassza a keringetett vízrendszerben dugulásokat okozhat.
- A vízben kismértékben oldódó komponensek lebontása nem hatékony.
- A leiszapolt vizet kezelni kell.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A biomasó-toronyban keringetett víz egy része a kezelt gázzal páragóz formájában távozik, ezért a víz betöményedik, sókoncentrációja nő. A sókoncentráció alacsony szinten tartását a keringetett víz egy részének leiszapolásával és a leiszapolt, továbbá az elpárolgott víz frissvízzel történő pótlásával kell biztosítani. A leiszapolt vizet, mely biomasszát is tartalmaz, kezelni kell.

Monitoring:

A biomasás hatékonyságát a bemenő és kilépő gázáram szennyező komponenseinek ellenőrzésével lehet kontrollálni. Szükséges továbbá a keringetett víz pH értékének és a leiszapolt rész szennyező komponenseinek vizsgálata is.

Biocsepegtetés

Leírás:

Működési elve hasonló a biomasához, azzal a különbséggel, hogy a mikrobákat nem a mosóvízben szuszpendálják, hanem ömlesztett, vagy strukturált kialakítású töltetekre telepítik. A nagy felületű tölteten kialakuló biofilm réteg képes a töltetre permetezett és oxigénnel telített szennyezett víz szerves komponenseinek oxidálására.

Alkalmazás:

A rendszer a gázból kimosott és oldott szerves anyagok átalakítására, továbbá ipari szennyvizek biológiai tisztítására is alkalmas.

Előnyök:

Hátrányok:

- Az oldott komponensek biológiai lebontása
- Alkalmas ként, klórt és nitrogént tartalmazó savasító komponensek közepes koncentrációihoz
- Kis pH-korrekciók lehetségesek
- A gyengén oldódó komponenseket nehezebb mérsékelni.
- A savasító anyagok mérgező és magas koncentrációit kerülni kell.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások: A rendszerben keringetett víz –hasonlóan a biomasához– betöményedik, ezért a víz egy részét rendszeresen el kell távolítani. A leiszapolt vizet szennyvízként kell kezelni.
Monitoring: A rendszer hatékonysága a levegő és víz bemenő és kimenő koncentrációinak mérésével ellenőrizhető. A víznél mérendő jellemzők: <ul style="list-style-type: none">• pH• hőmérséklet• oxigén koncentráció• vezetőképesség.

Termikus oxidáció
Leírás: A termikus oxidáció a szennyezett gázáram éghető, veszélyes és bűzkelző komponenseinek égetőberendezésben történő oxidálása. A termikus oxidáló berendezések működhetnek hőhasznosítás nélkül, vagy hőhasznosítással. A hasznosított hő felhasználható az égető-berendezés részét képező regeneratív vagy rekuperatív berendezéseken keresztül az égető-berendezésbe vezetett hulladékgáz és égéslevegő előmelegítésére. A képződött hulladékhővel vízgőz, vagy forró víz is előállítható és hasznosítható, akár más technológiai területen is. A viszonylag magas égéstéri hőmérséklet, és a nagy légfeslesleg következtében a szén-monoxid kibocsátás minimális.
Alkalmazás: A termikus oxidálók gyakorlatilag minden éghető szerves vegyület ártalmatlanítására alkalmasak. Használatuk nagyobb gázkoncentrációk esetén energetikailag hatékonyabb. Túl nagy gázmennyiség-ingadozások esetén fáklyákat alkalmaznak.
Előnyök: Hátrányok: <ul style="list-style-type: none">• Nagyfokú és állandó teljesítmény• Egyszerű elv• Megbízható működés• Az oxidáció hatékonysága kiváló, a keletkező hőenergia hasznosítható• Dioxin képződés veszélye, ha klórozott vegyületeket égetnek• Füstgázkezelésre van szükség a ként és/vagy halogenideket tartalmazó illékony szerves vegyületeknél• Kiegészítő fűtőanyagra van szükség az égetés indításához, vagy önfenntartó égést nem biztosító alacsony éghető gázkoncentráció esetén
Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A termikus oxidáció során az oxidáció szén-dioxid és jelentéktelen mértékű szén-monoxid és NO_x kibocsátással jár. Nagyobb NO_x kibocsátás katalitikus mentesítést tehet szükségessé. Kén és halogén vegyületek, vagy dioxin képződése esetén további füstgázkezelés válhat szükségessé.

Monitoring:

A hatékony működés ellenőrzésére az alábbi jellemzők mérése szükséges:

- égési hőmérséklet
- illékony szerves vegyület koncentráció
- szén-monoxid koncentráció
- fűtőgáz-felhasználás
- égéslevegő mennyisége

Katalitikus oxidáció

Leírás:

A katalitikus oxidálók a termikus oxidálókhoz hasonló módon működnek, azzal a fő eltéréssel, hogy a gázt, előmelegítés után katalizátor-tölteten vezetik keresztül. A katalizátor növeli az oxidáció reakció sebességét, ami alacsonyabb reakció hőmérsékleteken teszi lehetővé az oxidációt, mint a termikus égető-berendezések.

A hulladékgáz 300-500°C-ra történő előmelegítését külső fűtőanyagforrással működtetett égőkkel, vagy elektromos fűtéssel biztosítják. A katalitikus oxidáció jellemző hőmérséklet-tartománya 500-700°C.

Nagyobb éghető gáz koncentráció esetén a katalitikus oxidáció külső energia-bevitel nélkül is lehetséges, ebben az esetben a folyamat önfenntartó lehet. Ilyenkor csak az oxidáció indítása igényel külső hőbevitelt.

A katalizátormérgek vagy szilárd szennyező komponensek a katalizátor élettartamát csökkenik. A mérgezés a legtöbb esetben nem visszafordítható, tehát irreverzibilis.

Katalizátor mérgek pl.:

- gyorsan ható inhibitorok, például foszfor, bizmut, arzén, antimon, higany
- lassan ható inhibitorok, mind például a vas, ón, szilikát
- visszafordítható inhibitorok, például kén, halogének, cink
- felületen megtapadó szerves szilárd anyagok és egyéb komponensek
- felület erodáló inert szilárd részecskék.

Alkalmazás:

- A katalitikus oxidációt pontforrások szerves vegyület és oldószer kibocsátásainak csökkentésére használják.

A katalitikus oxidáció leginkább a mérsékelt kibocsátású rendszereknél célszerű, ahol nincs jelentős ingadozás az emittált szerves vegyületek típusában és koncentrációjában.

Előnyök:

Hátrányok:

- Nagyobb mértékben kompakt mint a termikus oxidálók.
- Alacsonyabb hőmérsékleteket és kevesebb kiegészítő fűtőanyagot igényel, mint a termikus oxidálók.

- Az atmoszferikus megkötésből nincs vagy kevés NO_x keletkezik (a termikus oxidálással létrejött mennyiség kb. 20-30%-a)
- A CO-t a hulladékgáz-áramban a katalizátor egyidejűleg mérsékli.
- Magas, állandó és megbízható teljesítmény lehetséges.
- A hővisszanyerő és regeneráló oxidációnak nagyobb a termikus hatékonysága, ezáltal kisebb a többlet üzemanyag fogyasztása, és alacsonyabb a szén-dioxid kibocsátása.
- A reakcióhő gőzfejlesztésre is felhasználható.
- Kevésbé tűzveszélyes a termikus oxidációnál.
- Kiseb hatékonyság az illékony szerves vegyületek ártalmatlanításában, mint a termikus oxidáció esetén.
- A rendszer érzékeny a gáz hőmérséklet változásaira.
- Dioxinképződés veszélye, ha klórozott vegyületeket égetnek.
- Valamennyi katalizátor érzékeny a mérgező anyagokra, szennyező anyagokra.
- Szilárd komponensek esetén a gáz előzetes kezelése szükséges.
- A nem regenerálható elhasznált katalizátor kezelésére lehet szükség.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A katalizátor élettartama néhány év. Amennyiben a kimerült katalizátor nem regenerálható veszélyes hulladékként kell kezelni.

Ha az oxidált illékony szerves vegyületek ként és/vagy halogént tartalmaznak, a kén-dioxid és/vagy hidrogén-halogenidek képződése várható, ezek a kilépő gáz további kezelését tehetik szükségessé.

Monitoring:

Ellenőrizni kell a katalizátor-töltet hőmérsékletét, ellenállását, továbbá a kilépő gázáram szén-monoxid és oxigén tartalmát.

A gáztisztítási eljárások alkalmazási területei

Technikák kiválasztása a hulladékgáz csökkentésére szennyezőanyagok szerint:

	Búz						
	Szerves gáz vagy gőz komponensek						
	Szervetlen gáz vagy gőz komponensek						
	Szerves szilárd részecskék						
	Szervetlen szilárd részecskék						
	Nedves anyag						
	Száraz anyag						
Technika							
Porvisszanyerés és –mérséklés							
Szeperator	X	X	X	X			
Ciklon	X	X	X	X			
Nedves por szeperator	X	X	X	X			
Elektrosztatikus leválasztó	X	X	X	X	X	X	

Búz							
Szerves gáz vagy gőz komponensek							
Szervetlen gáz vagy gőz komponensek							
Szerves szilárd részecskék							
Szervetlen szilárd részecskék							
Nedves anyag							
Száraz anyag							
Technika							
Porvisszanyerés és –mérés							
Szövet szűrő (beleértve kerámia szűrőt)	X		X	X			
Kétfokozatú porszűrő	X		X	X			
Abszolút (HEAP típusú) szűrő	X		X	X			
HEAF (nagy hatékonyságú légszűrő)		X					
Páraleválasztó		X			X		
Gázvisszanyerés							
Membrános szeparálás						X	
Kondenzátor					X	X	
Kriokondenzálás					X	X	X
Adszorpció					X	X	X
Nedves gáz mosótorony (víz)	X	X	X	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (lúg)	X	X	X	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (lúg oxidálás)	X	X	X	X			X
Nedves gáz mosótorony (sav)	X	X	X	X	X	X	X
Gázmérés							
Biofiltráció					X	X	X
Biomosás					X	X	X
Biocsepegtetés					X	X	X
Termikus oxidálás				X		X	X
Katalitikus oxidálás						X	X
Fáklyázás						X	X
Füstgáz-kezelés							
Száraz lúg injektálás (pl. mészhidrát)					X		
Félszáraz lúg injektálás					X		
Nedves mész injektálás					X		
SNCR (szelektív nem-katalitikus redukció)					X		
SCR (szelektív katalitikus redukció)					X	X	

Technikák kiválasztása hulladékgáz kezelésére a hulladékgáz térfogatárama szerint

Technika	100 [Nm ³ /h]	1000 [Nm ³ /h]	10000 [Nm ³ /h]	100000 [Nm ³ /h]
Porvisszanyerés vagy csökkentés				
Szeperator	X	X	X	X
Ciklon	X	X	X	X
Nedves por leválasztó		X	X	X
Elektrosztatikus porleválasztó (1 fokozatú)			X	X
Szövet szűrő	X	X	X	X
Kerámia szűrő		X	X	X
Kétfokozatú por szűrő		X	X	
Abszolút (HEAP) szűrő	X	X		
HEAF (nagy energiájú légszűrő)	X	X	X	X
Pára leválasztó		X	X	X
Gázvisszanyerés				
Membrános filtráció				
Kondenzátor	X	X	X	X
Kriokondenzátor	X	X		
Adszorpció	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (víz)	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (lég)	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (lég-oxidálás)	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (sav)	X	X	X	X
Gázmérséklés				
Biofiltráció	X	X	X	X
Biomosás	X	X	X	X
Biocsepegtetés	X	X	X	X
Termikus oxidálás		X	X	
Katalitikus oxidálás		X	X	
Füstgáz-kezelés				
Száraz lág injektálás (pl. mészhidrát)			X	X
Félszáraz lág injektálás			X	X
Nedves mészhidrát injektálás		X	X	X
SNCR (szelektív nem-katalitikus redukció)	X	X	X	X
SCR (szelektív katalitikus redukció)		X	X	X

4.2 Vízszennyező-anyagok

A vegyiparban, és azon belül a polimerek gyártása során szennyvíz keletkezhet

- a kémiai reakciók során reakciótermékként (pl. polikondenzációs technológiáknál),
- technológiai vízként, amikor a víz nem vesz részt a kémiai reakcióban, de jelenléte nélkül a folyamat nem megy végbe (pl. PVC gyártásánál, ahol a polimerizáció víztöltetben megy végbe és a víz egyidejűleg hőelvonó közeg és a szuszpenzió vagy emulzió hordozója is),

- szennyezett hűtővízként, vagy energiahordozó kondenzátumaként,
- terméktisztítási műveletekből (pl. vizes mosás, centrifugálás, desztillálás, extrahálás),
- karbantartás, takarítás során,
- égető-berendezések füstgázainak tisztításából,
- kommunális szennyvízként és
- szennyezett tűzoltóvízként.

A keletkező szennyvizek szennyező komponensei döntően a technológiában felhasznált alap- és segédanyagok, valamint termékek és csak kisebb mennyiségben reakció származékok.

A szennyvizek szennyező komponensei és környezeti hatásai az alábbiakkal jellemezhetők:

- a szennyező komponensek minősége és mennyisége az egyes szennyező anyagok terheléseként és/vagy koncentrációjaként
- anyagok, mint például az NH_4^+ ionok, NO_3^- ionok, NO_2^- ionok, PO_4^{3-} ionok, a nehézfémek, szerves savak és sók, olajok mindegyike
- a befogadóra kifejtett hatás és/vagy kockázati lehetőség, helyettesítő vagy összesítő paraméterekben kifejezve, mint például a TSS, BOI, KOI, AOX/EOX, VOX, pH, vezetőképesség és hőmérséklet
- a hatás a fogadó vízben található élővilágra, toxicitási adatokban kifejezve, pl. akut toxicitás, krónikus toxicitás vagy mutagenitás
- jellemzők, mint például hidraulikus terhelés

4.2.1 KEZELÉSI TECHNIKÁK

A kezeléstechnika sorrendjét a szennyezőanyag tulajdonságai és a rendelkezésre álló technikák alkalmazási lehetőségei figyelembevételével kell meghatározni.

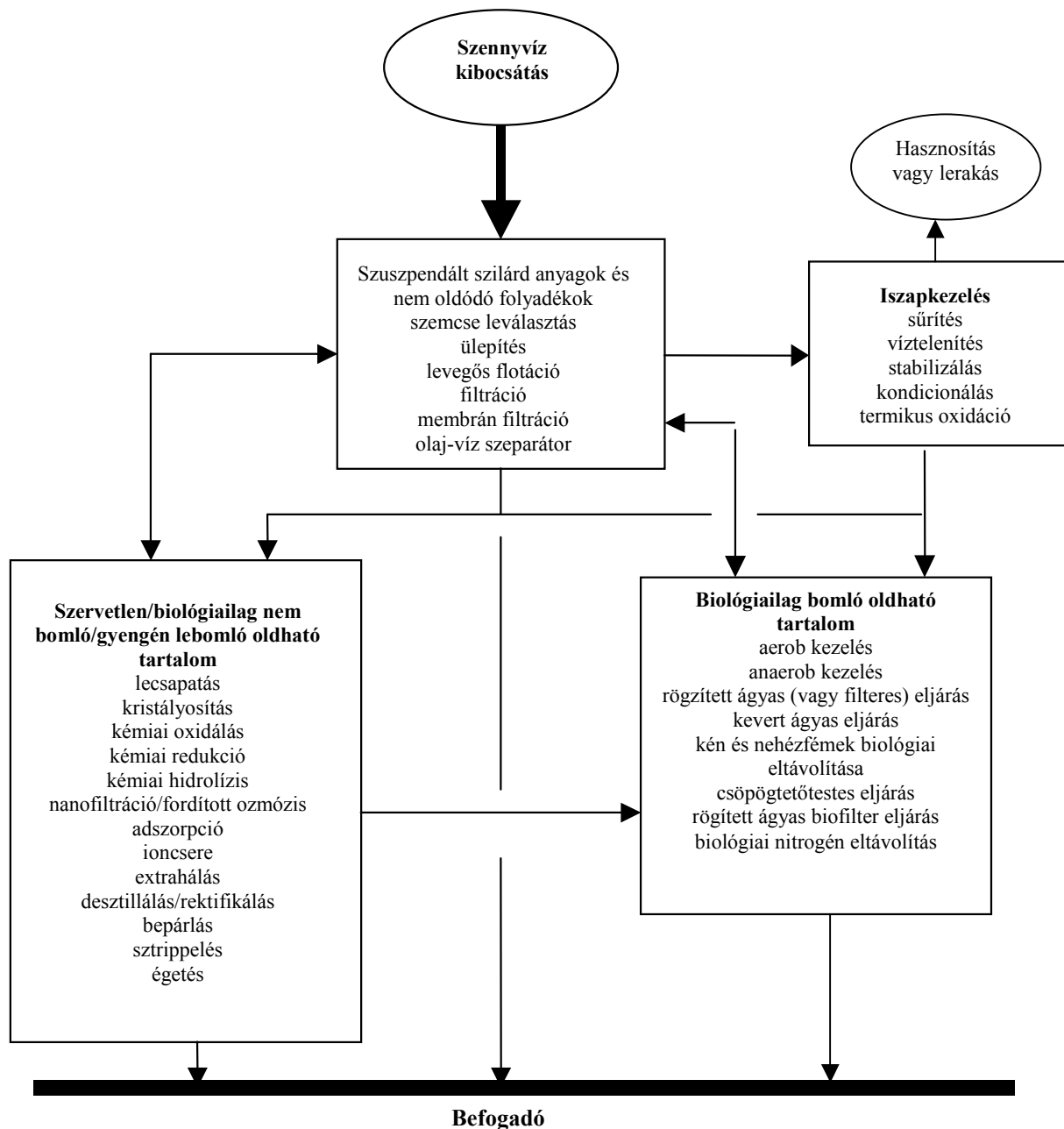
A szennyvíz és esővíz esetén az első kezelési lépés – és gyakran egyúttal az utolsó lépés is – a szuszpendált szilárd anyagok és vízzel nem elegyedő folyadékok szeparálása a fő vízáramból.

Szeparálási vagy tisztítási technikák:

- gravitációs szeparálás
- levegős flotáció
- filtráció/szűrés

Ezeket főként más műveletekkel együtt alkalmazzák, akár első, akár utolsó tisztítási lépésként. Első lépésként például védik a többi kezelő berendezést a szilárdanyagok által okozott károsodás, dugulás vagy szennyeződés ellen. Utolsó lépésként eltávolítják az előző kezelési művelet vagy eljárás során létrejött szilárd anyagokat, vagy az olajat a további biológiai kezelés előtt. Gyakran alkalmaznak oldható szennyezőanyagok leválasztására fizikai-kémiai eljárásokat, pl. pH beállítás, koaguláló szerek adagolása, majd ezt követő szeparálás.

A szennyvízkezelési technikák köre a szennyezőanyag típustól függően:



4.2.2 NEM OLDÓDÓ SZENNYEZŐANYAGOK/MECHANIKUS SZEPARÁLÁS

A nem oldódó vízszennyező anyagok forrása döntően az esővíz (csapadékvíz), ami a talajfelszínről, térburkolatokról homokot, nyílt téren tárolt alap- vagy segédanyagokat és kiömlött termékeket moshat a csatornába.

A szennyvízből a nem oldódó szennyező anyagokat el kell távolítani, mely a következőkben felsorolt, ill. ismertetett módszerekkel történhet.

Szilárd anyagok szemcse szeparálása
Leírás:
Döntően homok eltávolítását jelenti a csapadékvízből. Erre a célra homokfogó kamrákat (aknákat) használnak, melyekben a homok gravitációsan kiülepedik. A szennyvíztisztító technológián belül a homokfogót a rendszer elején, a nagyobb méretű szilárd rácsszemét leválasztó, vagy durva szűrő után helyezik el.
Alkalmazás:
Homokfogót ott alkalmaznak, ahol a csapadékvizet is a szennyvíztisztítóba vezetik.
Korlátok/szigorítások
Kb. 0,3 m/s áramlási sebesség alatt biztosítható a homok megfelelő kiülepedése.
Környezeti elemek közti kölcsönhatások:
A szeparált homokot el kell távolítani és szennyezettségétől függően kezelni vagy hasznosítani kell. A homokfogó kamra, mint a szennyvízkezelő telep része, bűz-emisszió forrása is, ezért burkolása válhat indokolttá.
Monitoring:
A szennyvíz áramlási sebességét ellenőrizni kell.

Szilárdanyagok ülepitése
Leírás:
Az ülepités – vagy tisztítás – a szuszpendált részecskék és lebegő anyagok eltávolítását jelenti gravitációs ülepitéssel. A leülepedett szilárdanyagokat iszapként távolítják el az ülepitő fenekéről, míg a felúszó anyagot lefölszik. Ha a szilárd részecskéket nem lehet egyszerű gravitációs eszközökkel szeparálni, pl. ha sűrűségük túl közel van a víz sűrűségéhez, vagy kolloidokat képeznek, akkor speciális vegyi anyagok (koaguláló szerek) adagolásával biztosítható a szeparálás. Leggyakrabban alkalmazott koaguláló vagy pelyhesítő anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• alumínium-szulfát• vas-szulfát• vas-klorid• mész• polialumínium-klorid• polialumínium-szulfát• kationos szerves polimerek.
Alkalmazás:
Az ülepités olyan szeparálási technika, melyet széles körben alkalmaznak a szennyvíztisztítás közbenső és végfokozataként. Például:
<ul style="list-style-type: none">• összegyűjtött esővíz szilárdanyag tartalmának ülepitése,• technológiai szennyvíz tisztítása szilárd, inert anyagoktól,• technológiai szennyvíz tisztítása technológiai hulladékoktól, polimerektől• nehézfémek vagy egyéb oldott komponens szeparálása megelőző lecsapatás után, gyakran kémiai beavatkozással a filtrációs eljárások végén• az aktív iszap eltávolítása a biológiai szennyvízkezelő telep elsődleges vagy másodlagos iszaptisztítójából, gyakran kémiai beavatkozással.

Előnyök:

Hátrányok:

- Az eljárás egyszerűsége, ezért a meghibásodás valószínűsége kisebb
- Az eltávolítás hatékonysága koaguláló és/vagy pelyhesítő vegyi anyagok hozzáadásával növelhető.
- Nem alkalmas finom anyagok és stabil emulziók esetén, még koaguláló és pelyhesítő szerekekkel sem.
- A pehely magába ágyazhat más szennyezőanyagokat, ami problémákat okozhat az iszap kezelésében.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Az ülepitett iszap és lefölezött úszó iszap, amennyiben nem alkalmas újrafelhasználásra vagy egyéb használatra, hulladéknak minősül. A szennyvíz származásától függően ez a hulladék veszélyes vegyületeket tartalmazhat. Ezek a vegyületek lehetnek nehézfémek karbonátjai, fluoridjai, szulfidjai vagy hidroxidjai (vagy oxidjai), olajos úszó iszap, stb. és bizonyos körülmények között akár dioxinok is.

A szivattyúk, illetve az iszap-eltávolító (kotró és fölző) rendszer egyben zajforrás is, ami zajcsökkentő intézkedéseket igényelhet.

Ha a szennyvíz bűzanyagokat tartalmaz, szükség lehet az ülepitő tartály – vagy legalább a koaguláló vagy pelyhesítő berendezés – lefedésére, és a keletkező bűz kezelésére.

Amennyiben a légszennyezők között éghető komponensek is előfordulhatnak, a tűz- és robbanásveszély megelőzésére nitrogénnel történő átfúvatás, vagy elárasztás válhat indokolttá.

Monitoring:

Az ülepitett víz szilárd anyag-tartalmát, vagy az azt jelző zavarosságot rendszeresen figyelni kell. Ha vegyi anyagokat (pl. koaguláló, pelyhesítő szereket) használnak az ülepités javítására, a pH-t is ellenőrizni kell.

Levegős flotáció

Leírás:

A flotáció egy olyan folyamat, ahol a szilárd és folyékony részeket vagy részecskéket levegőbuborékok alkalmazásával szeparálják a szennyvízfázisból. A rugalmas részecskék a víz felületén halmazódnak fel, és szkimmerekkel gyűjtik össze őket.

Pelyhesítő adalékokat, pl. alumínium- és vas-sókat és különböző szerves polimereket alkalmaznak általában a flotáció támogatására. Funkciójuk, a koagulálás és pelyhesítés mellett, olyan felület vagy szerkezet létrehozása, ami képes a levegőbuborékokat stabilizálni.

Alkalmazás:

Flotációt alkalmaznak, ha az ülepités nem megfelelő, pl.:

- ha a részecskék gyenge ülepitési jellemzőkkel rendelkeznek
- ha a szuszpendált részecskék és a szennyvíz sűrűsége közel azonos
- ha olajat és zsírt kell eltávolítani.

Előnyök:

Hátrányok:

<ul style="list-style-type: none">• kisebb helyigényű, ezért létesítési költsége is kevesebb• az eltávolítás hatékonyságát nem befolyásolják az áramlási sebesség változásai• nagy szeparálási hatékonyság, nagyobb szárazanyag-tartalom, mint az ülepitésnél• bűzkibocsátás nagy valószínűsége, ezért általában lefedésre van szükség• magasabb üzemeltetési költségek, mint az ülepitésnél
Környezeti elemek közti kölcsönhatások:
A szeparált anyagot, ha nem újrafelhasználható, hulladékként kell kezelni. A szivattyúk, a keverő és a kompresszor zajforrások, ezért zajvédő eszközökre lehet szükség. A bűz vagy egyéb illékony anyagok hatása lefedéssel és az elszívott szennyezett levegő kezelésével mérsékelhető.
Monitoring:
A megbízható működés érdekében a kilépő folyadék zavarosságát figyelemmel kell követni. A kezelt víz esetleges habosodását időben észlelni kell.

Filtráció
Leírás:
A filtráció szilárdanyagok szeparálását jelenti a szennyvízből a víz porózus közegen történő átvezetésével. A szűrőtöltet kimerülést követően tisztítást (frissvízzel történő visszamosást) igényel. A gyakorlatban használt szűrőrendszer típusok: <ul style="list-style-type: none">• granuláris közegű szűrő (pl. homok, kavics, antracit) szűrő, melyet széles körben használnak• gravitációs dob szűrő, amit kommunális szennyvízhez és aktív iszaptelepek eltávolításához használnak,• forgó vákuumos dobszűrő, mely kiválóan alkalmas előszűréshez, amit olajos iszap víztelenítéséhez és oszlop emulzióbontáshoz is használnak• membrános szűrő, szalagos szűrő prés, melyet főleg iszap víztelenítéshez használnak, de egyúttal folyadék/szilárdanyag szeparálási műveletekhez is• szűrő prések, melyek használata akkor indokolt, ha a víztartalom döntő részének eltávolítására van szükség.
Alkalmazás:
A szennyvízkezelésben a filtrációt gyakran alkalmazzák utolsó szeparálási műveletként ülepitési eljárások vagy flotáció után, pl.: <ul style="list-style-type: none">• pelyhesített nehézfém hidroxidok stb. szeparálására ülepités után,• aktív iszap ülepités után• iszap, lebegő anyag stb. víztelenítése• és olaj eltávolítása.
Előnyök:
Hátrányok:
<ul style="list-style-type: none">• nagy szeparálási hatékonyság

<ul style="list-style-type: none"> • a szuszpendált szilárd anyagoktól eltérő szennyezőanyagok bizonyos körülmények között eltávolíthatók, pl. olaj • üzemeltetés többféle feltétel mellett. • dugulás és szennyeződés lehetséges a homokszűrőknél • a működő réteg áttörése szennyeződést okozhat a kilépő áramban
<p>Környezeti elemek közti kölcsönhatások:</p> <p>Granuláris szűrő alkalmazása esetén a biológiai aktív iszapot részben visszakeringetik a szennyvíztisztítási folyamatba, a fölös mennyiséget pedig dekantálják (ülepítik) és szükség esetén víztelenítik. A visszamosott szerves iszapot szennyezettségétől függően hulladékként kezelik, vagy a maradék biológiai iszappal együtt mezőgazdasági célra is hasznosíthatják.</p> <p>A homokszűrés, mint a mélyágyas filtráció, kevésbé gyakori visszamosást igényel, mint a lepényes (pl. szalagos vagy dobos) filtráció. Emiatt a szalagos filtrációt csak kivételes esetekben alkalmazzák a szennyvízkezelésben.</p> <p>Bűzanyagok kibocsátása esetén zárt berendezésekre és a bűzzel terhelt levegő kezelésére lehet szükség.</p>
<p>Monitoring:</p> <p>A megfelelő működés érdekében a szűrt víz zavarosságát, továbbá a szűrőközeg ellenállását rendszeresen ellenőrizni kell.</p>

Mikrofiltráció és ultrafiltráció
<p>Leírás:</p> <p>A mikrofiltráció (MF) és ultrafiltráció (UF) olyan membrán technikák, melyeknél nyomáskülönbség hatására a folyadék áthalad a membránon az 1-0,001 µm méretű szuszpendált és kolloid részecskéket, baktériumokat, vírusokat és nagyobb molekulájú anyagokat pedig a membrán visszatartja, kiszűri. A pórus típusú membránok jellemző adatai az alábbiak:</p>
<p>Paraméter</p> <p>Mikrofiltráció</p> <p>Ultrafiltráció</p> <p>Pórus átmérő (µm)</p> <p>0,1-1</p> <p>0,001-0,1</p> <p>Üzemi nyomás (Mpa)</p> <p>0,02-0,5</p> <p>0,2-1</p> <p>Levágási méret (nm)</p> <p>>100, beleértve a baktériumokat</p> <p>10-100, beleértve a makromolekulákat, vírusokat, kolloid részecskéket, 1000-100000 g/mol oldatoknál</p> <p>Permeátum áramlás (lm²h⁻¹)</p> <p>500-1000</p> <p><100</p>

<p>Kereszt áramlási sebesség(m/h) 2-6 1-6</p> <p>Membrán típus Szimmetrikus polimer vagy kerámia, 10-150 µm vastag Polimer vagy kerámia asszimmetrikus</p> <p>Membrán konfigurálás Spirális tekerceselés Üreges szál Cső Spirális tekerceselés Üreges szál Cső</p>
<p>Alkalmazás:</p> <p>Membrános filtrációt (MF és UF) alkalmaznak, ha szilárdanyag mentes szennyvízre van szükség a tisztítási technológia további lépései miatt, pl. fordított ozmózis előtt, vagy ha veszélyes szennyezőanyagok, pl. nehézfémek teljes eltávolítása szükséges. Az MF és az UF közötti választás függ a részecske mérettől.</p> <p>Általános MF alkalmazások:</p> <ul style="list-style-type: none">• zsírtalanító eljárások• fémrészecske visszanyerés• fém galvanizálás szennyvízkezelés• iszap szeparálás aktív iszapos eljárás után a központi biológiai szennyvízkezelő telepen. <p>Általános UF alkalmazások:</p> <ul style="list-style-type: none">• nem mérgező lebomló szennyezőanyagok, pl. fehérjék és egyéb makromolekuláris vegyületek és mérgező nem lebomló vegyületek, pl. festékek és színezők eltávolítása, melyek molekuláris súlya nagyobb 1000-nél• olaj/víz emulziók leválasztása• nehézfémek szeparálása komplexképzés vagy lecsapatás után• a szennyvízkezelő kilépő áramaiban nem könnyen bomló komponensek szeparálása, melyeket ezt követően visszakeringetnek a biológiai szakaszba• előkezelési lépés a fordított ozmózis vagy ioncsere előtt.
<p>Előnyök:</p> <p>Hátrányok:</p> <ul style="list-style-type: none">• Nagy szeparálási hatékonyság.• Moduláris rendszerek, azaz rugalmas használat.• Dugulás, elzáródás és szennyeződés lehetséges.• Tömörítés lágyítószerrel jelenlétében.• Magas üzemi nyomás, ezért nagy szivattyúzási energia.
<p>Környezeti elemek közti kölcsönhatások:</p>

A membrános kezelésnek köszönhetően a maradék (koncentrátum) az eredeti anyag mennyiségének kb. 10%-a.

Szerves szuszpendált anyagoknál a koncentráció–növekedés javíthatja a soron következő oxidatív elbontási folyamatok feltételeit. A szervetlen szuszpendált anyagoknál a koncentrációs szakaszt a visszanyerési eljárás részeként lehet alkalmazni. Mindkét esetben a membrános eljárásból származó víz potenciálisan újrafelhasználható vagy visszakeringethető az ipari eljárásba, ezáltal csökken a víz felhasználás és ürítés.

Monitoring:

A megbízható működés érdekében a membrán két oldala közötti nyomáskülönbséget folyamatosan figyelemmel kell kísérni.

Olaj-víz szeparálás

Leírás:

Az olaj és a víz szeparálása valamint az azt követő olaj-eltávolítás lehetőségei:

- a felúzó olaj gravitációs szeparálása szeparáló berendezéssel
- emulzióbontás, emulzióbontó vegyi anyagokkal, mint például: többértékű fémsók, mint a timsó, alumínium-triklorid, vasklorid, vasszulfát, ásványi sók
- adszorbensek, mint a diszpergált agyag, mész
- szerves polimerek, mint a poliaminok, poliakrilátok,
- és a deumulgált olaj szeparálása koagulálással/pelyhesítéssel és levegős flotációval.

Alkalmazás:

Olaj-víz szeparálást alkalmaznak az olaj, zsír és egyéb nem oldódó, a vizes fázisnál könnyebb folyadékok eltávolítására a szennyvízből, főként az olajfinomítóknál és petrokémiai üzemekben. Általában nem önálló eljárásról van szó, hanem flotáció követi (indukált levegős flotáció (IAF) vagy oldott levegős lebegtetés (DAF)), amit koagulálás/pelyhesítés támogat.

Az API-féle eljárást alkalmazzák (olaj/víz szeparátor) még ellenőrző berendezésként is a folyamatirányító berendezések nagyméretű olajlencsék elleni védelmére, melyek például üzemi meghibásodásból származnak, míg a párhuzamos lemezes leválasztók (PPI) és hullámlemez leválasztók (CPI) nagyobb hatékonyságot mutat kisebb olajcseppek eltávolításában.

Előnyök:

Hátrányok:

- Az olaj visszanyerhető vagy vissza-keringethető a technológiába.
- Hatékonyság növekedés az API – PPI – CPI sorrendben a kis olajcseppek eltávolításában és az aktív leválasztó felület/alapterület arányban
- Csak az API tudja befogni a szabad olajlencsék és szilárdanyagokat (pl. vészhelyzetben).
- PPI és CPI esetén a lemezek szennyeződésre hajlamosak, így nagyobb a karbantartási igény.
- Az oldódó anyagok nem szeparálhatók.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A fölözött olaj általában további tisztítás után a technológiába visszavezetve hasznosítható. Hasznosítás hiányában veszélyes hulladékként kell kezelni.
Ha a szeparátor nyitott, akkor diffúz légszennyező és bűzforrásnak is minősül.
A szeparátor befedése ugyanakkor problémát okozhat a folyamat működésében és ellenőrzésében, továbbá biztonsági intézkedések szükségesek a tűz- és robbanásveszély megakadályozására.
A szivattyúk és burkolatok zajforrást képezhetnek.

Monitoring:

Az olajmentesített vizet és a szeparátor olajgyűjtő szekcióját szemrevételezéssel rendszeresen ellenőrizni kell a működési zavarok megelőzése érdekében. A fölöző berendezéseket és azok leválasztó elemeit rendszeresen tisztítani kell.

Kicsapatás

Leírás:

A kicsapatás a szennyvizek tisztításának kémiai módszerek alkalmazásával elősegíthető módja, melynek során koaguláló anyagok adagolásával a szennyvíz egyébként nem ülepszítható szennyező komponensei pelyhesíthetők és üleptéssel vagy levegős flotációval eltávolíthatók. Az így előkezelt víz membrán-technikákkal (pl. MF vagy UF) már tovább tisztítható. A technika alkalmas lehet kolloid szennyezések (pl. nehézfém szulfidok) eltávolítására.

A kicsapató berendezés általában egy vagy két keverőtartályból, üleptető tartályból és tárolótartályokból áll. A keverő tartályok a kicsapató vegyi anyagoknak a szennyvízbe történő keverésére, az üleptető tartály a kialakult szilárd komponensek leválasztására, a tárolótartályok pedig a szükséges vegyszerek tárolására és előkészítésére szolgálnak. Az üleptető tartály más rendszerű iszapleválasztó berendezéssel, műtárggyal is helyettesíthető. Jellemző koaguláló vegyi anyagok:

- mész (nehézfémeknél)
- dolomit (nehézfémeknél)
- szóda (nehézfémeknél)
- kalcium sók (szulfátoknál vagy fluoridoknál)
- nátrium-szulfid (higanynál)
- poli-organoszulfidok (higanynál)

Ezeket gyakran kombinálják egyéb pelyhesítőszerrel, a szeparálás hatékonyságának növelésére, pl.:

- vastartalmú és vas sók
- alumínium-szulfát
- polimerek.

Alkalmazás:

A kicsapatás a szennyvíztisztítás különböző szakaszaiban alkalmazható, pl.:

- közvetlenül a forrásnál a nehézfémek hatékonyabb eltávolításához a kisebb szennyezettségű szennyvízárámokkal történő keveredés előtt
- központi kezelési technikaként a foszfátok, szulfátok és fluoridok eltávolítására
- foszfát eltávolítására a biológiai szakasz után a központi szennyvízkezelő–telepen.

A folyadék/szilárdanyag szeparálás teljesítménye további olyan tényezőktől függ, mint a pH, hőmérséklet vagy a tartózkodási idő a kicsapatási fázisban.

Az alkalmazás korlátai és követelményei:

Korlátok/követelmények

pH beállítás

Optimális pH-tartomány nehézfémeknél, foszfátnál, fluoridnál: pH 9-12; amikor szulfidokat használnak, hidrogén-szulfid keletkezik savas feltételek esetén

Komplekképző anyagok

Megelőzhetik a nehézfémek, például réz, nikkal lecsapódását.

Előnyök:

Hátrányok:

Mész, mint közeg esetén

- A növekvő sótartalom megelőzése a szennyvízben
- A központi biológiai szennyvízkezelő-telep puffer–kapacitásának növelése
- Iszapülepítés javítása
- Iszapsűrítés
- Az iszap mechanikus víztelenítésének javítása
- A víztelenítési ciklus idő csökkentése
- Alacsony költség

Mész, mint közeg esetén

- Mész kezelésével, tárolásával és adagolásával járó üzemeltetési problémák
- Iszapmennyiség növekedése a fölös kalcium-hidroxid miatt
- Karbantartás igénye

Nátrium-szulfidnál

- Az iszap mennyiségének csökkenése (kb. 30% mértékben a mészkezeléshez viszonyítva)
- Az alkalmazott vegyi anyagok mennyiségének csökkenése (kb. 40% a mészkezeléshez viszonyítva)
- Alacsonyabb fém koncentrációkat eredményez a kezelt kilépő áramban.
- Nincs szükség elő- és utókezelésre.
- Nagyfokú hatékonyság a szuszpendált és oldott fémek szennyvíz áramból történő eltávolításánál.

Nátrium-szulfidnál

- Hidrogén-szulfid keletkezésének lehetősége.
- Nátrium-szulfiddal járó bűz problémák.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:
<p>A kicsapatott anyagokat iszapként kell eltávolítani. Az iszap kémiai hulladék, legalábbis, ha nehézfémeket is tartalmaz. Az iszap tartalmazhatja a nehézfémek karbonátjait, fluoridjait, hidroxidjait (vagy oxidjait), foszfátjait, szulfátjait, szulfidjait.</p> <p>A szivattyúk és az iszapeltávolító berendezések zajforrások, ezért megfelelő zajcsökkentő intézkedésekre lehet szükség.</p> <p>Ha illékony- és bűzanyagok kibocsátása várható, a kicsapatást zárt tartályokban vagy fedett medencékben kell végezni, és gondoskodni kell az illékony anyagok kezeléséről.</p>
Monitoring:
<p>A kicsapatási eljárás során a pH-értéket és a pelyhesítőszer és/vagy koaguláló szer adagolását gondosan kell beállítani.</p>
Kémiai oxidáció
Leírás:
<p>A kémiai oxidáció a szennyezőanyagok kémiai oxidáló szerek segítségével történő átalakítása kevésbé veszélyes és/vagy rövidlancú és biológiailag könnyebben lebomló vegyületekké. Kémiai oxidáló szerek pl.:</p> <ul style="list-style-type: none">• klór,• nátrium-vagy kalcium-hipoklorit,• klór-dioxid,• ózon (UV besugárzással vagy anélkül),• hidrogén-peroxid/UV besugárzás,• hidrogén-peroxid/vastartalmú sók.
Alkalmazás:

A kémiai oxidálást rendszerint akkor alkalmazzák, ha a szennyvíz olyan szennyezőanyagokat tartalmaz, melyek biológiailag nem, vagy csak nehezen lebonthatók (pl. szerves vegyületek). Ilyen anyagok például a következők:

- olaj és zsír,
- fenolok,
- poliaromás szénhidrogének,
- szerves halogenidek,
- festékek,
- rovarirtók,
- cianidok,
- szulfidok,
- szulfitok,
- nehézfém komplexek.

E szennyezőanyagok közül néhány biológiailag részben lebontható, illetve speciálisan módosított mikroorganizmusokkal kezelhető. Ezekben az esetekben annak eldöntése, hogy a kémiai oxidációt kell-e előnyben részesíteni a biológiai oxidációval szemben, a helyi körülményektől függ. Ha a szennyvíz mennyisége nem számottevő, vagy ha nem áll rendelkezésre biológiai kezelés a helyszínen, a kémiai oxidáció alkalmazása javasolt egy központi biológiai szennyvízkezelő telepítse helyett.

Előnyök:

Hátrányok:

- akár 1 µg/l-ig csökkenthető a KOI a szennyvízben.
- Szerves anyagok is kezelhetők.
- Nagy terhelésingadozások is megengedhetők.
- Rövid tartózkodási időre van szükség(pl. H₂O₂-os oxidáció atmoszferikus nyomáson és szobahőmérsékleten 60-90 perc alatt végbemegy)
- A folyamat bármely más eljárással kombinálható (GAC adszorpció, sztrippelés, aktív iszap biológia)
- Nagy energiafogyasztás (ózon generálás, UV generálás, nyomás és melegítés klór oxidációhoz)
- Pontos adagolásra van szükség
- Szerves halogenidek képződése lehetséges, ha halogén vegyületeket alkalmaznak oxidációs anyagként.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Az ózonnal és/vagy hidrogén peroxiddal történő oxidáció általában nem okoz légszennyezést és nem eredményez hulladékot. A klór vagy hipoklorit túladagolását gondosan el kell kerülni, mert klóros szerves vegyületek keletkezhetnek, melyek gyengén bomlanak és/vagy toxikusak. A klórral kezelt szennyvizet mentesíteni kell a fölös klórtól és hipoklorittól, mielőtt azt a kommunális szennyvíz rendszerbe vezetik.

Monitoring:

Az oxidációs eljárás során a működési paraméterek figyelése döntő fontosságú, pl.:

- pH
- redoxpotenciál
- ózonkoncentráció
- oxigén koncentráció (biztonsági okokból)
- fölös oxidálószer tartalom a kilépő áramban
- AOX tartalom a kilépő áramban, ha klór alapú szereket használnak.

Kémiai redukció

Leírás:

A kémiai redukció szennyezőanyagok kémiai redukálószerrel történő átalakítása kevésbé veszélyes vegyületekké. Általános kémiai redukáló szerek pl.:

- kén-dioxid,
- nátrium-hidrogén-szulfid/metabiszulfid,
- vas-szulfid,
- nátrium-szulfid és nátrium-hidrogén szulfid,
- karbamind vagy amidoszulfonsav (alacsony pH-val).

A folyamat megfelelő pH és koncentrációk mellett megy végbe, és olyan termékeket eredményez, melyek a következő technológiai szakaszokban már könnyen kezelhetők, például kémiai kicsapatással.

Alkalmazás:

Kémiai redukciót alkalmaznak a szennyvíz olyan szennyezőanyagainál, melyek nehezen távolíthatók el, jellemzőik túl veszélyesek ahhoz, hogy kommunális szennyvíz rendszerbe kerüljenek.

Előnyök:

Hátrányok:

- Nagy szennyezőanyag koncentrációjú szennyvíz is kezelhető.
- A folyamat gázképződéssel járhat, szulfid esetén hidrogén-szulfid keletkezése lehetséges.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A keletkező gázok felfoghatók és kezelhetők.

Monitoring:

A reakció független vezérlő, illetve szabályozó rendszerrel kézben tartható.

- Sav adagolása esetén pH mérés,
- redukálószer hozzáadása esetén ORP ellenőrzés szükséges.

A kilépő szennyvízáram fölös redukálószer-tartalmát is ellenőrizni kell.

Nanofiltráció (NF) és fordított ozmózis (RO)

Leírás:

Membrános eljárás, melynél nyomáskülönbség hatására a folyadék áthatol a membránon, a szennyezőanyagok pedig koncentrátumként (permeátum) visszamaradnak.
Az NF és RO membránok az ionokig valamennyi szennyező komponens visszatartására alkalmasak, feltéve, hogy a kezelendő víz szilárd szennyezést nem tartalmaz.
A permeátumot és a tisztított vizet (filtrátumot) is folyamatosan elvezetik.
A membránok még a legjobb vízelőkezelés mellett is szennyeződnek, ami teljesítménycsökkenést okoz, ezért tisztításuk is szükséges. A membránrendszereket ezért több modulból alakítják ki, hogy a párhuzamosan működő modulok egyike mechanikus és vegyi módszerrel tisztítható legyen, míg a többi modul üzemel.
Az NF és RO membránok tipikus jellemzői láthatók a táblázatban.

Paraméter

Nanofiltráció

Reverz ozmózis

Pórus átmérő (μm)

0,01-0,001

<0,001

Üzemi nyomás (Mpa)

0.5-3

2-100

Levágási méret (nm)

>1

200-1000 g/mol

<1000

Permeátum áramlás ($\text{lm}^{-2}\text{h}^{-1}$)

<100

1035

Membrán típus

Polimer aszimmetrikus vagy összetett

Polimer aszimmetrikus vagy összetett

Membrán konfiguráció

Spirál tekercselés

Cső

Spirál tekercselés

Cső

Alkalmazás:

Az NF nagyobb szerves molekulák és többértékű ionok eltávolítására, illetve csökkentésére használják. Ezáltal lehetővé válik az ionmentesített szennyvíz újrafelhasználása, másrészt a koncentrátum kezelési feltételei javulnak.

Az RO eljárást akkor alkalmazzák, ha speciális célokra (pl. nagynyomású kazánok tápvizének előállítására) gyakorlatilag ionmentes vízre van szükség.

Az NF-et és RO-t gyakran használják permeátum-utókezelési technikáival kombinálva, hasznosítható szerves komponensek és nehézfémek betöményítésére azok újrahasznosítása céljából, pl. ioncserével vagy GAC adszorpcióval.

Alkalmazási korlátok és követelmények

Korlátok / követelmények

NF

Részecskeméret

Korlátozott kapacitás a 200-nál kisebb molekulasúlyú szuszpendált részecskék visszatartására

RO

Koncentráció

Korlátozott működés nagyobb bemenő szennyezőanyag koncentrációk esetén a nagyobb ozmózisnyomás miatt, ami egyben a rentabilitást is rontja.

Só oldhatóság

Korlátozottan oldódó sótartalom esetén a kiváló só lerakódást és szennyeződést okoz.

Polimerizációs monomerek

A polimerizációra hajlamos szennyezőanyagok szennyeződést okoznak.

Mindkettő

Membrán anyag

Az alacsony hő és kémiai ellenállás szűk pH- és hőmérséklet tartományra (18-30°C) korlátozza az alkalmazásukat.

Előnyök:

Hátrányok:

- Nagy szeparálási hatékonyság.
- Moduláris rendszerek, azaz rugalmas használat.
- Permeátum és koncentrátum újra-felhasználása lehetséges.
- Alacsony üzemi hőmérsékletek.
- Teljesen automatikus működés lehetősége.
- Dugulási, eltömődési és szennyeződési folyamatok lehetségesek.
- Tömörödés lágyítószer jelenlétében
- Nagy nyomásra van szükség.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A membrános kezeléssel a bevezetett víz szennyezőanyag koncentrációja a permeátumban tízszeresére növekedik, vagyis a víz 90%-a filtrátumként hasznosítható.
 A tízsázaléknyi koncentrációt hasznosíthatósága további vizsgálatot igényel.
 Hasznosítható szerves anyagok koncentráció növelése javíthatja az ártalmatlanításhoz szükséges oxidációs eljárások hatékonyságát.
 Szervetlen anyagoknál a betöményedés a visszanyerési eljárás lehetőségét javítja. Mindkét esetben a membrános eljárásból származó permeátum vizet potenciálisan újra fel lehet használni, vagy vissza lehet keringetni az ipari technológiába, ezáltal csökken a vízfelhasználás és kibocsátás.

Monitoring:

A membrán két oldala közötti nyomáskülönbséget és a térfogatáramot folyamatosan ellenőrizni kell.

Adszorpció

Leírás:

Az adszorpció vízben oldott anyagok szilárd szűrőtölteten (adszorbensen) történő megkötődése. Az adszorbensek nagy fajlagos felülettel rendelkező porózus anyagok, melyek kapacitását a fajlagos felületük nagysága befolyásolja. Az adszorbensek nemcsak a külső felületükön, hanem szerkezetükből adódóan a belső pórusaik felületén is képesek az oldott anyagokat megkötni, szilárd, különösen gél jellegű szennyezésekre, amik a pórusok eltömődését okozhatják, viszont érzékenyek.

Az adszorbensek általában –legtöbb esetben vízgőzzel– regenerálhatók, ezáltal a megkötött szennyezőanyag szükség esetén visszanyerhető.

A véglegesen kimerült adszorbens veszélyes hulladéknak minősül.

Potenciális adszorbensek:

Adszorbens

**Forma
Fajlagos felület (m²/g)**

Aktív szén

granulátum
500-1000

por
600-1500

Barnaszénkocsz

granulátum, por
200-250

Γ-alumínium-oxid

granulátum, por
300-350

Adszorber műgyanták

granulátum
400-150

Mivel az adszorbens aktív felülete dugulásra és elzáródásra érzékeny, a szennyvíznek szilárd szennyeződéstől mentesnek kell lennie. Ez gyakran indokol előzetes filtrációt.

Alkalmazás:

A vegyiparban leggyakrabban használt adszorbens az aktív szén. Granulátumként (GAC) használják szűrőtöltet formájában, vagy porként (PAC) közvetlenül a kezelendő folyadékba keverve. A táblázatban felsorolt adszorbenseken kívül egyes zeolitok is használhatók.

- **GAC adszorpciót** alkalmaznak a szerves szennyezőanyagok eltávolítására, főként a tűzveszélyes, mérgező, színező és/vagy bűzkeltő anyagok megkötésére, illetve szerves szennyező komponensek, pl. nitrogén vegyületek, szulfidok és nehézfémek eltávolítására. A GAC adszorber védelme érdekében az adszorber előtt, a szuszpendált szilárd anyagok eltávolítására granulált töltetű, pl. homokszűrőket használnak.
- **PAC adszorpciót** ugyanazoknál a szennyezőanyagoknál alkalmaznak, mint a GAC esetében, de itt az adszorbenst a kezelendő szennyvízbe adagolják zagy formájában. Eltávolítása a szennyvíziszap komponenseként a szokásos szeparálási eljárásokkal, pl. ülepitéssel és filtrációval történik. A PAC adagolása általában a szerves koagulánsokkal együtt, vagy a technológia azonos szakaszában történik. Általában ott részesítik előnyben, ahol szerves szennyezés-csúcsok esetén a biológiai rendszer túlterhelődik. Különösen fontos a szerepe olyan esetekben, amikor toxikus, vagy közveszélyes anyagok kerülnek a szennyvízbe. Alkalmazása ilyenkor vészhelyzetek megelőzését segíti.
A PAC általában nem regenerálható, hiszen a szennyvíziszap részét képezi.

Előnyök:

Hátrányok:

- Nagy eltávolítási hatékonyság aktívszén esetén.
- Lehetővé teszi tűzveszélyes és/vagy toxikus szerves vegyületek (GAC, PAC, barnaszénkocsz, műgyanták) eltávolítását.
- Használata általában plusz helyet nem igényel.
- A GAC adszorpció automatizálható.
- Vegyületek visszanyerése lehetséges (általában zeolitokkal).
- A szerves vegyületek keverékei rontják az adszorpció teljesítményt.
- A makromolekuláris, vagy gél jellegű szennyezőanyagok az adszorber aktív felületeit eltömítik, és az adszorber végleges kimerülését okozhatják.
- A PAC erodálhatja a tisztítóberendezéseket.
- A kimerült adszorbenst regenerálni kell, ami energiafelhasználást igényel, az elhasznált adszorbens pedig hulladékot képez, ami általában étgetéssel ártalmatlanítható.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Amikor az adszorbens adszorpciós kapacitása kimerült, regenerálni, vagy cserélni kell. A GAC, lignit és aktív alumínium oxid (szerves terhelés esetén) 750-1000°C hőmérsékleteken regenerálható. A szerves terheléssel szennyezett műgyanták, zeolitok és aktív alumínium-oxid tisztítása vegyi anyagokkal, vagy szerves oldószerekkel, vagy szerves oldatokkal történik.

Az adszorberek regenerálása során kibocsátott hulladékgázokat kezelni kell.

Ha a GAC PCB-kkel, dioxinokkal, nehézfémekkel vagy diklór-bróm-propánnal (DCBP) szennyezett, akkor ártalmatlanítása csak termikus oxidációval (égetéssel) lehetséges.

Monitoring:

Az adszorber működését a belépő és kilépő szennyező komponensek mérésével lehet ellenőrizni. Az ellenőrzés általában TOC méréssel vagy szerves szennyezőanyagok esetén például vezetőképesség méréssel lehetséges.

Ioncsere

Leírás:

Ioncserével távolíthatók el a szennyvízben oldott sókomponensek, savak vagy lúgok és egyéb szerves vagy szerves ionizálható vegyületek.

Az ioncserélők ionogén csoportokkal rendelkező térhálós makromolekulák (oldhatatlan polielektrolitok), amelyek fázisok közötti ioncserét tesznek lehetővé.

Az ioncserélő műgyanták lehetnek kation- és anioncserélők.

A vízkezelési folyamat lényege, hogy a kationcserélő tölteten átvezetett víz ionizált oldott anyag tartalmának kation ionjai kicserélődnek a gyantához kötött hidrogénionokkal, és ezáltal egyenértékű savak keletkeznek. Az anioncserélő tölteten tovább vezetve a vizet a savak anion ionjai (OH⁻) és egyenértékű víz keletkezik. Az anioncserélő távozó víz tehát sómentes.

Kimerülés után a sorbakapcsolt és külön-külön tartályokban elhelyezett ioncserélő tölteteket regenerálni kell. A kationcserélő regenerálásához valamilyen savat, döntően sósavat használnak, az anioncserélőt pedig nátrólúggal regenerálják. A regenerálás során egyenértékű sómennyiség távozik az oszlopokról, ami szennyvizet képez.

A regenerálás kívánt mértékű lejátszódásához a sztöchiometrikusan szükséges sav és lúgmennyiség többszörösére van szükség, ami többlet-sókibocsátást okoz.

A vegyszerfelhasználás csökkenthető a töltetek ellenáramban történő regenerálásával.

Közel teljesen ionmentes víz előállítása a sóalanító után kapcsolt ún. kevertágyas ioncserélő berendezéssel biztosítható.

Alkalmazás:

Ioncserét alkalmaznak a nem kívánt ionos és ionizálható oldott anyagok eltávolítására a szennyvízből, pl.:

- nehézfém–ionok kationos vagy anionos összetevői,
- ionizálható szerves vegyületek,
- oldódó ionos vagy ionizálható szerves vegyületek, pl. karbonsavak, szulfonsavak, néhány fenol, aminok mint pl. hidrogénsó, negyedrendű aminok, alkilszulfátok és szerves higany távolíthatók el.

Az ioncsere csővégi kezelésnek minősül, de lehetőséget biztosít a hasznosítható komponensek visszanyerésére is. Általában integrált műveletként alkalmazzák szennyvízkezelésben, pl. öblítővíz és technológiai vegyi anyagok visszanyerésére. A jellemző belépési koncentrációk 10 és 1000 mg/l között vannak. Az ioncsere előtt a víz szuszpendált szilárd anyag tartalmát el kell távolítani.

Előnyök:

Hátrányok:

- Lényegében az összes ion és ionizálható anyag eltávolítható a vizes fázisból.
- Viszonylag érzéketlen az áramlásváltozásokra.
- Az eljárás hatékony.
- Értékes komponensek visszanyerését teszi lehetővé.
- Vízvisszanyerés lehetséges.
- Az ioncserélő műgyanták nagy választéka áll rendelkezésre.
- Előfiltrációra van szükség.
- A műgyanta felületén szerves szennyeződés válhat ki, ami csökkenti a kapacitást.
- A műgyanta szemcsék kopása regenerálási műveletek miatt.
- A regenerálásból származó sóoldatot és iszapot kezelni kell.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Az ioncserélő műgyanták regenerálása során részben a műgyantákon megkötött ionokkal egyenértékű, részben pedig a vegyszerfelesleg mértékével arányos mennyiségű koncentrált sóoldat, ún. regenerátum keletkezik. A regenerátumot kezelni kell, részben semlegesítéssel a pH-érték beállítására, részben pedig a nehézfémek kicsapata érdekében. A regenerálást követő öblítő mosásokból származó víz általában a működtetés egyéb fázisainál hasznosítható.

Monitoring:

Az ioncserélő készülék belépő és kilépő áramát rendszeresen ellenőrizni kell a kimerülés időpontjának megállapítása érdekében. Az üzemeltetésnél mért paraméterek a következők:

- nyomásesés,
- elektromos vezetőképesség,
- pH,
- a kilépő ionok koncentrációja.

Desztillálás/rektifikálás

Leírás:

<p>A desztillálás vagy rektifikálás a szennyvíz víznél kisebb forrpontú oldott szennyező-komponenseinek elpárologtatása, majd a gőzfázisú komponensek kondenzálása. Hőre érzékeny komponensek szeparálása vákuumdesztilláció alkalmazásával végezhető.</p>
<p>Alkalmazás:</p> <p>Gyakran alkalmazzák folyamatba integrált lépésként különböző forrpontú folyadékok keverékének szétválasztására, vagy az értékes komponensek visszanyerésére. Szennyvízkezelés során például az alábbi célokra alkalmazzák:</p> <ul style="list-style-type: none">• oldószer-visszanyerésre szennyvíz-extrahálás után• oldószer-visszanyerése, pl. alkoholok szeparálása metil-cellulóz gyártásból,• olajemulziók kezelése,• előkezelés a fő szennyező-komponens eltávolítására,• szerves anyagok visszanyerése mosó folyadékokból.
<p>Előnyök: Hátrányok:</p> <ul style="list-style-type: none">• Anyagvisszanyerés lehetséges.• Lehetővé teszi a tűzveszélyes és/vagy toxikus szerves vegyületek eltávolítását.• Az eltávolított éghető komponensek általában égetéssel ártalmatlaníthatók.• Nagy energiafogyasztás.
<p>Monitoring:</p> <p>A desztilláló/rektifikáló berendezésekbe belépő és kilépő anyagáramok mennyiségét és összetételét folyamatosan ellenőrizni kell. Fokozott gondot kell fordítani a szükséges karbantartásokra a diffúz szennyezések megelőzése érdekében.</p>

<p>Bepárlás</p>
<p>Leírás:</p> <p>A szennyvíz bepárlása olyan lepárlási eljárás, ahol a víz az illékony anyag, és a koncentrátum marad vissza. Ennek a műveletnek az a célja, hogy csökkenjen a szennyvíz mennyisége vagy az egyéb komponensek tömény formában maradjanak vissza. A gőz kondenzálása után keletkező kondenzvíz –szükség esetén egyéb kezelés után– újrafelhasználható.</p> <p>Vákuum bepárlás alkalmazása olyan anyagok újrafelhasználását teszi lehetővé, melyek nagyobb hőmérsékleten lebomlanának.</p>
<p>Alkalmazás:</p> <p>A bepárlást akkor alkalmazzák, ha koncentrált szennyvízáramokra van szükség, pl.:</p> <ul style="list-style-type: none">• anyaoldatok és hulladékgáz-mosásból származó oldatok koncentrációja az értékes komponensek kinyerése érdekében,• oldatokból szilárd anyagok kinyerése és kristályosítása céljából,• előkezelésként, szennyvízégetés előtt az éghető szennyező-komponensek koncentrációja. <p>A bepárlók működtetése során törekedni kell a kilépő gőzök és koncentrátum hőtartalmának hasznosítására.</p>
<p>Előnyök:</p>

Hátrányok:

- Anyag visszanyerés lehetséges.
- Lehetővé teszi a tűzveszélyes és/vagy mérgező szerves vegyületek eltávolítását a szennyvízből.
- Csökkenti a szennyvíz mennyiségét.
- Csökkenti a veszélyes hulladék mennyiségét.
- A betöményedett maradékot, ha az veszélyes hulladék, kezelni kell.
- Amennyiben a kondenzátum illékony szennyezőanyagokat tartalmaz, további kezelés szükséges.
- Nagy energiafogyasztás.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A bepárlás rendszerint „szennyvízmentes” folyamat, amennyiben a kondenzátum hasznosítható. A betöményített fázis vagy hasznosítható, vagy, ha hulladéknak minősül, akkor ártalmatlanítása szükséges.

Monitoring:

A bepárolt oldat összetételétől függően a keletkező kondenzátum kémiai jellemzőinek (pl. TOC, pH, vezetőképesség stb.) ellenőrzése szükséges. A koncentráció szilárdanyag kiválásai a készülék hőátadási viszonyait ronthatják, amit szintén ellenőrizni indokolt.

Sztrippelés

Leírás:

A szennyvíz sztrippelése során a szennyvizet intenzív gázárammal fúvatják át az illékony szennyező komponensek eltávolítása érdekében. A sztrippelő gázból a szennyezőanyagok – amennyiben hasznosíthatók – visszanyerhetők. Hasznosítási lehetőség hiányában hulladékgázt képeznek.

A víz illékony szerves anyag tartalmának jelentős csökkenését az átfúvott gáz miatt kialakuló nagy párolgási felület teszi lehetővé. Az egyidejű vízpárolgás ugyanakkor csökkenti a víz hőmérsékletét, és egyben a szennyező-komponensek illékonyosságát is. Ez a negatív hatás azonban elhanyagolható.

A sztrippelés történhet vízgőzzel is, amit általában szénhidrogén komponensek eltávolítására alkalmaznak. (A módszer más céllal ugyan, de a kőolajiparban is használt vízgőzdesztilláció néven.)

Alkalmazás:

A sztrippelést illékony szennyezőanyagok vízből történő eltávolítására alkalmazzák, pl.:

- klórozott szénhidrogének, például triklór-etilén, hexaklór-etán, triklór-metán, diklór-etán, triklór-etán,
- ammónia és hidrogén-szulfid,
- szerves oldószerek, benzin, dízel üzemanyag, aromás vegyületek, fenol, merkaptánok.

A levegős vagy gőz sztrippelés közötti választás az alábbiaktól függ:

- a szennyezőanyagok sérülékenysége,
- a szennyező-komponensek hasznosításának igénye és
- biztonsági követelmények (tűzveszélyes illékony szerves vegyületek esetén).

<p>Előnyök: Hátrányok:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hatékony szétválasztás. • Anyag-visszanyerési lehetőség. • Bizonyos feltételek között (vas >5 mg/l, vízkeménység >800 mg/l) lerakódásgátló szerek injektálása szükséges. • A sztrippelő gázt kezelni kell.
<p>Környezeti elemek közti kölcsönhatások:</p> <p>A sztrippelést nem alkalmazzák különálló eljárásként. A sztrippelés után gázkezelés válhat szükségessé. Az eltávolított illékony komponensek leválasztás után vagy hasznosíthatók, vagy kezelésük szükséges. A sztrippelő gáz kezelése néha komplikáltabb, mint maga a sztrippelő művelet. A hatékony kezelés elérése érdekében mind a sztrippelési fázist, mind a sztrippelő gáz kezelést gondosan összhangba kell hozni.</p>
<p>Monitoring:</p> <p>Az ellenőrizendő paraméterek:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH, különösen akkor, ha ammóniáról vagy hidrogén-szulfidról van szó, • adagolás, • nyomás, • hőmérséklet, • folyadékszint-ellenőrzés, • oszlop reflux.

4.2.3 BIOLÓGIAI KEZELÉS

<p>Anaerob kezelés</p>
<p>Leírás:</p> <p>Az anaerob szennyvízkezelés a szennyvíz szerves tartalmát oxigén jelenléte nélkül alakítja át mikroorganizmusok segítségével számos olyan terméké, mint metán, szén-dioxid, szulfid stb. A keletkező biogáz kb. 70% metánt, 30% szén-dioxidot és egyéb gázokat tartalmaz, mint a hidrogén és hidrogén-szulfid. Az eljárás zárt keverős tartályreaktorban megy végbe, a mikroorganizmusok pedig biomasszaként (iszap) maradnak vissza a tartályban.</p>
<p>Alkalmazás:</p> <p>Az anaerob szennyvízkezelést lényegében csak szennyvíz előkezelésként alkalmazzák, nagy szerves anyag terhelésű (>2 g/l) szennyvizek esetén. Többnyire állandó és nagy BOI terhelésű szennyvizeknél alkalmazzák, pl. PVC-gyártásnál. Az anaerob szennyvíztisztítás során keletkező éghető gázkomponensek energetikailag hasznosíthatók.</p>
<p>Előnyök: Hátrányok:</p>

- Kis energiafogyasztás.
- Energetikailag hasznosítható gáz keletkezése.
- Fajlagosan kevés iszap keletkezik (az aerob eljáráshoz viszonyítva 10 %).
- Zárt rendszer, ezért aeroszol, vagy illékony komponensek környezetbe jutása kizárható.
- Érzékeny a mérgező anyagokra, melyek egyben növelik az iszapkibocsátást.
- Mérgező, gyúlékony és bűzös gázok keletkezhetnek.
- A folyamat beindulása hosszabb időt vesz igénybe.
- A KOI eltávolítás mértéke kisebb 85%-nál, ezért a víz további kezelést igényel.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Az anerob eljárásokat általában biológiailag nagy terhelésű szennyvizeknél alkalmazzák az aerob biológiai kezelés előtt.

Az eljárás környezetkímélő, mivel fajlagosan kevés iszapot eredményez, a felszabaduló gázok pedig energetikailag jól hasznosíthatók.

Monitoring:

A belépő és kilépő vízáram szervesanyag-tartalmának és a keletkező gázok összetételének vizsgálata szükséges.

Aerob kezelés

Leírás:

Az aerob kezelés az oldott szerves anyagok biológiai oxidációja oxigén jelenlétében a mikroorganizmusok anyagcseréjének felhasználásával. Oldott oxigén jelenlétében a baktériumok anyagcseréje során a szerves vegyületek szén-dioxiddá, vízzé vagy egyéb metabolitá és biomasszává alakulnak. Az oxigénnek a vízbe juttatása történhet oxigéngáz injektálásával, vagy levegő-bekeveréssel. Utóbbi hatékony módja a mélylevegőztetés. A szennyvíz mérgezőanyag-tartalma korlátozhatja a biológiai folyamatot. Néhány toxikus anyagot az alábbi táblázat tartalmaz.

Anyag	Gátló koncentráció (mg/l)
Kadmium (Cd ²⁺)	2-5
Bikromát (CrO ₄ ²⁻)	3-10
Réz (Cu ²⁺)	1-5
Nikkel (Ni ²⁺)	2-10
Cink (Zn ²⁺)	5-20
Klór (Cl ₂)	

	0,2-1
Cianid (CN ⁻)	
	0,3-2
Ásványi olajok	
	>25
Fenolok	
	200-1000
Hidrogén szulfid/szulfid	
	5-30
Alkalmazás:	
Az aerob szennyvíz kezelés általában a végleges biológiai kezelést jelenti. Előnye, hogy nem csak a mérgező szennyvíz-komponensek eliminálását teszi lehetővé, hanem a KOI csökkentését is hatékonyan biztosítja.	
Előnyök:	
Hátrányok:	
<ul style="list-style-type: none"> • Szerves szennyezőanyagok költség-takarékos kezelése. • A többi kezelési eljárásnál kisebb környezeti hatás. • Nagy mennyiségű szennyvíz kezelhető. • A nem biológiai eljárásoknál jobb az energiahatékonysága. • A lebontott vegyületek gyakorlatilag ártalmatlanok. • Az oxigén alkalmazása költséges. • Jelentős mennyiségű szennyvíziszap keletkezik. • A levegőztetés illékony vegyületek diffúz kibocsátását okozhatja, ami gyakran bűz és aeroszol formájában jelentkezik. • A levegő bevezetés habképződést okozhat, ami speciális anyagok eseti adagolásával megakadályozható. • A biológiai folyamatot a már említett szennyező-komponensek gátolhatják. • Membrános bioreaktoroknál a membránok szennyeződése problémát okozhat. 	
Környezeti elemek közti kölcsönhatások:	
Az aerob biológiai kezelés környezeti hatásai:	
<ul style="list-style-type: none"> • oxigén felhasználás, aktív iszap keletkezik, ami általában hulladékot képez. 	
Monitoring:	
Vizsgálni kell a bevezetett szennyvíz és a kilépő kezelt szennyvíz szennyezőanyag-komponenseit, továbbá az aktív iszap jellemzőit.	

Biológiai nitrogén eltávolítás

Leírás: <p>A nitrogént, vagy még pontosabban ammóniumot speciális biológiai kezeléssel távolítják el, mely két lépésből áll:</p> <ul style="list-style-type: none">• az aerob nitrifikálás, ahol speciális mikroorganizmusok az ammóniumot (NH_4^+) közbelső nitritté (NO_2^-) oxidálják, amit tovább alakítanak nitráttá (NO_3^-)• az anoxikus denitrifikálás, ahol a mikroorganizmusok a nitrátot nitrogéngázzá alakítják. <p>Mint minden biológiai eljárás, a nitrifikálás/denitrifikálás sérülékeny a mérgező vagy gátló anyagokkal szemben.</p> <p>A nitrifikálás/denitrifikálás a központi biológiai szennyvízkezelő eljárásba integrálható művelet.</p> <p>A denitrifikálás létfontosságú tényezője az oxigénezett nitrogén (nitrát/nitrit) és BOI aránya (mint redukáló szer). Két fő elrendezési lehetőség van:</p> <ul style="list-style-type: none">• nitrifikálási szakasz a levegőztetett szakasz részeként; ha szükséges, az N/BOI arányt a biológiailag könnyen bomló TOC, például metanol hozzáadása segíti elő a soron következő denitrifikálási szakaszban;• denitrifikálás első szakaszként, a BOI dús kezeletlen szennyvíznél, amit a levegőztetési (nitrifikálási) szakasz követ. A nitráttartalmú szennyvíz nagy része újrafelhasználható a denitrifikálási zónában.
Alkalmazás: <p>Nitrifikálást/denitrifikálást alkalmaznak azoknál a szennyvízáramoknál, melyek jelentős mennyiségben tartalmaznak nitrogén vegyületeket, különösen aminokat és ammónium vegyületeket.</p>
Előnyök: Hátrányok: <ul style="list-style-type: none">• Nitrogén-vegyületek hatékony eltávolítása.• A technológia integrálható a meglévő biológiai kezelésbe, pl. a kommunális szennyvízkezelő műbe.• A meglévő berendezések könnyen összeilleszthetők.• A művelet érzékeny a változó feltételekre, pH-ra, hőmérsékletre, toxikus anyagokra.• Diffúz gázkibocsátás jelentkezik.
Környezeti elemek közti kölcsönhatások: <p>Az ammónium eltávolítás ellenőrzése fontos lépés a befogadó vízminőségének szempontjából, mivel az ammónium, a pH-tól függően, halmérgezést okoz.</p> <p>Ha a nitrifikálási/denitrifikálási szakasz a központi szennyvízkezelő telep részét képezi, hozzájárul a bűz és illékony anyagok kibocsátásához, ami azt jelenti, hogy a berendezést vagy le kell fedni, vagy mérsékelni kell a keletkező gázok környezetbe kerülését.</p>
Monitoring: <p>A bevezetett és tisztított szennyvíz nitrogéntartalmának ellenőrzése szükséges.</p>

Főbb vízszennyező komponensek és azok legjellemzőbb kezelési technikái:

	TSS	BOI KOI TOC	Éghető KOI	AOX EOX	N összes	NH ₄ (NH ₃ - ban)	PO ₄ (P-ben)	Nehéz- fémek	Fenolok	Olaj
Ülepítés	X	X						X		
Levegős flotáció	X	X						X		X
Filtráció	X	X						X		
MF/UF	X	X								
Olajszeperálás		X								X
Kicsapatás							X	X		
Kristályosítás							X	X		
Kémiai oxidáció		X	X	X						
Nedves levegő oxidáció		X	X	X					X	
SCWO		X	X	X					X	
Kémiai redukció										
Kémiai hidrolízis										
NF/RO		X	X	X				X		
Adszorpció		X	X	X				X		
Ioncsere		X						X		
Extrahálás		X	X	X						
Desztillálás/re ktifikálás		X	X	X						
Bepárlás		X						X		
Sztrippelés		X		X		X				
Égetés		X	X	X		X		X	X	X
Anaerob biológiai		X		X	X			X		
Aerob biológiai		X		X			X		X	
Nitrifikálás/ denitrifikálás					X	X				

4.3 Hulladék

A legtöbb szennyvíztisztító eljárás során iszap keletkezik. Az iszap mennyisége a szennyvíz összetételétől és a kezelési technikától függ.

Az iszap általában zagy konzisztenciájú, és 0,25 és 12 súlyszázalék közötti a szilárdanyag-tartalma. Az iszap többnyire bomlási (mineralizálási) termékekből, elhalt baktériumokból és kicsapatott szennyezőanyagokból áll.

A keletkező iszap az ártalmatlanítás (lerakás vagy égetés) előtt közbenső kezelést igényel, mert

- káros illékony szennyezőanyag tartalma diffúz légszennyezést okoz,
- vízre káros szennyezőanyag tartalma miatt a befogadóba közvetlenül nem vezethető,
- nagy víztartalma miatt hatékonyan nem égethető.

Iszapkezelési műveletek:

- stabilizálás és kondicionálás,
- sűrítés és víztelenítés,
- szárítás,
- termikus iszapcsökkentés,
- lerakás.

Stabilizálás és kondicionálás
Leírás: <p>A stabilizálás, illetve kondicionálás történhet termikus módon, besugárzással (pl. ultrahang), kémiai eljárásokkal, továbbá aerob vagy anaerob műveletekkel.</p> <p>A szennyvíziszap stabilizálása egy olyan kezelési eljárás, mely:</p> <ul style="list-style-type: none">• csökkenti vagy kiküszöböli a bűz komponensek mennyiségét,• csökkenti a biológiailag lebomló iszap mennyiségét,• javítja a víztelenítést,• csökkenti a kórokozókat,• csökkenti, vagy kiküszöböli az anaerob folyamatokat.
Alkalmazás: <p>Stabilizálást és kondicionálást alkalmaznak szervesanyag-tartalmú iszapnál, sűrítés és/vagy víztelenítés előtt.</p>
Előnyök: Hátrányok: <p><u>Kémiai stabilizálás és kondicionálás:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Szabványos technika.• Hatékony módszer a filtráció (kondicionálás) javítására és a bűzanyagok, illetve kórokozók mérséklésére (stabilizálás). <p><u>Kémiai stabilizálás és kondicionálás:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Az alkalmazott stabilizálószerektől függő mértékű szilárd fázis növekedés <p><u>Termikus stabilizálás és kondicionálás:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Helyigénye kisebb.• Hatékony kezelés vegyszerek használata nélkül.• Javítja az iszap vízteleníthetőségét és sterilizáló hatása van.• Alkalmazása leginkább biológiai iszapok esetén célszerű. <p><u>Termikus stabilizálás és kondicionálás:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Beruházási költségigénye jelentős.• Energiaigénye a legnagyobb a többi eljáráshoz viszonyítva.• Jelentős bűz kibocsátást okoz. <p><u>Aerob oxidáció:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Illékony szervesanyag-kibocsátása nem jelentős.• Alkalmazása szagtalan, humuszszerű, biológiailag stabil terméket eredményez.• Viszonylag egyszerű művelet.• Beruházási költsége nem jelentős.

Aerob oxidáció:

- Energiaigénye jelentős a szükséges keverés és levegőellátás miatt.
- Az iszap vízteleníthetőségét alig javítja.
- A hőmérséklet-ingadozásokra érzékeny.

Anaerob rothasztás:

- A keletkező biogáz energiaforrásként hasznosítható.
- Hatékony folyamat vegyszerek alkalmazása nélkül.
- A hosszú tartózkodási idő az iszap hatékony mineralizálását eredményezi.

Anaerob rothasztás:

- Helyigénye jelentős.

Izapsűrítés és víztelenítés

Leírás:

Az izapsűrítés és víztelenítés csökkenti az iszap víztartalmát. A csökkentés mértéke többszörös (a víztartalom csökkenéstől függő mértékű), ami megkönnyíti a további kezelési műveleteket és csökkenti a szükséges kezelő-berendezések méretét és kapacitását.

Alkalmazott technikák:

- gravitációs sűrítés vagy ülepítés, ülepítő tartályban,
- centrifugális sűrítés (egyben víztelenítés), mely a szilárdanyag tartalom jelentős besűrítését eredményezi. Az eljáráshoz többféle centrifugatípus használható. Általában folyamatos üzemű centrifugákat alkalmaznak, például vízszintes tengelyű csigás centrifuga,
- DAF sűrítés (flotálás),
- szalagos szűrőprés,
- szűrőprés,
- forgó dobos sűrítés polimer adagolással.

Alkalmazás:

A szennyvíziszapok víztartalmának csökkentése.

Előnyök:

Hátrányok:

Gravitációs sűrítés:

- Megfelelő eredmények kisebb berendezéseknél és nagyobb iszapkoncentrációnál (kb. 4 és 6%) érhetőek el.
- Kis energiafogyasztás.

Gravitációs sűrítés:

- Nagy berendezések kevésbé hatékonyak.

Centrifugális sűrítés:

- Nehezen szűrhető szilárd-anyagok gyors leválasztására is alkalmas.

- Helyigénye kevés.
- Telepítése egyszerű.
- Bűzemissziója minimális.

Centrifugális sűrítés:

- Energiafogyasztása jelentős.
- A víztelenítés mértéke korlátozott.
- Működése zaj- és rezgéskeltő.

DAF sűrítés (flotálás):

- Hatékonysága a biológiai folyamatok után megfelelő.

DAF sűrítés (flotálás):

- Fagyveszélyre érzékeny.
- Búzkibocsátással jár.

Szalagos szűrő prések:

- Víztelenítési hatékonysága megfelelő.
- Karbantartása egyszerű.

Szalagos szűrő prések:

- Alkalmazása hidraulikusan korlátozott.
- Egyenletes iszapadagolást igényel.
- A szűrővászon élettartama korlátozott.

Szűrő prések:

- Víztelenítési hatékonysága a legnagyobb.

Szűrő prések:

- Üzemeltetése szakaszos.
- Telepítése speciális tartószerkezetet, a befogadó-helység padozata pedig megfelelő műszaki védelmet igényel.
- A szűrővászon élettartama korlátozott.
- A helység szellőztetéséről és a diffúz bűzkomponensek kezeléséről gondoskodni kell.

Forgódobos sűrítés:

- Hely-, energia- és karbantartási igénye nem számottevő.
- Iszapkondicionálásra és sűrítésre egyidejűleg alkalmas.

Forgódobos sűrítés:

- A két folyamat egyidejű optimális lejátszódása érdekében kezelése fokozott figyelmet igényel.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A sűrítés és víztelenítés után az iszap további kezelésre válhat szükségessé.

Az iszaptól eltávolított vizet (filtrátumot) visszakeringetik a szennyvíztisztító folyamat elejére.

A zaj- és bűzhatások ellen zajszigeteléssel, vagy a berendezés burkolásával lehet védekezni.

Monitoring:

Bármely sűrítési, vagy víztelenítési műveletet meghatározott gyakorisággal, legalább helyszíni szemrevételezéssel ellenőrizni kell. Időközönként kontrollálni kell a filtrátum zavarosságát, szűrőpréssnél pedig a szűrő ellenállását is.
A szűrővásznon meghibásodásának megelőzésére meg kell akadályozni, hogy az iszappal nagyobb méretű szilárd hulladék kerüljön a rendszerbe.

Az **iszapszárítás** a kondicionált és víztelenített iszap hasznosítása érdekében alkalmazott művelet, például, ha mezőgazdasági hasznosítás céljából egyéb szükséges adalékok, vagy beavatkozások mellett az iszapot granulálni akarják termékként történő értékesítés céljából. E tekintetben a szűrőprésszel történő víztelenítés önmagában nem minősül szárításnak.

Termikus iszapcsökkentés

Leírás:

A termikus iszapcsökkentés két lépcsőben történhet:

- hevítéses szárítás, mely a víz párologtatásával csökkenti a víztartalmat,
- a szárított iszap oxidálása, a szerves tartalom mineralizálása érdekében.

Az általában használt szárító berendezések:

- forgódobos szárítók,
- porlasztva szárítók,
- párologtatók,
- párhuzamos lemezes szárítók.

Alkalmazás:

A termikus iszapcsökkentés elvégezhető az iszap keletkezési helyén, vagy arra szakosodott más vállalkozónál is. A technológia működtetése szakképzett személyzetet igényel és beruházási, illetve működtetési költségei is jelentősek.

A keletkező hulladék hasznosítása javítja az energiahatékonyságot.

Más hulladékokkal történő együttégetés esetén hulladékok égetésére vonatkozó követelményeket kell betartani.

Előnyök:

Hátrányok:

Égetés:

- Az iszap szervesanyag-tartalmának hatékony oxidálása.

Égetés:

- Komplex eljárás, ami szakképzett személyzetet igényel.

Együttégetés:

- Az eljárás az iszap hatékony oxidálását eredményezi.

Együttégetés:

- Komplex eljárás, ami szakképzett személyzetet igényel.

Nyomás alatti nedves oxidáció:

- A technológia megfelelő arányú szervesanyag-tartalom esetén a keletkező hő hasznosításával termikusan önellátó lehet. Külső energia-bevitel ilyen esetben csak a

rendszer indításához szükséges.

Nyomás alatti nedves oxidáció:

- A korrózió és erózió miatt a berendezéshez speciális anyagok, pl. titán, szükségesek.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

A termikus iszapcsökkentésnél felmerülő környezetvédelmi problémákat a folyamat során keletkező gáznemű és folyékony kibocsátások jelentik. A termikus iszapcsökkentő eljárások során kibocsátott gázok tisztítása a szennyező-komponensektől függő módszerekkel és mértékben indokolt.

Monitoring:

A berendezések működtetéséhez automatikus vezérlőrendszer, vagy számítógépes folyamatirányító rendszer alkalmazása célszerű, vagy lehet indokolt.

Környezetvédelmi szempontból mérni szükséges legfontosabb paraméterek:

- be- és kilépő anyagáramok mennyisége és komponensei,
- oxidációs tér (tűztér) nyomása, hőmérséklete,
- a hulladék tartózkodási ideje az oxidáló-térben,
- szilárd égetési maradék TOC-tartalma,
- a füstgáz szennyezőanyag-tartalma a tisztítóberendezés előtt és után.

A kondicionált és víztelenített szennyvíziszap, amennyiben veszélyes hulladéknak minősül, veszélyeshulladék-lerakóban is elhelyezhető (illetve véglegesen ártalmatlanítható). Ez vonatkozik a termikusan oxidált, vagyis égetőben kezelt iszap szilárd égetési maradékaira (salak, pernye) is. Vonatkozó jogszabályok: 3/2002. (II.22.) KöM rendelet, illetve 22/2001. (X.10.) KöM rendelet.

A műanyaggyártás során keletkező különböző technológiai eredetű, valamint nem a specifikációnak megfelelő minőségű termékekből adódó hulladékok esetén elsősorban az újrahasznosításra kell törekedni. Amennyiben ez nem biztosítható, akkor a hulladékok további kezelése a 2000. évi XLIII. hulladékgazdálkodási törvény és annak végrehajtási rendeletei szerint kell történnjen.

4.4 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).

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.) Korm. rendelet 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 mindenkor 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, sívítás, sípolás, csikorgás, zúgás, dörrenés, csattanás, puffanás vagy tónusos);

az adott zajforrás részesedése 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 hatásai 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);

jellegetes 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, melyekkel 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. Az anyagok zúzása és őrlése a 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 forgalomélnkülésből adódó probléma áll elő, üzemelésre vonatkozó időkorlátokat kell alkalmazni.

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

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 részesedése 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 rezgéscsökkentés 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 leghangosabb (átlag+ 8-10 dB) gépekre/berendezésekre koncentrálni és ezek zajcsökkentési lehetőségeivel foglalkozni.

Meglevő 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:

Tokozás, részleges tokozás	
<u>Alkalmazás</u> 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.	
<u>Módszer</u> 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 lezárásával (pl. gumifüggöny, kulisszás 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.	
<u>Előnyök</u>	<u>Hátrányok</u>
– A tokozás hatása a zajforráshoz közel is érvényesül, tehát a dolgozót 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).

Zajárnyékoló fal	
<u>Alkalmazás</u> 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.	
<u>Módszer</u> 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.	
<u>Előnyök</u>	<u>Hátrányok</u>
– 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.

Hanggátló szerkezetek	
<u>Alkalmazás</u> Hanggátló szerkezetek a csendes és zajos terek elválasztására alkalmasak. A környezeti zajvédelemben az épületekben elhelyezett zajforrások hatásának csökkentésére alkalmazhatók.	
<u>Módszer</u> A tömeg növelésével, többrétegű szerkezet kialakításával, a rétegek közötti légrés növelésével stb. fokozható a szerkezet hanggátlása.	

Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none">– Kevesebb zaj jut ki a szabadba.– Nem igényel utólagos zajcsökkentést.	<ul style="list-style-type: none">– A kivitelezési hibák, elsősorban a rések és többretegű szerkezetek rétegei közt merev kapcsolatot létesítő ún. hanghidak nagyon lerontják a szerkezetek hanggátlását.

Mechanikai eredetű zajok csökkentésére alkalmazható, pl.:

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

Az áramlási zajok csökkentésének alapelvei:

- nagy áramlási zajú helyett kiszajú 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 csököttés (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 leárnycokolása, kidobó kürtő átalakítása

Munkavédelem szempontjából:

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

A zajkibocsátás jellemzően a műanyaggyártáshoz kapcsolódó alapanyag-, termék- és hulladékszállítási tevékenységből, valamint a technológiai gépek, berendezések működéséből származhat.

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

- 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 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 nagynyomású technológiáknál (pl. kis sűrűségű polietilén, LDPE) a polimerizáció 1500-3000 bar nyomáson történik, ez jelentős zajhatást okozhat. E zajhatást a kapcsolódó csőhálózat megfelelő kialakításával, zajtompító elemek beépítésével, zajszigeteléssel mérsékelni lehet.

Törekedni kell az ilyen létesítmények ipari parkokban, övezetekben, lakott területtől megfelelő távolságban történő telepítéséről.

Jelentős zajkibocsátást okozhatnak a többségében üzemzavar jellegű lefűvátások is, ezek azonban nem folyamatosak és ritkán fordulnak elő.

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

5 Környezetvédelmi vezetési rendszerek

Az IPPC Irányelv végrehajtása érdekében szükséges egységes környezethasználati engedély előírásainak végrehajtását nagymértékben támogatja a környezetvédelmi vezetési rendszerek (KVR) bevezetése és működtetése. Az IPPC létesítmények esetében a környezetvédelmi vezetési rendszer 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 felelőségeket, a gyakorlati megoldásokat, eljárásokat és műveleteket, valamint erőforrásokat a környezeti politika kifejlesztése, bevezetése, karbantartása, áttekintése és monitorozása folyamán. A környezetvédelmi vezetési rendszerek ott működnek a leghatásosabban és legcélszerűbben, ahol az üzemeltetés és átfogó irányítás elválaszthatatlan részét képezik.

Miközben mind a szabványosított rendszerek (EN ISO 14001:1996 és EMAS), 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 („vevőre alkalmazott”) rendszer. A bevezetés és valamely, nemzetközileg is elfogadott szabványosított rendszerhez, mint például az EN ISO 14001:1996 szabványhoz való ragaszkodás hitelesebbé képes tenni az KVR-t, különösen, ha egy megfelelően végrehajtott külső tanúsítás is alátámasztja. Az EMAS további megbízhatóságot nyújt, tekintettel arra, hogy a környezeti nyilatkozat révén a nyilvánosság bevonására is sor kerül, valamint a vonatkozó környezeti jogszabályoknak való megfelelést biztosító mechanizmus miatt. A nem-szabványosított rendszerek elvben ugyanilyen hatékonyak lehetnek, feltéve, hogy megfelelőképpen tervezték meg őket és alkalmas módon történt a bevezetésük.

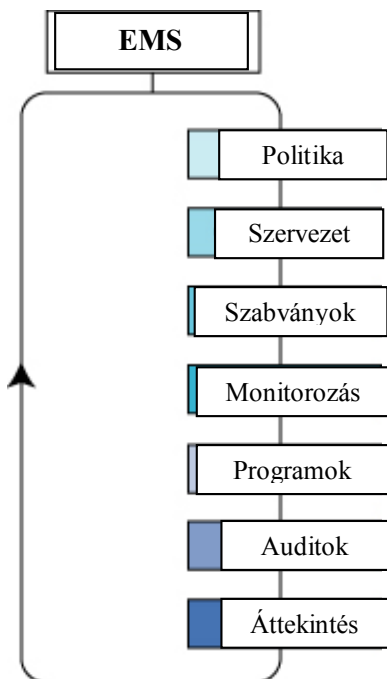
Egy KVR bevezetése és az iránta való elkötelezettség az üzemeltető figyelmét a létesítmény környezeti teljesítményére fókuszálja. Különösen a normális és a normálistól eltérő helyzetekre kialakított egyértelmű üzemeltetési eljárások karbantartása és betartásuk, továbbá a hozzárendelt felelőségek biztosítják, hogy a létesítmény engedélyében szereplő feltételek betartása 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 pont, annál lényegesebb rövidtávú javulást lehet elvárni. Ha a létesítmény jó környezeti teljesítménnyel rendelkezik, akkor a rendszer segít az üzemeltetőnek a magas teljesítményszint megőrzésében, fenntartásában.

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. Az KVR tárgya (pl. a részletes szint) és természete (pl. szabványosított vagy nem-szabványosított) általában véve a létesítmény jellegével, méretével és komplexitásával, valamint a környezetre gyakorolt hatásával függ össze.

Általában véve egy KVR stratégiai tényezők alkotta hurokból áll, ahogy ezt az alábbi ábra mutatja. Ezek a tényezők a következők:



- Környezeti politika, ami egy közzétett nyilatkozatot jelent – a legfelsőbb szintű menedzsment jóváhagyásával és támogatásával – annak kinyilvánítására, hogy a cég vezetését milyen szándékok, cselekvési elvek és célok irányítják a környezet (és az emberi egészség) védelme érdekében.
- Szervezet és felépítés, a cég környezeti politikájának bevezetéséhez.
- A vonatkozó jogszabályok, cégen belüli előírások/szabályzatok és szabványok átfogó nyilvántartása.
- Rendszeres mintavételezési és monitorozási programok a nyilvántartásokban gyűjtött adatokra vonatkozóan.
- Egyedi környezeti program kidolgozása a létesítmény/gyártóhely számára, globális és hosszú távú célok alapján, melyeket az elérhető legmagasabb szinten tűznek ki, a környezeti hatások nyilvántartásából származó adatokkal együtt.
- Környezeti auditálás (a cég teljeskörű környezetvédelmi felülvizsgálata/átvilágítása).
 - Rendszeres áttekintések az KVR hatékonyságának és megfelelőségének meghatározására, ami befolyásolja a környezeti politikát, így bezárul, majd újra kezdődik a ciklus/hurok.

Ez a „hurok” rámutat arra, hogy az KVR nem egy egyetlen alkalommal elvégzendő feladat, hanem a cég környezeti helyzetének optimalizálására szolgáló iteratív körfolyamat, mely a cég, illetve egy ipari létesítmény jellemzőit foglalja össze.

Az KVR kiváló módszer arra, hogy valamely ipari létesítmény integrált környezeti teljesítményét javítani lehessen. A módszer a cég vezetése számára lehetőséget nyújt:

- Betekintést nyerni a termelő folyamatok szennyezést okozó mechanizmusába.
- Kiegyensúlyozott, megalapozott döntéseket hozni a környezettel kapcsolatos teendők tekintetében.
- Elkerülni az ideiglenes megoldásokat és a meg nem térülő befektetéseket.
- Az új környezeti fejlesztésekkel összhangban és megelőző jelleggel cselekedni.

Az KVR követi az alábbi ciklikus folyamat stratégiáját:

- Elemzés vagy szennyezés-jellemzés / a gyártási folyamat értékelése annak érdekében, hogy megértsük, hogyan jön létre a szennyezés.
- A szennyezés-csökkentés lehetőségeinek feltárása, azonosítása olyan eszközökkel, mint például:

- A környezeti hatások tekintetbe vétele új, termelő gépsorok tervezése, a meglévő gyártóberendezések bővítésekor.
- A gyártási technológia újragondolása és áttervezése, pl. változtatások a tisztább gyártási technológia, a tisztább nyersanyagok és/vagy a tökéletesített, továbbfejlesztett gyártóberendezések érdekében.
- Folyamatba épített (integrált) megelőző intézkedések.
- A hulladék-tartalom visszaforgatásának vagy visszanyerésének lehetőségei.
- Az emissziók gyűjtésének és ellenőrzésének, kézbentartásának tökéletesített lehetőségei, pl. a kibocsátások optimalizálása előkezelésekkel.
- „Csővégi” intézkedések.
- A centralizált és a decentralizált „csővégi” kezelések összevetése és értékelése.
- A leghatásosabb/leghatékonyabb lehetőségek meghatározása, a következők tekintetbe vételével:
 - Környezeti előnyök és hatások, mint összesített eltávolítási hatékonyság, a kölcsönhatások átfogó mérlege, egyensúlya.
 - Műszaki, szervezeti és pénzügyi áttekinthetőség.
 - Létesítmény-specifikus korlátok és lehetőségek (mint például helyigény, illetve a fennálló helyre vonatkozó korlátok, a befogadó közegek minősége).
 - Üzembiztonság.
 - Szükséges erőforrások és eszközök;
 - A célkitűzés megvalósítása és a cselekvési tervnek megfelelő elérésének monitorozása, ebben olyan tényezők vannak, mint például:
 - Cselekvési- és ütemterv,
 - felelősség-meghatározás,
 - Értékelendő adatok,
 - A monitorozás módszere és gyakorisága,
 - Irányelvek, melyen alapszik a monitorozási folyamat és az értékelési eljárás,
 - Az eredmények értékelése.

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

- Az KVR magasabb fokú koordinációt és integrációt valósít meg más menedzsment-rendszerekkel, ami a költségek csökkentésének egyik lehetséges útjaként értékelhető.
- Az összes környezeti cél és feladat kb. fele egy éven belül megtérülést hoz 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 az KVR. A cégek egyharmada arról számolt be, hogy az KVR következtében növekedtek bevételei.

A környezetvédelmi vezetési rendszerek számos előnyt nyújthatnak, például:

- Nagyobb átláthatóságot biztosít a cég környezeti vonatkozású szempontjaiba,
- Megalapozottabb 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 meg nem feleléssel kapcsolatos költségek,

- Nagyobb a vonzóerő a munkavállalók, az ügyfelek és a befektetők oldaláról nézve,
- Növekszik a bizalom az ellenőrző szervek részéről, ami csökkenő ellenőrzési felülvizsgálatokhoz, áttekintésekhez vezethet,
- Javul a kapcsolat a nyilvánossággal és a környezetvédelmi szervezetekkel.

5.1 Elérhető legjobb technikák

A legjobb elérhető technikák (angol rövidítéssel: BAT) célja egy olyan környezetvédelmi vezetési rendszer bevezetése és a neki megfelelő működés, ami az egyedi körülményekre alkalmazva a következő jellegzetességeket foglalja magában:

- Környezeti politika meghatározása a létesítményre a felső vezetés döntése alapján (ami magában foglalja a felső vezetés elkötelezettségét arra, hogy ki fognak elégíteni minden fontosabb vonatkozó környezeti jogszabályt és más rendelkezést, eleget fognak tenni minden más olyan követelménynek, amelyet a cég elfogad és aláír; ez keretet nyújt a környezeti célok és feladatok megállapításához és áttekintéséhez; dokumentálva van, és minden munkavállalónak tudomására hozták; a nyilvánosság és minden érintett fél rendelkezésére áll, mivel a felső vezetés elkötelezettsége a sikeres alkalmazás előfeltétele a környezetvédelmi vezetési rendszerek más tulajdonságaival együtt).
- A szükséges eljárások megtervezése és kialakítása annak érdekében, hogy a létesítmény környezeti vonatkozásait azonosítani lehessen, valamint annak érdekében, hogy 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 történnie.
- 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 kölcsönhatásaiknak 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 abnormális körülmények között);
 - Karbantartási programok;
 - Felkészülés a vészhelyzetekre és a megfelelő válaszok kialakítása;
 - A környezeti jogi szabályozás kielégítésének biztosítása.
- 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 megfelelését);

- Korrekciós és megelőző (prevenciós) 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:

- Rendelkezni kell egy menedzsment-rendszerrel és egy olyan auditálási eljárással, amit egy akkreditált tanúsító testület vagy egy külső tanúsító szerv megvizsgált, ellenőrzött és érvényesített.
- 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-jellegű más mutatószámaival való összehasonlítást, ha lehetséges.
- Egy nemzetközileg elfogadott rendszer bevezetése és az ennek megfelelő működés, ilyen például az EMAS és az EN ISO 14001:1996. Egy ilyen rendszer bevezetése nagyobb megbízhatóságot biztosít az 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 az KVR következő potenciális jellegzetességeinek a figyelembe vétele:

Figyelmet kell fordítani a tevékenység megszüntetéséből származó környezeti hatásokat 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 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;
- Elősegíteni 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.

5.2 Menedzsment-eszközök

Szükség van néhány (részben vezetői, részben mérnöki-műszaki) eszközre ahhoz, hogy egy környezetvédelmi vezetési rendszer a stratégiai pontok ciklusának (a huroknak) megfelelően hatékonyan működtethető legyen (lásd az ábrát). Ezeket nagy vonalakban a következőképpen lehet kategorizálni:

- Raktárgazdálkodási (készletgazdálkodási) eszközök, ezek részletes információkat szolgáltatnak a hellyszínnel, a gyártással, a környezeti körülményekkel, az ipari jellegű gyártást folytató hellyszínen előforduló emissziókkal, stb. kapcsolatban, ezzel segítséget nyújtanak azon emissziók észleléséhez (detektálásához), melyeket meg lehet akadályozni, vagy amelyeket csökkenteni lehet.
- Üzemeltetési eszközök, ezek a tervezés, létesítés, üzembe helyezés, üzemeltetés és a szennyezés-megelőzés terén, és/vagy a kezelő berendezésekkel kapcsolatban hozott döntésekhez nyújtanak segítséget.
- Stratégiai eszközök, amik integráltan fogják át az egész telephely vonatkozásában a gyártási folyamatok kibocsátásainak kezelését, szervezését és működtetését.
- Biztonsági vagy vészhelyzet (sürgős beavatkozást igénylő helyzet) esetére szükséges eszközök, amik a nem tervezett események kezeléséhez és üzemzavarok, haváriák elhárításához szükségesek.

2.1.1 KÉSZLETMENEDZSMENT-ESZKÖZÖK

Ahhoz, hogy egy ipari létesítmény a jó KVR-el összhangban üzemeljen, részletes és áttekinthető információk szükségesek az alábbiak vonatkozásában:

- A létesítmény és annak környezeti körülményei,
- A gyártási folyamatok,
- Az egyedi gyártási folyamatok szennyezésekkel kapcsolatos jellemzői (a szennyezési karakterisztika),
- A kibocsátott szennyezőanyag-áramok jellemzői,
- A helyi viszonyok.

Ezek nélkül az ismeretek nélkül nem lehetséges koherens, hatásos és költséghatékony stratégiát kifejleszteni az emissziók megelőzésére vagy csökkentésére.

A telephely felmérése

A telephely felmérése a következőkről biztosít információkat:

- Hellyszínt (térkép, kialakítási-elrendezési terv),
- Éghajlat, földrajz, a talaj és a felszín alatti víz minősége, a környezet, a befogadó vizek,
- A hellyszínt mérete (teljes terület, beépített terület, csatornázott – elvezetéssel ellátott – terület, fedett terület),

- A munkavállalók száma,
- A gyártó egységek,
- A gyártó folyamatokról szóló információk, melyek minden egyes folyamatra megadják az alábbiakat:
 - Rövid leírás,
 - Egyszerűsített folyamat-ábra, a hulladék-áramok forrásainak feltüntetésével,
 - A kémiai reakciók (a főreakciók és a másodlagos reakciók) részletei és a támogató műveletek, tevékenységek,
 - Információk a művelet során felhasznált anyagokkal, közbenső (intermedier) termékekkel és végtermékekkel kapcsolatosan,
 - Üzemeltetési mód (folyamatos vagy szakaszos gyártás, vagy egyedi gyártási folyamat),
 - Potenciális vészhelyzetek (kiömlött vegyszerek, szivárgások),
- Szennyvíz-rendszer,
- Energia-rendszer.

Szennyezőanyag-áramokkal kapcsolatos gazdálkodás, nyilvántartások

Pontos és részletes nyilvántartást kell vezetni –összhangban a vonatkozó környezetvédelmi előírásokkal– a szennyvíz-áramok, a hulladékgáz-áramok és hulladékok forrásairól, keletkezésük körülményeiről, mennyiségükről és minőségükről, annak érdekében, hogy a környezetgazdálkodáshoz az alapinformációk rendelkezésre álljanak.

Az anyagáramokkal kapcsolatos gazdálkodás célja az, hogy azonosítsa a legfontosabb emisszió-forrásokat (minden egyes környezeti elemre, szennyvízre és hulladékgázra), majd határozza meg a megteendő emisszió-csökkentési lépések sorrendjét, prioritását. Általánosságban beszélve ez egy négylépéses folyamatot jelent:

- A források felsorolása,
- Az emissziók keletkezési körülményeinek értékelése minden egyes forrásra vonatkozóan,
- Az egyes forrásokból származó emissziók mennyiségének meghatározása, megállapítása,
- Az eredmények értékelése és ellenőrzése az anyagmérleg segítségével.

Az egyes (azaz külön-külön a szennyvízre és a hulladékgázra vonatkozó) másodlagos áramok (vagy mellékáramok) megfelelő sorrendjének megállapítása, besorolása – a szennyezőanyagok jellemzőivel és az általuk okozott terheléssel összhangban – képezi a döntő részét az anyagáram-gazdálkodásnak, ez megfelelő alapot biztosít a további kibocsátás-csökkentési lehetőségek azonosításához és feltárásához. Az egyes prioritási listák elejére azokat a kibocsátásokat kell helyezni, amelyek megelőzése, vagy csökkentése a leghatékonyabb emisszió-csökkenést eredményezi.

Az energia-áramok és az anyagáramok elemzése

Az energia- és anyagáramok elemzése az eszközök egy egész családját takarja, melyekkel az energia-fogyasztást, a nyersanyag-felhasználást, a vízfogyasztást és a termékek kibocsátásait optimalizálni lehet, ennek a módja a gyártási folyamatokban szereplő belső energia-áramok és tömegáramok rendszeres, szisztematikus vizsgálata. A kapott adatok felhasználhatók a szükséges következtetések levonásához, melynek támogatására különböző bonyolultságú számítógépes programok (szoftverek) állnak rendelkezésre. Az EMFA szokásos menete a következő:

- A folyamat, a művelet bemeneti-kimeneti oldalának elemzésével (input-output analízissel) kezdődik,
- Majd az eljárást iteratív módon többször is megismétlik annak érdekében, hogy a bemeneti és a kimeneti adatokat a célként megadott értékekkel mennyiségileg összehasonlítva azonosítani lehessen a fejlesztési (tökéletesítési és javítási) lehetőségeket,
- Ezután a különböző forgatókönyvek (folyamat-kialakítások) szimulációja következik, melynek során a környezetre gyakorolt hatásukat egyedileg értékelik,
- Végezetül azonosítják a „legjobb” megoldást, a kitűzött céloknak (költséghatékonyság, hulladék-keletkezés megelőzése, erőforrásokkal való takarékoskodás, stb.) megfelelően.

Egy EMFA-eszköz bevezetésének célja az, hogy a folyamatokat, műveleteket hatásosabban és a környezetre gyakorolt hatás csökkentésével (pl. a víz-kibocsátások és/vagy a vízfogyasztás mérséklésével) lehessen végrehajtani, lefolytatni, esetlegesen költségek megtakarításával.

5.2.1 ÉLETCIKLUS-ELEMZÉS

Az életciklus-elemzés a különböző üzemeltetési módok potenciális környezeti hatásainak összehasonlítását foglalja magában. A vizsgálatok főbb tárgyai, legfontosabb célpontjai a termékek és a szolgáltatások, de a módszert alkalmazni lehet a berendezésekre és a kibocsátásokra is. Az életciklus-elemzés a következő szakaszból áll:

- a célok definiálása,
- készlet-elemzés, amely az anyag- és energiaforgalom egészére vonatkozik a teljes életciklus vonatkozásában,
- hatás-becslés, amely a potenciális környezeti hatások meghatározásával foglalkozik,
- az eredmények értelmezése, ami a gazdaságilag legkedvezőbb variánsok kiválasztásához nyújt segítséget.

5.3 A biztonsági és vészhelyzetre alkalmazandó eszközök

Minden ipari üzembn fennáll annak a lehetősége, hogy számottevő környezeti károkat okozzon és veszélyeztessen a vízellátást és a közegészséget, ezért intézkedéseket kell tenni annak érdekében, hogy a kockázatokat a lehető legnagyobb mértékben el lehessen kerülni, továbbá, hogy a balesetekre hatékonyan tudjanak reagálni, és ezáltal minimalizálhatók legyenek a káros hatások. A vészhelyzetek megelőzésére már a berendezések tervezése, a technológiák kialakítása során is jelentős lehetőség kínálkozik, vagyis az üzemeltetés biztonságának szavatolása már a kutatás és tervezés fázisában is alapvető feladat.

Jelentős veszély forrása a vegyszerek, szénhidrogének, kenőolajok környezetbe kerülése, ami az ipar számos területén előfordulhat. Az emberre veszélytelen anyagok is okozhatnak komoly környezeti problémákat, pl. tűz keletkezése során is a környezetbe kerülhetnek károsító anyagok. A környezeti károsodás lehet hosszútávon érvényesülő, és a felszín alatti víz esetében például akár évtizedekig vagy még tovább is fennállhat. A folyók, szennyvízcsatornák, átereszek és levezető csatornák, vízelvezető csatornák, vízelosztó rendszerek és más szolgáltatások mindegyike hozzájárulhat a szennyező anyagok környezetbe kerüléséhez és ezáltal a szennyezések hatásai a forrástól jelentős távolságban is jelentkezhetnek. Legtöbb környezetszennyezést okozó balesetet meg lehet előzni, ha megfelelő szennyezés-megelőző intézkedéseket alkalmaznak. Az intézkedések hatékonyságát

növeli, ha a rendkívüli események tervezését megelőző intézkedések meghatározását, összességében a balesetek esetén alkalmazható stratégiákat, menedzsment eszközként kezelik.

A veszélyes gázok emisszióját megfelelő biztonsági berendezések alkalmazásával és azok megfelelő üzemeltetésével kell megakadályozni, mivel a környezetbe került gáz halmazállapotú anyag kezelése már körülményes. Kivételt jelentenek a vízzel elegyíthető, vagy vízben oldódó anyagok, mint például a savak vagy az ammónia, amelyek vízfüggönnyel, környezetbe kerülésük után is megköthetők, és szennyvízkezelési módszerekkel kezelhetők.

A rendkívüli szennyezések a befogadó vízi környezetet is veszélyeztethetik, szennyezhetik, ennek lehetőségei a következők:

- a telephely felszíni vízvezető rendszerén keresztül, akár közvetlenül, akár a helyszíntől távolabb lévő felszíni vízvezető csatornákon át,
- közvetlen befolyással a közelben található vízfolyásokba vagy a talajra történő kifolyással, ami potenciális kockázatot jelent a talajvízre,
- hibás vízvezető csatornákon keresztül, ahol a szennyezőanyagok még a szennyvízkezelő telep előtt a környezetbe szivároghatnak, vagy infiltráció esetén a szennyvíztisztító működését, teljesítményét károsan befolyásolják, ezáltal további környezeti károsodás keletkezhet,
- légköri kiülepedéssel a pontforrásokon keresztül.

5.3.1 TŰZOLTÓ VIZEK ÉS NAGYOBB KIÖMLÉSEK MENEDZSMENTJE

A tűzivizek és egyéb folyadékkiömlések menedzsmentjének középpontjában a stratégiák kialakítása és a kiömléseket kezelő berendezések állnak. Más menedzsment-eszközöket is figyelembe kell venni, mint például az üzemeltetési és a stratégiai eszközöket, ezeket a véletlen bekövetkezés esetére vagy a szennyező baleset létrejöttére kell ki dolgozni, megfelelő reakció-tervekkel kell támogatni annak érdekében, hogy bármilyen, nem tervezett esemény hatását csökkenteni lehessen.

Az első lépés a tűz elleni védekezés stratégiáinak a figyelembe vétele, és azoknak a módszereknek az áttekintése, melyekkel a környezetbe került, vagy a tűzoltáshoz felhasznált víz mennyiségét lehet csökkenteni, pl. azáltal, hogy vízszugárral működő megoldások helyett vízporlasztást alkalmaznak. Figyelembe kell venni a tűzoltó-vizek lehetséges újrafelhasználásának módjait is, ahol ez biztonságos és gyakorlatilag alkalmazható.

Tárolási rendszerek

Az ipari üzemekben az anyagtárolási rendszer kialakításánál figyelembe kell venni a telephelyen elhelyezett anyagok veszélyességét, halmazállapotát, a tárolás biztonságát és azokat a kockázati tényezőket, melyek a tárolt anyagok környezetbe kerülését, és ezáltal környezetszennyezést, vagy katasztrófát okozhatnak. Az anyagtárolásnál figyelembe kell venni a környezet érzékenységét, beleértve az esetleges lakókörnyezetet, vagy a felszín alatti vizek érzékenységi kategóriáját. Ezeknek a körülményeknek az értékelése alapján határozhatók meg azok az intézkedések, melyek a tárolt anyagok környezetbe kerülését hivatottak megakadályozni.

Az éghető anyagok és folyékony vegyszerek tárolása esetében a védelem elsődleges módja a tartályok védőgáttal történő körbeépítése, mely lehetővé teszi egy esetleges tartály-meghibásodás miatt a környezetbe kerülő veszélyes anyag terjedésének megakadályozását, káros hatásainak lokalizálását, vagy tűz esetén a koncentrált és hatékony oltását.

Külön szigetelt tároló kialakítása szükséges a felhasznált és szennyeződött oltóvíz tárolására, a szükséges kezelés érdekében és az esetleges ismételt felhasználás céljából. A tároló rendszereket minden esetben a helyi adottságok és lehetőségek messzemenő figyelembevételével kell kialakítani.

A tároló rendszerek kapacitásának megállapítása során a következőket kell figyelembe venni:

- az elszennyeződött tüzi vizek által okozott potenciális veszélyeket,
- a csapadékvíz és azon belül a területen jellemző záporvíz mennyiséget,
- a tűzoltásra használt habképző anyagok minőségét és mennyiségét,
- az egyéb bevezetett hűtővizek mennyiségét,
- a dinamikus hatásokat, például a szél által okozott felszíni hullámozás, stb.

A tároló rendszerek lehetnek:

- tározó tavak (vagy földszáncokkal határolt tároló medencék), ha a helyszín topográfiai viszonyai, valamint a talajtani és földtani viszonyok telepítésüket lehetővé teszik,
- közvetlenül erre a célra gyártott tárolók és tartályok, melyek méretét és védelmét a helyszíni körülmények, a tervezett tárolási időtartam, továbbá a tárolt anyagok mennyisége és minősége alapján kell meghatározni,
- a tárolók meghatározó elemei a zárószervevények, csatlakozó csővezetékek, melyek manuálisan vagy automatikusan is kezelhetők, és amelyeket el kell látni megfelelő szigeteléssel és egyéb kiegészítő eszközökkel, pl. mintavételi, nyomásmérési, hőmérsékletmérési lehetőség,
- az olajszeparátorok, olajleválasztók is fontos tartozékai lehetnek a tárolórendszernek.

6 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 szabályozókat.

Szennyező forrás (tevékenység)	Kibocsátott szennyezés (emisszió)	Befogadó (környezeti elem)	A kibocsátást szabályozó jogszabály (határérték)
VEGYIPAR, műanyaggyártás			
<i>Termelés</i>		Levegő	21/2001. (II.14.) Korm.rend (mód. 120/2001. (IV.30.) 10/2001. (IV.19.) KöM rend. (VOC) 14/2001. (V.9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet 17/2001. (VIII.3.) KöM rendelet (amennyiben- 23/2001. (XI.13.) KöM rendelet) (amennyiben- 3/2002. (II.22.) KöM rendelet)
<i>Tárolás</i>	Jogszabályi előírások szerinti anyagokra	Talaj, felszín alatti víz	33/2000. (III.17.) Korm.rend. 10/2000. (VI.2 KöM-EÜM-FVM-KHVM együttes rendelet)
<i>Szennyvíz kibocsátás</i>	Jogszabályi előírások szerinti anyagokra <ul style="list-style-type: none"> ▪ felszíni víz befogadóba történő kibocsátására előírt határértékek ▪ szennyvíz-elevezető csatornarendszerbe történő kibocsátásra előírt értékek 	Víz	3/1984. (II.7.) OVH rend. 203/2001. (X.26.) Korm. rendelet mód. 274/2002.) 9/2002. (III.22 KöM-KöVIM együttes rend. 7/2002. (III.1.) KöM rendelet 204/2001. (X.26.) Korm.rend.
<i>Termelés, energiafejlesztés</i>	Zaj és rezgés	Levegő	8/2002. (III.22.) KöM-EüM együttes rendelet

Megj.: 1.) Amennyiben a felszíni befogadó Q_{aug} 80% vízhozama zérus, tehát a befogadóba bocsátott szennyvíz nagy része valójában elszikkad, a kibocsátási határértékeknél a 33/2000. (III.17.) Korm. rendelet és a 10/2000. (IV.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM rendelet területi határértékét is figyelembe kell venni.

2.) Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a 9/2002. (III.22.) KÖM-KÖVIM együttes rendelet általános területi kibocsátási határértékei mellett tervezik technológiai kibocsátási határérték bevezetését, melyek megléte esetén az adott ágazatban azok már alkalmazandók!

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 levegőre és vízre vonatkozó hatályos kibocsátási határértékek betartására vonatkozóan. Ezen határértékeket a létesítményeknek az engedélyükben szereplő határidő letelte előtt kell elérniük.

7 AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉS, A KHV ÉS A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZELETÉSE

7.1 A KHV és az egységes környezethasználati engedély tartalmi követelmény rendszerének összevetése

Közös számok	A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet szerinti követelmények, illetve a szokásos KHT felépítés	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.		a) az engedélykérő azonosító adatai,
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 energia jellemzői és mennyiségi adatai,
4.		e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése
5.	A környezetterhelés és a környezet igénybevétele (a továbbiakban: hatótényezők) várható mértékének becslése az adatok bizonytalanságának (rendelkezésre állásának) figyelembevételével. Részletesebben: a hatótényezők jellege, nagysága, időbeli változása, térbeli kiterjedése bemutatása.	c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza a szennyező források bejelölésével, egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével, g) a létesítmény szennyező forrásai,
6.	A vizsgálandó terület környezeti állapotának bemutatása Részletesebben: A hatásterület kiterjedése a rendelet 2. mellékletében foglaltaknak megfelelően meghatározva. A hatásterületnek a tevékenység megvalósítása nélkül fennálló környezeti állapotának ismertetését.	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével,
7.	A hatások előzetes becslése a tevékenység szakaszaiként elkülönítve, és az esetlegesen	h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és

	<p>környezetterhelést okozó balesetek vagy meghibásodások előfordulási lehetőségeire figyelemmel. Részletesnél: A hatásfolyamatokat környezeti elemenként külön-külön és összességükben is elemezni kell. Fel kell tárnai a közvetetten érvényesülő hatásfolyamatokat is.</p>	<p>mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,</p>
7/a	<p>A tanulmányban jelezni kell, ha a tevékenység következtében előre láthatóan országhatáron átterjedő környezeti hatások is felléphetnek.</p>	<p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása kiemelve az esetleges országhatáron átterjedő hatásokat,</p>
8.	<p>A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változások részletes leírása</p>	<p>h) a létesítményből származó kibocsátások várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,</p>
9.	<p>A környezeti hatások értékelése</p>	
10.	<p>Részletesnél: A tevékenység környezeti hatásainak köszönhető társadalmi és gazdasági következmények bemutatása.</p>	
11.		<p>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 –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,</p>
12.		<p>m) a létesítményből származó kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések.</p>

7.2 A teljes körű felülvizsgálat és az egységes környezethasználati engedély tartalmi követelmény rendszerének összevetése

Közös számolás	A teljes körű felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.	1. Általános adatok	
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 a szennyező források bejelölésével, egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével,
1.4.		b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői,
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.	2. A felülvizsgált tevékenységekre vonatkozó adatok	
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 technológiában felhasznált, valamint az ott előállított anyagok, illetve energia jellemzői és mennyiségi adatai,
2.2.	2.2. A tevékenység(ek)ekel 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.		e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése
	3. A tevékenység folytatása során bekövetkezett, illetőleg jelentkező környezetterhelés és igénybevétel bemutatása	
	<p>3.1. Levegő</p> <p>A jellemző levegőhasználatok ismertetése (szellőztetés, elszívás, energiaszolgáltatási és technológiai levegőigények nagyságának, időtartamának változása).</p> <p>A környezeti légtérből beszívott és tisztított levegő előállítását szolgáló berendezések és technológiák leírása.</p> <p>A légszennyezést okozó technológia részletes ismertetése, a szennyezésre hatást gyakorló paraméterek és jellemzők bemutatása.</p> <p>A használt levegő (füstgáz, véggáz) tisztítására szolgáló berendezések és hatásfokuk ismertetése, valamint a tisztítóberendezésben leválasztott anyagok kezelésének és elhelyezésének leírása.</p> <p>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.</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 figyelembe-vételével, kiemelve az esetleges országhatáron áterjedő hatásokat,</p>
3.1.	<p>A felülvizsgált tevékenységekkel 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. (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</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai,</p> <p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi</p>

	<p>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 szennyvízkeletkezések 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>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>	<p>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 áterjedő hatásokat,</p>
<p>3.3.</p>	<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. Anyagmérlegek készítése a hulladék keletkezésével járó technológiákról.</p> <p>A tevékenységből keletkező összes hulladék 16/2001. (VII.18.) KöM rendelet szerinti megnevezése, EWC kódszáma, (veszélyes</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,</p>

	<p>hulladékok esetében azok veszélyességi jellemzőit is meg kell adni). A hulladékok gyűjtési módjának ismertetése. A hulladékok telephelyen belül történő kezelésének, tárolásának, az ezeket megvalósító létesítmények és technológiák részletes ismertetése, beleértve azok műszaki és környezetvédelmi jellemzőit. A telephelyről kiszállított (export is) hulladékok fajtánkénti ismertetése és 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. Más szervezettől átvett (import is) hulladékok minőségi összetételének, mennyiségének és származási helyének (átadó azonosító adatai), valamint kezelésének ismertetése. A begyűjtéssel átvett hulladékok minőségi összetételének, mennyiségének és származási helyének (átadó azonosító adatai), valamint kezelésének ismertetése.</p>	
<p>3.4.</p>	<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 átterjedő hatásokat,</p>
<p>3.5.</p>	<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>
<p>3.6.</p>	<p>3.6. Az élővilágra vonatkozó környezetterhelés és igénybevétel bemutatása A területhasználatlal érintett életközösségek (növény- és állattársulások) felmérése és annak a</p>	<p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek</p>

	<p>természetes, eredeti állapothoz, vagy környezetében lévő, a tevékenységgel nem érintett területekhez való viszonyítása. 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>h) a létesítményből származó kibocsátások várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan</p>
4.	<p>4. Rendkívüli események</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>5. Összefoglaló értékelés, javaslatok</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 megszüntetése érdekében, vagy a környezet terhelhetőségének figyelembevételével annak elfogadható mértékűre való csökkentését érheti el.</p> <p>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>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,</p> <p>k) szükség esetén a hulladék keletkezésének megelőzésére, a keletkezett hulladék hasznosítására, valamint a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezést, illetve – károsítást kizáró módon történő ártalmatlanítására szolgáló megoldások,</p> <p>l) minden olyan intézkedést, amely az energiahatékonyságot, a biztonságot, a szennyezések megelőzését, illetve csökkentését szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére,</p>
6.	Kiemelten kell foglalkozni a	m) a létesítményből származó

	környezetszennyezésre, -veszélyeztetésre utaló jelenségekkel, és szükség esetén javaslatot kell tenni az érintett terület feltárására, az érzelő, megfigyelő rendszer kialakítására.	kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések.
--	--	--

8 RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Angol rövidítés	Angol Megfelelő	Magyar megfelelő	Alkalmazott rövidítés
AOX	Absorbable Organic Halides	adszorbeálható szerves halogén tartalom	AOX
API	American Petroleum Institute's Oil/Water Separator	American Petroleum Institute (API) olaj/víz szeparátor	API
BAT	Best Available Technique(s)	elérhető legjobb technika(k)	BAT
BOD	Biochemical Oxygen Demand	biokémiai oxigén igény	BOI (BOD)
BREF	Bat Reference Document	BAT Referencia Dokumentum	BREF
BTU	British Thermal Units (Btu)	brit hőegység, 1 Btu = 0,293 wattóra (Wh).	BTU
COD	Chemical Oxigen Demand	kémiai oxigén igény	KOI (COD)
CPI	Corrugated Plate Interceptor	hullámlemezes leválasztó	CPI
DAF	Dissolved Air Flotation	levegős flotálás	DAF
DCBP	Dichlorobromopropane	diklór-bróm-propán	DCBP
EIA	Environmental Impact Assessment	környezetvédelmi hatásvizsgálat	KHV
ELV	Emission Limit Value	kibocsátási határérték	-
EMFA	Anergy and Material Flow Analysis	energia- és anyagáram-elemzés	EMFA
EMS	Environmental Management System	környezetirányítási rendszer	KIR (EMS)
EOX	Extractable Organic Halides	extrahálható szerves halogénezett vegyületek	EOX
FID	Flame Ionization Detection	láng ionizációs detektor	FID
GAC	Granulated Activated Carbon	granulált aktív szén	GAC
GC	Gas Chromatography	gázkromatográfia	GC
HDPE	High Density Polyethylene	nagy sűrűségű polietilén	HDPE
HEAF	High-Energy Air Filter	nagy energiájú levegőszűrő	HEAF
HEAP FILTER	HEAP filter	HEAP típusú szűrő	HEAP SZŰRŐ
IAF	Induced Air Flotation	indukált levegős flotáció	IAF
IPPC	Integrated Pollution Prevention & Control	Integrált Szennyezés-megelőzés és Ellenőrzés/Szabályozás	IPPC
LCA	Life Cycle Assessment	életciklus-elemzés	-
LDPE	Low Density Polyethylene	kis sűrűségű polietilén	LDPE
MF	Membranfiltration / Microfiltration	membránszűrés / mikroszűrés	MF
MS	Mass Spectrometry	tömegspektrométer	MS
NF	Nanofiltration	nanofiltráció	NF
ORP	Oxidation-Reduction Potential	redox potenciál	ORP
PAC	Powdered Activated Carbon	finomszemcsés aktív szén	PAC
PCB	Polychlorinated Biphenyl	poliklórozott bifenilek	PCB
PCDD/PCDF	Polychlorinated dibenzo-p-dioxins / polychlorinated dibenzofurans	poli-klórozott-dibenzo-para-dioxinok / poli-klórozott-dibenzo-furánok	PCDD/PCDF
PET, PETE	Polyethylene Terephthalate	polietilén tereftalát	PETE/PET
PP	Polypropylene	polipropilén	PP
PPI	Parallel Plate Interceptor	párhuzamos lemezes leválasztó	PPI
PS	Polystyrol	polisztirol	PS
PVC	Polyvinyl Chloride	polivinil-klorid	PVC
RO	Reverse Osmosis	reverz (fordított) ozmózis	RO
SCR	Selective Catalytic Reduction	szelektív katalitikus redukció	SCR
SCWO	Supercritical Water Oxidation	szuperkritikus vizes oxidáció	SCWO
SNCR	Selective Non-Catalytic Reduction	szelektív nem-katalitikus redukció	SNCR
SPCC	Spill Prevention Control and Countermeasure	kiömlés megelőzés, ellenőrzés és ellenintézkedések	SPCC
TOC	Total Organic Carbon	összes szerves szén	TOC
TSS	Total Suspended Solids	összes szuszpendált lebegőanyag	TSS
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket	feláramló anaerob iszaptakaró	UASB
UF	Ultrafiltration	ultrafiltráció	UF

VOC	Volatile Organic Compounds	illékony szerves vegyületek	VOC
VOX	Volatile Organic Halogenated Compound	illékony szerves halogének	VOX
WWTP	Waste Water Treatment Plant	szennyvíztisztító	-

9 REFERENCIÁK, IRODALOMJEGYZÉK

Farkas Ferenc, 2000. *A műanyagok és a környezet. Környezetterhelés, környezetszennyezés-elhárítás, hulladékhasznosítás*. Akadémiai Kiadó Budapest

Központi Statisztikai Hivatal, 2001. *Magyar Statisztikai Évkönyv (Central Statistical Office of Hungary, Statistical Yearbook of Hungary, 2001)*

Magyar Műanyagipari Szövetség, 2001. *Magyarország műanyagipara, 2001*. <http://www.mmsz.col.hu/> (Association of the Hungarian Plastics Industry, *Hungarian plastic production, consumption, processing, export-import, 2001*.)

Macskásy Hugó, 1983. *A műanyagok világa*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest

Macskási Levente, 1996. *Műanyagok előállításának kémiai és műveleti alapja*, Abigél Bt.

Adorjánné-Baloghné-Forgács, 2000. *Vegyipari technológia*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest

Farkas Ferenc, 2001. *Műanyagipari Környezetvédelmi Lexikon*. G-mentor Kft.