



Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium



Környezetbiztonsági Főosztály

Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához az egyszerű szénhidrogének gyártása terén

Budapest
2005. május



Az útmutató a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium megbízásából készült.

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

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

Alkalmazott Tudományok Egyeteme Wiesbaden, Németország:

Prof. Dr. Ursula Deister

Prof. Dr.-Ing. Jutta Kerpen

Prof. Dr.-Ing. Franjo Sabo

Stefan Prechel

Jürgen Prediger

Környezetgazdálkodási Intézet:

Gampel Edina – környezetvédelmi mérnök, koordinátor

Maria Jacobsen – előcsatlakozási-tanácsadó (PAA)

Gazdag Anikó – PAA asszisztens

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

Az átdolgozásban szakértőként *Majerusz László* közreműködött.

IPPC-vel kapcsolatos további információ:

OKTVF IPPC és Környezetállapot-értékelési Osztály

Telefon: (1) 209-1000

E-mail: ippc@kgi.ktm.hu

Honlap: <http://www.ippc.hu>

1 ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

1.1 Bevezetés

A környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről szóló, 96/61/EK tanácsi irányelvet (IPPC¹ direktíva) 1999. október 30-ig kellett az Európai Unió valamennyi tagországának a nemzeti jogrendbe átültetnie.

A magyarországi EU jogharmonizációnak és az EU követelményeknek megfelelően az IPPC Irányelv a környezetvédelem általános szabályairól szóló, 1995. évi LIII. törvény (Kvt.) módosítása (a törvényt a 2001 évi LV. törvény módosítja, mely egyes törvényeknek a környezet védelme érdekében történő, jogharmonizációs célú módosításáról szól) és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás részletes szabályait lefektető, 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet megalkotása révén épült be a magyar jogrendszerbe. A kormányrendelet 2001. októberében lépett hatályba² és az összes érintett létesítményben való maradéktalan végrehajtásának határideje 2007. október 30.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2 A BAT alkalmazása új és meglévő üzemek esetén

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

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

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

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

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

A költségek csak a következő esetekben vehetők helyi szinten számításba:

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

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

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

1.3 Az engedély megszerzésére vonatkozó határidők

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

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

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

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

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

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

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

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

1.4 Az engedélykérelem

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

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

1.5 Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás hatálya alá tartozó létesítmények

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

Az egyes tevékenységekhez megadott (termelési) küszöbértékek általában a termelési vagy a kibocsátási kapacitásokra vonatkoznak. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az egyszerű szénhidrogének gyártása esetében a Kormányrendelet nem ír elő kapacitáskorlátot.

Amennyiben egy üzemeltető több, azonos jellegű tevékenységet végez azonos létesítményben, vagy azonos telephelyen, akkor ezen tevékenységek kapacitásának összegét kell figyelembe venni a küszöbértékkel történő összehasonlításnál.

Jelen műszaki útmutató tárgyát képező egyszerű szénhidrogének gyártása tevékenységet a Kormányrendelet 1. sz. mellékletének 4.1. pont a) bekezdése tartalmazza:

„4. Vegyipar, csak az ipari méretű előállításra vonatkozóan:

4.1. Vegyipari létesítmények, *alapvető szerves anyagok*, nevezetesen a) *szénhidrogének* (lineáris vagy ciklikus, telített vagy telítetlen, alifás vagy aromás) *ipari méretű gyártására*.”

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

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

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 szénhidrogének előállítása potenciálisan az egyik legszennyezőbb tevékenység. A technológia mind a nyomás-, mind a hőmérséklettartományt illetően szélsőséges határok közt működik. A krakkolási szakasz endoterm reakció, ami rendkívül energiaigényes, az olefinek szétválasztása során pedig jelentős hőmennyiséget kell elvonni, ezért a technológia hűtővízigénye jelentős.

A technológián belül a krakkolás vízgőz jelenlétében történik, ebből következően jelentős szénhidrogén-tartalmú szennyvizek keletkeznek, mind a krakkolást követő elő-szétválasztás (primer frakcionálás), mind pedig a kompresszió és a termékfrakcionálás során, továbbá szakaszosan a krakkoló-kemencék ún. kiégetésekor. Ezeket a technológiai eredetű szennyvizeket a technológiai blokk alatti térburkolat szénhidrogén-szennyezéseknek kitett csapadékvizeitől, a recirkulációs vízhűtőkörök leiszapolásától és a nem szennyeződő csapadékvizektől külön kell választani, külön csatornarendszeren elvezetni, illetve előkezelésükről a biológiai tisztítás előtt gondoskodni. A hőelvonáshoz szükséges hűtővíz frissvíz igényének csökkentése érdekében recirkulációs hűtővíz rendszereket alkalmaznak,

melyek technológia felől történő szennyezésének megakadályozására különös gondot kell fordítani.

Az egyszerű szénhidrogének (olefinek) előállítása zárt technológiai rendszerben történik. Az üzemeltetés során szükségessé váló gázlefúvatásokat, vagy a túlnyomás miatt működő biztonsági szelepek lefúvatásait zárt fáklyarendszerben gyűjtik. Ugyanebbe a rendszerbe vezetik a folyadék lefúvatásokat, melyeket külön erre a célra kiépített forralókban előzetesen elpárologtatnak. A zárt fáklyarendszerekből a gázok elvezetése fáklyákon keresztül történik, ahol a fáklya kilépő pontján folyamatosan égő őrláng biztosítja a gázáram meggyújtását és égését. A fáklyák lehetnek csőfáklyák, vagy ún. földfáklyák.

Az olefingyártó technológiák potenciális diffúz légszennyező források sokaságával rendelkeznek (pl. szivattyúk, kompresszorok, csővezetékek, elzáró és szabályozó szerelvények karimái, tömszelencéi, készülékkarimák, mintavételi helyek, tárolótartályok légzői).

Az olefingyártás egyben jelentős hulladékforrás is. Hulladékot képeznek a különböző kimerült szárító- és katalizátortöltetek, az elhasználdott kenő-, szabályozó- és tömszelence-záróolajok, a karbantartásból, készülekttisztításból származó polimerek és iszapok, továbbá a különböző elhasználdott segédanyagok. Ezek a hulladékok gyakorlatilag kivétel nélkül veszélyesnek minősülnek.

A talajvíz minőségének védelme érdekében az olefingyárak technológiai berendezései alatti területet, az ún. technológiai blokkot összefüggő szigetelt és olajálló térburkolattal kell ellátni, ahonnan a csapadékvizek csak a szennyvíztisztítón keresztül vezethetők a befogadóba.

Az olefingyártási technológiákhoz általában egy különálló, de az üzemmel technológiai kapcsolatban lévő tartálypark is kapcsolódik, ahol részben az alapanyagok, részben pedig a termékek és melléktermékek tárolása történik. A folyadékfázisú anyagok tárolására atmoszférikus állóhengeres tartályokat alkalmaznak, melyeket részben tűzvédelmi, részben pedig környezetvédelmi okokból védőszáncsal (kármentővel) vesznek körül. Az így kialakított kármentő udvarok még műszaki védelem mellett sem garantálják teljes biztonsággal a tartályokból esetleg kiömlő folyékony szénhidrogének visszatartását, ezért ezek a tartályparkok potenciális talaj-, illetve talajvíz-szennyező források. A tartályokat ezért úgy kell kialakítani, hogy az esetleges szivárgások a tartályfenéken is ellenőrizhetők legyenek, továbbá a tartályokat túltöltés elleni védelemmel kell ellátni.

Vízvédelmi és biztonsági okokból az új állóhengeres tartályok teljes felfogóterét folyadékot át nem eresztő módon kell kiképezni. Ennek korszerű módja a tartállyal egybeépített, annak anyagában is szerkezeti részét képező kármentő alkalmazása.

A talajvízszennyezés észlelésére a tartályparkok területén talajvízfigyelő kutak létesítésével monitoring rendszer működtetése is indokolt.

A föld alatti tárolótartályok alkalmazását kerülni kell. Amennyiben ez elkerülhetetlen, akkor szivárgásérzékelővel ellátott duplafalú tartályt kell alkalmazni.

Mind a technológiai területen, mind pedig a tartálypark és az ahhoz kapcsolódó vasúti vagy közúti töltő-lefejtő állomások területén kerülni kell a földalatti csővezetékek alkalmazását.

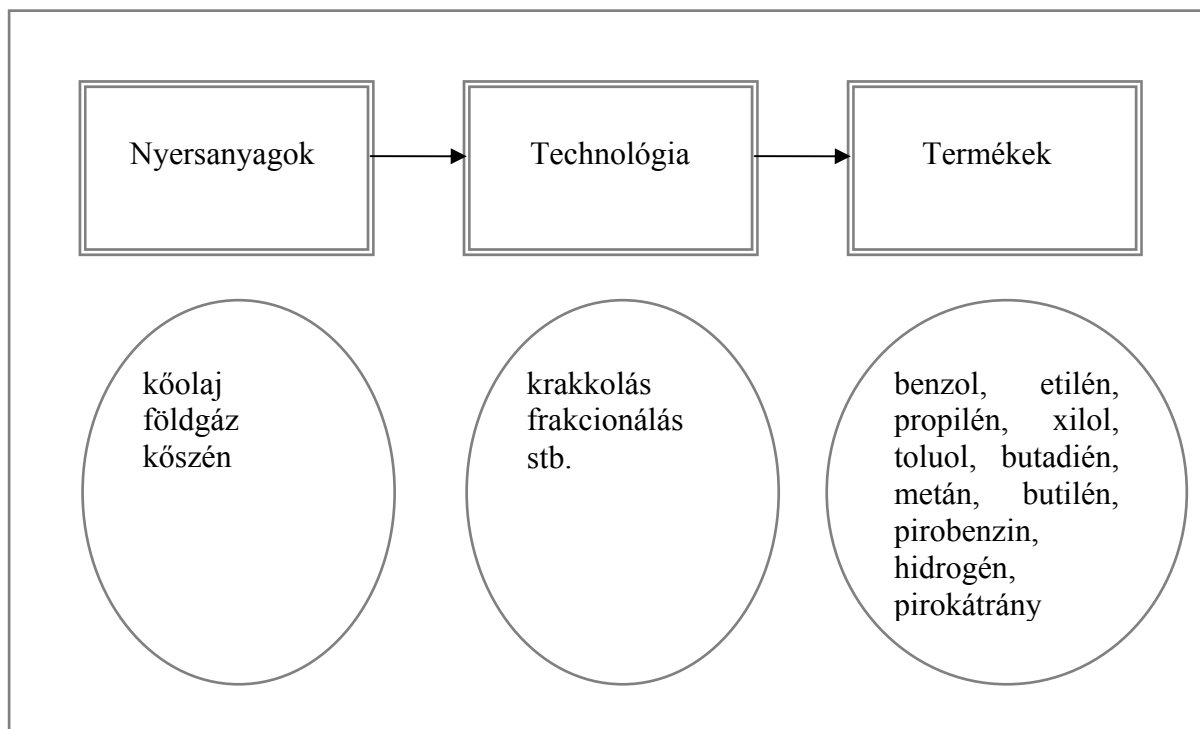
Említést érdemel, hogy a tartályokat rendeltetésükből adódóan gyakran töltik és ürítik, ezért potenciális diffúz légszennyező források. A légszennyező hatás mértékét a tartályok lefedésével és/vagy úszótetők alkalmazásával minimalizálják. A fedéllel ellátott állóhengeres tartályok légző-vezetékeibe adszorbert, vagy egyenértékű szénhidrogén-leválasztót kell beépíteni.

Az olefinüzemek jelentős potenciális zajforrások is. Zaj keletkezik a krakkoló-kemencék, a kompresszorok, a szivattyúk, a nagyteljesítményű ventilátorok stb. működése során, továbbá a fáklyarendszerbe történő lefúvatások és a fáklya működése alkalmával. Ezek a zajforrások helyi zajvédő eszközökkel csökkenthetők, de teljesen nem küszöbölhetők ki. Célszerű ezért az olefinüzemeket a lakóterületektől és közintézményektől megfelelő védőtávolságra telepíteni, amit egyébként a hatályos levegőtisztaság-védelmi jogszabályok is előírnak.

1.7 Az ágazat jellemző tevékenységeinek áttekintése

A kis szénatom-számú olefinek (etilén, propilén, butének és butadiének) iránti kereslet különösen a műanyagok gyors és széleskörű elterjedésének következményeként rendkívüli mértékben megnövekedett. Ezeket az anyagokat ugyanakkor reaktivitásuk következtében a nyersolajban nem, vagy csak minimálisan lehet megtalálni. Ezért vált szükségessé a kis szénatom-számú olefinek szénhidrogénekből történő előállítása termikus bontással (krakkolással).

A szénhidrogén-előállítás leegyszerűsített folyamatábrája:



2 A TECHNOLÓGIAI/GYÁRTÁSI FOLYAMATOK ÁTTEKINTÉSE

Alkalmazott folyamatok és eljárások

A krakkolás az a művelet, amelynek során a telített szénhidrogéneket különböző, főként telítetlen vegyületekké tördelik. Ez a dehidrogénezési reakció katalitikus vagy termikus úton befolyásolható. Európában a gőzzel végzett krakkolást alkalmazzák az etilén- és butadién-előállítás több, mint 95 %-ában, és a propilén-termelés 75 %-ában. A propilén ezen kívül a kőolaj-finomítási műveletek során is kinyerhető, főként a fluid katalitikus krakkoló reaktor kilépő gázaiból, és a propán dehidrogénezésével.

2.1 Betáplálás

A gőz bekeveréses krakkolással történő etilén-előállítás ideális kiindulási (betáplálási) anyagai az egyenes szénláncú normál paraffinok (C_nH_{2n+2}), ahol n tipikusan a 2 és 12 közötti egész szám. Ezek krakkolása során döntően etilén és propilén keletkezik. A butánok (C_4) a leggyakrabban normál- és izo-butánok izomerjeinek keverékéből állnak, míg a C_5 és ennél nagyobb szénatom-szám fölött az izomerek száma jelentősen emelkedik. Ezért a legtöbb gyártó rákényszerül arra, hogy keverékeket tartalmazó betáplálási anyagokat krakkoljon, melyek egyaránt lehetnek gáz halmazállapotúak (etán, propán, és néha bután), vagy folyékonyak (könnyű, közepes és nehéz benzinek földgáz-kondenzátumok, bután és gázolaj).

Gázok

Az alacsonyabb szénatom-számú olefineket gyakran gáz halmazállapotú etán vagy propán betáplálásával nyerik, vagy sokkal kisebb mértékben n-butánból. Az etán krakkolása során etilén keletkezik, és csak kis mennyiségben jön létre C_3 -nál nehezebb frakció. Ezért értelemeszerűen a legjobb etilén-kihozatal etán krakkolásával érhető el: 1,25 tonna etán/tonna etilén. Propán esetében ez a fajlagos érték már 2,17 t/t, bután esetén a fajlagos 2,3 t/t.

Vegyipari (könnyű) benzin (szolvens nafta)

A vegyipari benzin azokat a C_6 - C_{10} szénhidrogéneket jelenti, melyek forráspont-tartománya 50-200°C közötti. Krakkolása során a célterméken kívül a melléktermékek széles tartománya keletkezik, ezért a fajlagos etilén kihozatal ~0,32 t/t benzin.

Nehéz benzin frakciók krakkolása esetén jelentős az aromás komponensek, izo-paraffinok és naftének kihozatala, és csökken a kihozatal butadiénből és etilénből.

Gázolaj

Krakkolásra atmoszférikus lepárlású gázolajat (AGO³) vagy vákuum lepárlású gázolajat (VGO⁴) használnak. Az előbbi forráspont tartománya 200-400°C, az utóbbié 400-500°C, vagy e fölötti. A gázolajok több-kevesebb, de gyakran 1000 ppm fölötti mennyiségben ként is tartalmaznak, aminek az eltávolítása az olefingyártás során többletkezelést igényel.

2.2 Katalitikus krakkolás

A katalitikus krakkolást az olyan finomítóknak használják, ahol a magasabb forráspontú, nehéz frakciókat alakítják át telített, elágazó láncú paraffinokká, nafténekké

3 AGO (Atmospheric Gas Oil): atmoszférikus (lepárlású) gázolaj

4 VGO (Vacuum Gas Oil): vákuum (lepárlású) gázolaj

(cikloparaffinokká) és aromás vegyületekké. A kőolaj-finomítókban ezt jellemzően fluid ágy használatával érik el. A termék-áramból a propilént kinyerik.

2.3 Gőzzel végzett krakkolás

A világ etilén- és egyéb olefin-szükségletének gyakorlatilag teljes mennyiségét, és a propilén-szükséglet túlnyomó részét gőz bekeveréssel végzett krakkolási műveletekkel állítják elő. Ennek során a megfelelő szénhidrogén-gőz elegyet magas hőmérsékletekre (750-800°C-ra) hevítik, és ezáltal a szénhidrogén molekulákat a kívánt, alacsonyabb szénatom-számú olefin-termékekké bontják, szakszóval: krakkolják.

A krakkolási eljárás három meghatározó szakaszra bontható: pirolízis; primer frakcionálás és kompresszió; valamint termék-frakcionálás.

Első szakasz: pirolízis

Az alapanyagként használt szénhidrogéneket (vegyipari benzin, vagy gázolaj, ill. etán vagy propán) hőcserélőkben kb. 100°C-ra előmelegítik, majd a pirolizáló kemence konvektív zónájában 600-680°C-ra továbbmelegítve a szükséges arányban hozzákeverik a túlhevített vízgőzt. A vízgőz feladata a kokszképződés minimalizálása, illetve az olefinek képződésének elősegítése. A konvektív zónából a szénhidrogén-vízgőz gázelegy a kemence ún. radiációs zónájába kerül, ahol a további gyors melegítést a kemencék oldalfalán elhelyezett gázégők sugárzó hője biztosítja. A radiációs csövekből, illetve a kemencéből a keletkezett pirogáz 830-870°C hőmérsékleten távozik. A pirogáz összetételét a radiációs zónában történő tartózkodási idővel, a hőmérsékletprofillal és a parciális nyomással szabályozzák. A pirogázt a nemkívánatos további reakciók befagyasztása érdekében gyorsan le kell hűteni. Ezt ún. kvencs-hűtőkön keresztülvezetve biztosítják, miközben a kvencs-hűtő gázcsövei közötti térben nagynyomású (120-130 bar) vízgőzt állítanak elő, ami az alapvető energiaforrását képezi a kompressziós szakaszban üzemeltetett gőzturbina meghajtású kompresszoroknak.

A kvencs-hűtőkből távozó, a kvencs-hűtők tisztaságától függően 370-650°C hőmérsékletű pirogázt direkt kvencsolaj befecskendezéssel 180°C-ra hűtik, ahonnan kollektorvezetéken keresztül a primer frakcionáló részét képező olajos mosókolonnába kerül.

A krakkoló kemencékben a gőzbetáplálás csökkenti, de teljesen nem akadályozza meg a kokszképződést, ezért a felhasznált alapanyagtól és a kemencék üzemeltetési paramétereitől függően időnként a kemencéket le kell állítani és a csőfalakon lerakódott kokszt el kell távolítani. Ez az ún. kiegészítő művelet a kemencék fűtésével és a kemencecsövekbe vízgőz, illetve fokozatosan növekvő arányban levegő betáplálása mellett történik. A kokszt oxidációja során a keletkező gázokat termikusan, vagy más módon tovább kell kezelni. A kezelés részét képezi a forró gázok vízzel történő mosása. Az ennek során keletkező szennyvizet szintén tisztítani kell.

Második szakasz: primer frakcionálás és kompresszió

A primer frakcionálás első lépcsőjében az olajos mosókolonnában történik a pirogáz nehézfrakcióinak az ún. kvencsolajnak a leválasztása, mely a kolonna alján gyűlik össze. A kolonna fenékhőmérséklete 165°C. A leválasztott kvencsolajat hőcserélőkben -melyek egy része kisnyomású vízgőz előállítására is alkalmas- tovább hűtik, majd egy részét visszavezetik a kemencékhez tartozó kvencshűtők után a pirogáz hűtésére, a másik részét pedig, mint mellékterméket, a tároló rendszerbe továbbítják. A kvencsolaj felhasználható energetikai célra, tüzelőanyagként, például az olefingyár gőzsükségletét ellátó kazán fűtésére, emellett alapvető nyersanyaga az ipari korom előállításának.

Az olajos mosókolonna fejrészen 115°C-on távozó pirogázt a vizes mosókolonnába vezetik, ahol cirkuláltatott mosóvízzel megtörténik a pirogázban lévő benzinfrafrakció döntő hányadának leválasztása. A vizes mosó víztöltetéből biztosítják a mosóvíz egy részének gőzzel történő sztrippelésével, a pirokemencékbe vezetett gőzt előállító technológiai gőzboilerek tápvizét is. A gőzboilerekből leiszapolt víz az olefingyártás egyik jelentős szennyvízforrása.

A vizes mosókolonna fejhőmérséklete kb. 30°C, fenékhőmérséklete pedig kb. 80°C. A kolonna alján összegyűlő benzin-víz keverékből a benzin elválasztása frakcionáló tartályban történik. A kolonna tetejéről a pirogáz nehéz-frakcióktól mentesített része 25°C-on kerül a kompressziós részbe, ahol gőzturbina-hajtású többfokozatú radiális turbókompresszorokban a pirogáz nyomását 30 bar fölé -általában 33-36 bar- értékre növelik.

A kompressziós szakaszban történik a pirogázból a savas gázok (szén-dioxid, kénvegyületek) eltávolítása. Ennek érdekében a többségében ötfokozatú gázkompresszor harmadik fokozata után a pirogázt általában lúgos mosótornyon vezetik keresztül, ahol megtörténik az említett szennyező komponensek kémiai eltávolítása. A negyedik fokozat után kilépő gáz nedvességtartalmának leválasztására glikolos mosást alkalmaznak. A pirogáz kompresszor fokozatok közötti hűtése következtében a gázban még meglévő benzinfrafrakciók cseppfolyósodnak és leválasztásra kerülnek. Ez képezi a benzinkinyerés másik forrását.

A savas gázok eltávolítása során gázolint (C_5-C_8) is szoktak a rendszerbe adagolni a polimerképződés csökkentése és a már keletkezett polimerek feloldása érdekében. A szén-dioxid eltávolítása mono-etanol aminban (MEA) történő elnyeletéssel (abszorpcióval) is lehetséges.

Harmadik szakasz: termék-frakcionálás

A komprimált és szennyező komponensektől mentesített pirolízisgázt molekulaszűrővel szárítják, majd cseppfolyós propilénnel ellenáramú hűtőkben -20°C körüli hőmérsékletre előhűtik. Az ezt követő frakcionálási folyamat során történik általában első lépésben a C_2 és annál kisebb szénatom-számú frakciók (C_2-) elválasztása a C_3 és annál nagyobb szénatom-számú frakcióktól (C_3+). Ezt követően a frakcionálás több lépésben, illetve több soron folytatódik.

A C_2- frakciót szelektív katalitikus hidrogénezésnek vetik alá a frakcióban lévő acetilén etilénné alakítása érdekében. Az exoterm katalitikus reakció metanollal hűtött reaktorban történik. Különösen indításnál a reakció hőfokszabályozása nagy figyelmet igényel a reakció megfutás elkerülése érdekében.

Az acetilénmentesített C_2- frakciót molekulaszűrővel szárítják, majd mélyhűtik és leválasztják a metán és hidrogén tartalmát. A gázok hidegenergiáját az előhűtésénél hasznosítják. A metán, ezt követően, energetikai hasznosítás céljából a fűtőhálózatba kerül, a hidrogént pedig a termékek hidrogénezéséhez használják, maradék hányadát pedig értékesítik. A C_1 mentesített frakcióból az etilén-kolonnában különítik el az etilént, és vezetik el mint végterméket, a kolonna fenéktermékét, az etánt pedig, mint alapanyagot visszavezetik a krakkoló-kemencébe.

A C_3+ frakció a C_3-C_4 frakcionáló kolonnába kerül. A fejtermék C_3 frakciót hidrogénezik, majd polimer-mosás és sztrippelés után a propilén-kolonnában történik a propilén és a propán szétválasztása. A fejtermék propilént tárolásra és/vagy felhasználásra termékként elvezetik, a fenéktermék propán pedig szintén a krakkolóba vezethető.

A C_4+ frakcióból a C_4-C_5 szétválasztó-kolonnában nyerik ki a C_4 -et, amit szintén hidrogéneznek. Teljes hidrogénezés esetén a C_4 acetilének és a butadién telítésére kerül sor. Az így nyert frakció alapanyagként a krakkolóban felhasználható, vagy fűtőanyagként hasznosítható. Szelektív hidrogénezés esetén butadién-dús frakció keletkezik, ami műgumi gyártáshoz használható fel.

A C₄-C₅ szétválasztó-kolonna fenékterméke a korábban leválasztott benzinfrakciókkal együtt a C₅-C₆ szétválasztó-kolonnába kerül. A fejtermékként kinyert C₅ szénhidrogének krakkolásra hasznosíthatók, a C₆+ frakció pedig a C₆-C₇ kolonnában tovább szeparálható.

A C₆ frakció, hidrogénezés után, mint benzolfrakció értékesíthető.

A C₇+ frakció, hidrogénezés után, mint hidrogénezett pirobenzin nagy oktánszámú motorhajtó komponensként szintén értékes termék.

2.4 Segéd- és adalékanyagok, segédeszközök

A gőz bekeveréssel végzett krakkolási művelethez számos segédanyag és segédeszköz (berendezés) alkalmazása szükséges, melyek például a következők:

- Hígító gőz – arra használják, hogy csökkentsék a szénhidrogének parciális nyomását a krakkoló kemencékben, és mérsékeljék a kokszosodást. A primer frakcionáláshoz használt mosóvíz egy részének, kondenzének elpárologtatásával állítják legtöbbször elő.
- Nátrium-hidroxid – a primer frakcionálás után a pirogázban lévő savas komponensek eltávolítására használják.
- Metanol – a mélyhűtő rendszerek üzemindítás előtti szárítására, vagy a működő rendszerben kifagyott szilárd szénhidrogén-hidrátok kioldására használják. Alkalmazásának szükségessége esetén a végtermékek átmenetileg metanollal szennyeződhetnek, ezért ideiglenes fáklyázásuk válhat szükségessé.
- Lerakódást gátló adalékok – használatuk ott szükséges, ahol polimerizációs folyamatok miatt lerakódások keletkezhetnek (pl. komprimálás vagy butadién-extrakció során).
- Antioxidánsok – a butadién stabilizálására.
- Hidrogén – a nyers pirobenzin stabilizálására, valamint a C₂, C₃, C₄ párlatban (frakcióban) található acetilén-termékek hidrogénezésére.
- Hidrogénező katalizátorok (általában nemesfémek, melyek semleges hordozóra felvitt formában biztosítják a katalitikus folyamatok lejátszódását).
- Gázzárító szerek (rendszerint molekulaszűrők).
- Regeneráló kemence – a szárítószerek (molekulaszűrők) regenerálására.
- Extraháló szer – a butadién kinyeréséhez.
- Fáklyarendszerek – biztonsági terhelés-mentesítést nyújtanak az üzemzavarok esetén szükséges lefűvások és üzemindítás során a rendszerből elvezetett gázok elégetésével. A fáklyarendszerek gyújtólángjának működtetéséhez a technológiától független gázforrásra, fűtőgázra van szükség. A korommentes üzemeltetés biztosításához gőzporlasztást biztosító, vagy egyéb szabályozó berendezések szükségesek.
- Nitrogén – mint inert gáz a készülékek, csővezetékek karbantartás előtti kifűvítéséhez, inertizálásához, vagy üzembe helyezés előtti oxigénmentesítéséhez.
- Levegő és levegő + gőz – a krakkoló kemencék koksztmentesítéséhez.
- Pirolízis füstgáz-analizátorok és technológiai mintavevő rendszerek (zárt rendszerű vagy fáklyához csatlakozó kivitelben).

3 ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: MEGELŐZÉS

A petrokkémiai iparban a szennyezés-megelőzést elsődlegesen az egyre jobb és tökéletesebb üzemeltetési eljárások alkalmazásával, a melléktermékek hasznosításának növelésével, továbbá a technológiák fejlesztésével oldják meg.

Az iparágban használatos berendezések tökeigényesek és hosszú élettartalmúak, ennek ellenére a szennyezés-megelőző technikák nagyobb hatékonysága következtében a szennyezés-csökkenést eredményező fejlesztések rövid, vagy hosszabb távon is megtérülnek.

A szennyezés-megelőző tevékenységek csökkenthetik a költségeket. Közvetlen előnyök:

- Csökken a hulladékok kezelésének költsége.
- Csökken a hulladék-kezelő berendezések létesítésének tökeigénye.
- Alacsonyabbak a telephelyen kívül történő kezelések költségei.
- A jobb kihozatal következtében csökkennek a gyártási költségek.
- A hulladékok értékesítéséből vagy újrahasznosításából bevételek és/vagy megtakarítások keletkeznek.
- Elkerülhetők a környezeti előírások figyelmen kívül hagyásából adódó költségek (pl.: szankciók).
- Csökkennek a technológiai berendezések hulladék-kibocsátásai.
- A kevesebb hulladék miatt a hulladékkezelés környezeti hatásai is csökkennek.
- Javul a vevők bizalma, ami javítja a termékértékesítés feltételeit.

Közvetett előnyök:

- A káros környezeti hatások csökkenése költségmegtakarítást eredményez az alábbi területeken:
 - kisebb remediációs költségek,
 - megtakarítás a törvényi-jogi kötelezettségek teljesítése során,
 - emisszió-kiegyenlítések lehetősége (belső és külső),
 - társadalmi megítélés javul,
 - növekvő környezet-tudatosság az üzem személyzete és vezetése részéről,
 - jobb közegészségi helyzet.

A szennyezés-megelőzés a folyamat fejlesztésének bármelyik szakaszában alkalmazható. Általában a kutatási és fejlesztési szakaszban végzett változtatások a legeredményesebbek. A műveletek megtervezése során és az üzemeltetési gyakorlatban végrehajtott módosítások is számottevő eredményt hozhatnak.

Ez a fejezet összefoglaló információkat tartalmaz a szennyezés-megelőzési lehetőségekről. Ügyelni kell arra, hogy a bemutatott lehetőségek nem szükségszerűen alkalmazhatóak minden berendezésre. A döntések meghozatala során gondosan vizsgálni kell a szennyezés-megelőzés lehetőségeit, a tervezett módosítások kihatását, nem csupán a konkrét kibocsátásra, hanem valamennyi környezeti elemet érintő hatásaira vonatkozóan is.

Megjegyezzük, hogy jelen műszaki útmutató alapvetően az egyszerű szénhidrogének gyártása során alkalmazni szükséges elérhető legjobb technikákat, továbbá csökkentési lehetőségeket részletezi. A petrokkémiai technológiák rendkívüli bonyolultsága tekintettel ebben a fejezetben, továbbá a csökkentés lehetőségét bemutató 4. pont alatti fejezetben számos olyan

más szektorban (pl. ásványolaj- és gázfeldolgozók, műanyagok gyártása) alkalmazható technológiai módosítási lehetőségeket is bemutatunk, amelyek részben a krakkoló üzemekben is eredményesen hasznosíthatók.

3.1 Energiahatékonyság

A szén-dioxid emissziók a krakkolóba betáplált alapanyag mennyiségével általában arányosak. Ezt oly módon lehet optimalizálni, hogy visszanyerik a hőt, ahol csak lehetséges. Az emissziókat a belépő anyagok típusa is befolyásolja. A szén-dioxid emisszió az energiahatékonyság növelésével csökkenthető, mivel a felhasznált anyagok típusai kevésbé befolyásolhatók.

Az energia-hatékonyság növekedése gyakran csak a kulcsfontosságú berendezések (mint például a kemencék, kompresszorok és desztilláló oszlopok) cseréjével, vagy nagyobb módosításával lehetséges. Az ilyen változások végrehajtására vonatkozó döntést költség-haszon elemzésre alapozzák, figyelembe véve azt, hogy az alapanyagok költsége képezi a legnagyobb figyelembe veendő költséghányadot.

Említést érdemel az, hogy a petrolkémia látványos fejlődését, energia- és költséghatékonyságának javulását az olajválság váltotta ki. Ezáltal jelentősen javították a fajlagos termékihozatalt, megoldották a melléktermékek hasznosítását, és jelentősen javították a folyamaton belüli energiahatékonyságot.

Jelenleg európai szinten szabad kapacitások állnak rendelkezésre, ami csökkenti a további hatékonyságnövelésre irányuló érdekeket. Ez az érdekcsökkenés látszólagos, mert a többletkapacitások következtében a piaci verseny is fokozódik, ami viszont a hatékonyság további növelését segíti elő.

Az alábbiakban néhány említésre méltó fejlesztési lehetőséget mutatunk be:

Krakkoló szakasz

- szelektívebb krakkolást eredményező csőkígyók a nagyobb etilén-kihozatal biztosítására,
- technológiai rendszerbe épített tökéletesített hőcserélők nagyobb hővisszanyeréssel, alacsonyabb nyomásesés mellett,
- magasabb összesített hatásfok az alapanyagra és a termékekre vetítve (tipikusan 92-94 %),
- technológiai rendszerbe épített másodlagos hőcserélők a gázkrakkolóknál,
- a krakkolók füstgázának jobb hasznosítása a kvencs-hűtőkben termelt gőz túlhevítésére, és a tápvíz előmelegítésére.

Krakkógázok hűtése és sűrítése

- magasabb benzin-frakcionáló fenékhőmérséklet,
- a vizes mosók felmelegedett vizének hatékonyabb hőhasznosítása,
- a pirogáz kompresszor fokozatai közötti műveletek ellenállásának csökkentése
- a gázturbinák (ahol ilyen be van építve) kilépő füstgázának hasznosítása a krakkoló égőinél a levegő előmelegítésére.

Hideg frakcionáló és mélyhűtő rendszerek

- további expandáltatás a gázok metán-mentesítése során a betáplált anyagok előhűtésének optimalizálása érdekében,
- segéd hőcserélők kialakítása a hatékonyabb hideg-rekuperáció érdekében,
- megnövelt felületű hőcserélők alkalmazása a hőátviteli teljesítmény javítása érdekében.

Segédrendszerek, kiszolgáló rendszerek

- gázturbina/elektromos áramgenerátor beépítése,
- a gőz-mérleg és a teljesítmény-mérleg optimalizálása,
- a hatásfok javítása a kompresszorok/hajtások esetében.

3.2 Az üzemek kialakítása

A **gőzzel működő krakkolók** nagy méretű üzemek, melyeknél a termék előállításra vetített energiafelhasználás jelentős (45-50 GJ/t etilén).

A **gőzzel működő krakkoló üzemeknél az elérhető legjobb technikai lehetőségek a következők lehetnek:**

- Valamennyi berendezést és csővezeték-rendszert úgy kell megtervezni, hogy **tömörekek** legyenek, és minimalizálják az illékony emissziókat. Tömítésmentes, illetve kettős vagy tandem-tömítésű gépeket és kis veszteségű szeleptömítéseket kell alkalmazni, spirális tekercseléssel készített tömítőanyagokat kell használni, és kerülni kell a peremes kötéseket. Az ismert egészségügyi veszélyt jelentő anyagok (pl. butadién és benzol) kezelését végző berendezéseket úgy kell kialakítani, hogy elfogadható szintre korlátozódjon a veszély kockázata.
- Normál üzemmenet esetén **nem lehet szénhidrogén-kibocsátás a környezetbe.** (Ehhez biztosítani kell a berendezések valamennyi nyílásának zárt állapotát.)
- A **szénhidrogén-fáklyák** esetében **zárt vezetékrendszert** kell alkalmazni a lefúvatott anyagáramok biztonságos elvezetéséhez. A fáklyák alkalmazásának szükségességét minimálisra lehet csökkenteni megfelelő nyomásfokozatú berendezések kiválasztásával. A fáklyákat úgy kell kialakítani, hogy tökéletes égést és korommentes üzemelést lehessen biztosítani lehetőleg a fáklya teljes teljesítménytartományában.
- Nagymértékben integrált **energia-visszanyerő rendszereket** kell alkalmazni. A (továbbfejlesztett *Pinch-analízis* segítségével történő) integrálás révén maximális visszanyerést és alacsonyabb energia-fogyasztást lehet biztosítani.
- A tervezett **nagyjavítások** között, huzamosabb időszakaszokon keresztül, folyamatos működést biztosító feltételeket kell teremteni (a 3-5 éves időközök a szokásosak). Ennek feltételei: tartalék alkatrészek raktárkészleten való biztosítása, a berendezések állapotának on-line monitorozása, karbantartási és üzemeltetési stratégiák alkalmazása.
- Elterjedten használt automatikus reteszrendszerek lehetővé teszik az üzem **biztonságos leállítását.** Ezek a rendszerek gyakran többszörösen túlbiztosítottak (redundánsok), képesek on-line ellenőrző vizsgálatok és tesztek lefolytatására, illetve a visszakapcsolásra.
- Több eljárás alkalmazható a **hulladékoknak a keletkezés helyszínén történő minimalizálására**, amelyek az üzem belüli anyagáramok visszavezetésén és újrafeldolgozásán (pl. repirolízisen) alapulnak.
- **Elválasztó csatornarendszerek kialakítása.** Célja a különböző szennyezettségű vizek hatékonyabb előkezelése és a kevésbé szennyezett vizek újrafelhasználási

lehetőségének megteremtése. A használt lúgos folyadékáramok kezelése speciális eszközöket és technológiákat igényel, de előnyben kell részesíteni a visszanyerést, hasznosítást eredményező megoldásokat. A sókibocsátás növelését okozó, pH beállítást szolgáló savas semlegesítést lehetőleg kerülni kell. A szennyvízkezelő rendszereket korrózióálló kivitelben kell készíteni, és olyan leválasztókkal (előkezelő berendezésekkel) kiegészíteni, melyek megakadályozzák az illékony vegyületek emisszióját.

- A gőzzel működő krakkoló üzemekben csak korlátozott mértékben alkalmaznak **anyagtároló berendezéseket**. A felhasznált anyagok és a termékek tárolása rendszerint a krakkoló-üzem területén kívül, de azzal technológiai szinten összekapcsolt tártályparkban történik.

3.3 Fejlesztések

Mint korábban már említettük, az elmúlt évszázad 70-es éveit követően az olajárrobbanás jelentős hatékonyságnövelő kutatásokat és technológiafejlődést eredményezett. Napjaink döntő jelentőségű és az etilén-gyártás során már alkalmazásba vett innovációi bizonyos betekintést nyújthatnak a jövőbeli fejlesztések lehetséges irányába. A jelenlegi trendeket vizsgáló egyik tanulmány kimutatta, hogy az 1960-as évek vége és az 1970-es évek vége között az olaj (és ebből következően a betáplálendő kiindulási anyagok) ára volt az elsődleges gazdasági befolyásoló tényező az etilén-iparágban. A folyamatokban és műveletek során a legtöbb újítás az üzem olyan jellegű átalakítását tartalmazta, melyek révén nagyobb energia-hatékonyságot lehetett elérni, és a belépő kiindulási anyagok nagyobb rugalmassággal történő kiválasztása vált lehetővé. Ezt követte az 1970-es évek végétől az 1990-es évek elejéig tartó időszak, ami a mikroelektronikai jellegű fejlesztések korszaka volt, ez egyre jobb és tökéletesebb folyamat-irányító és folyamat-ellenőrző technológiák alkalmazásához vezetett. A fejlesztések és újítások nem kizárólag a gyártók oldaláról jelentkeztek, hanem a különböző üzleti partnerek és a berendezések gyártói is részt vettek benne.

Legújabbban az a jellemző, hogy fölös gyártási kapacitások állnak rendelkezésre, ezért kis igény mutatkozik új gyártóüzemek iránt. Az új üzemek legfontosabb növekedési piaca a fejlődő gazdaságú országokban található. A fejlett gazdaságú országok innovációs erőfeszítéseinek iránya az üzemek szűk keresztmetszeteinek megszüntetése, az üzemeltetési költségek csökkentése és a környezetvédelem felé mutat. Lássunk néhányat a legújabb fejlesztésekből:

- Gázturbinák energiaforrásként való használata, a kilépő gázok felhasználása a kemencékben égető-levegőként.
- Folyamat-optimalizáló rendszerek (ide tartoznak a monitorozó és automatikus rendszerek is).
- Rendszerek, melyek meggátolják a kokszt-mentesítőkből származó emisszióknak a környező légkörbe való kikerülését.
- A koksztosodás csökkentése a kemencékben olyan csövek használata révén, melyek szilíciummal és alumíniummal vannak bevonva.
- Betétes csövek kialakítása, a csövek eldugulása által kiváltott hatások csökkentése érdekében.
- Nagyobb energia-hatékonyságú és nagyobb kapacitású termék-visszanyerő rendszerek.
- Benzolnak vízgőzzel történő eltávolítása (sztrippelés) szennyvizekből.
- Lúgos folyadékáramok visszavezetése.
- Kromátok eltávolítása szennyvizekből.

- Osztott-áramú folyamatok és műveletek használata az olaj-elválasztás hatékonyságának és kapacitásának fokozására.
- Változtatható sebességű motorok használata a krakkológáz-kompresszorok meghajtására.
- A kemencéken belül lévő csövek geometriájának módosítása.
- A kemencék hatásfokának fokozása több cső használatával és az égőkől származó hőenergia-kibocsátás növelésével.
- Magasabb üzemelési hőmérséklet alkalmazása a kemencékben, amit metallurgiai tökéletesített csövek kialakításával és jobb gyártással lehet elérni.
- Az égők tökéletesítése az NO_x , a CO és a kokszt-jellegű emissziók csökkentése érdekében.
- A kompresszorok és a turbinák hatásfokának növelése.

A közeli jövőben az várható, hogy továbbra is a gőzzel működő krakkoló üzemek maradnak a meghatározóak az etilén és propilén gyártása területén, de jelentősebb fejlesztésekre lehet számítani, mégpedig:

- Tovább tart a már meglévő üzemek szűk keresztmetszeteinek csökkentése, mivel a modern krakkoló berendezések éves szinten 500 ezer tonna nagyságrendű kapacitással rendelkeznek.
- Az üzemek erőfeszítéseket tesznek a rugalmasság fejlesztésére a belépő anyagok terén, hogy előnyhöz tudjanak jutni a tervezetthez képest (olcsóbb) alapanyagok, használatával. Az új belépő anyagok (alapanyagok) közé tartozhatnak a gázok kondenzátumai, valamint a kevésbé piacképes finomított termékek (C_4 és ennél nehezebb frakciók) anyagáramai.
- A leghasznosabb termékek iránt a szelektivitást optimalizálni fogják – ami külön említésre méltó a propilén esetében, amely iránt gyorsabban növekvő igény nyilvánul meg, mint az etilén iránt. Ez kedvezhet a régebbi krakkoló üzemeknek, melyeket még nem alakították át az etilén-gyártás maximalizálása érdekében.

Hosszabb távon másfajta eljárások vehetik át a vezető szerepet a gőzzel történő krakkolás helyett, olyanok, amelyek jobb anyagmérleget biztosítanak. Erős versenytárrá válhat, úgy tűnik, a rövid érintkezési idejű, tökéletesített fluid állapotban végzett katalitikus krakkolás (FCC⁵). A tökéletesített FCC az Amerikai Egyesült Államokban és Európában már ma is nagy propilén-forrás, és az eljárások fejlesztésének függvényében fontos forrássá válhat az etilén, valamint a C_4 és C_5 olefinek terén is. Több olefin állítható elő a C_3 - C_4 és a C_5 frakciókból az FCC-üzemekben oly módon, hogy kisebb mennyiségben (pl. ZSM5) zeolitot adagolnak a katalizátorhoz.

⁵ FCC (Fluidised Catalytic Cracking): fluid állapotban végzett katalitikus krakkolás

3.4 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.
Alkalmazás:
A hatékonyság növelése.

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

3.5 Technológiai változások

Kimerült lúgok visszaforgatása és regenerálása
A lúgos anyagokat a közbenső termékekből és a végtermékekből a kén-hidrogén és a fenol megkötésére (abszorbeálására) és eltávolítására használják. Ezeket a lúgos hatású anyagokat gyakran vissza lehet forgatni. A használt lúgokat (kimerült lúgokat) vegyszerek visszanyerésével foglalkozó bizonyos cégeknek is el lehet adni, ha a fenol vagy a kén-hidrogén koncentrációja elég magas. A finomító-üzemben előfordulhat, hogy a lúgos anyagokban található fenol koncentrációja annyira megnövekszik, hogy a szennyezőanyag kinyerése vagy visszanyerése gazdaságossá válik. A fenolokat tartalmazó lúgos anyagokat a gyártási helyszínen is vissza lehet forgatni (azaz újra fel lehet használni), ha a lúgos anyagok pH-értékét annyira lecsökkentik, hogy a fenolok oldhatatlanná válnak, s így módon lehetővé teszik a fizikai elválasztást. Ezután a lúgos anyagok a finomító-üzem szennyvíztisztító rendszerében továbbkezelhetők.

Olajtartalmú iszapok használata belépő anyagként
Az olajos iszapok nagy részét a koksizáló egységbe vagy a nyersdesztilláló egységbe lehet továbbítani, ahol a finomító-üzem termékeinek részévé válnak. A koksizolóba továbbított iszapot a gyorshűtő-vízzel együtt be lehet injektálni a koksizáló dobba, vagy közvetlenül be lehet injektálni az utókoksizáló egységbe, esetleg be lehet injektálni a koksizoló lefűtató egységébe, amit a gyorshűtött termékek elválasztásánál használnak. Napjainkban ennek az iszapnak belépő anyagként való felhasználása válik egyre nagyobb jelentőségűvé. A legtöbb finomító-üzem már ilyen módon működik. A koksizoló egységbe továbbított iszap mennyiségét a koksizáló minőségi előírásai, specifikációi korlátozhatják, ezek határt szabhatnak a koksizálóban lévő és az iszaptól származó szilárd anyagok mennyiségének. A koksizáló műveleteket is lehet azonban korszerűsíteni, mégpedig abba az irányba, hogy nagyobb mennyiségű iszap kezelésére legyenek képesek.

Felületaktív anyagok ellenőrzése a szennyvízben

A finomító-üzem szennyvíz-áramaiba bekerülő felületaktív anyagok hatására növekszik a keletkezett emulziók és iszapok mennyisége. Ilyen felületaktív anyagok számos forrásból léphetnek be a rendszerbe, mint például: a detergenset alkalmazó mosókádakból; a tisztítótankos tehergépjárművek tankjainak belsejéből; valamint a legkülönbözőbb feladatokhoz használatos tisztítószerkekből. A fentiek mellett a szennyvízkezelő telepen az olajok, a víz és a szilárd anyagok elválasztása során használatos szerves polimerek túlzott mértékű alkalmazása és keverése gyakran stabilizáló hatást fejt ki az emulziókra. A felületaktív anyagok használatát minimálisra lehet csökkenteni, ha szakképzett kezelőket alkalmaznak a berendezésnél, valamint ha a felületaktív szereket az oldott levegős flotációs egység (DAF⁶) lefelé haladó anyagáramaiba irányítják, végül, ha az olajos felületeknek az olajtól és a szennyeződésektől való megtisztítására száraz tisztítást, nagynyomású vizet vagy gőzt alkalmaznak.

A hőcserélő berendezések tisztítására szolgáló szilárd anyagok ellenőrzése

Számos finomító-üzemben nagynyomású vizet használnak a hőcserélő berendezések csőkötegeinek megtisztítására, a keletkezett vizet pedig szilárd szennyezésekkel együtt a finomító-üzem szennyvízkezelő rendszerébe vezetik. A szilárd anyagok olajat vihetnek magukkal a szennyvíz-rendszerbe és finomabb szilárd anyagokat és stabilizált emulziókat is tartalmazhatnak, melyeket nehezebb eltávolítani. A szilárd anyagokat a hőcserélő berendezések tisztítását végző blokkokban is el lehet távolítani, ha betonból készült bukógátakat építenek a felszíni folyadékkivezetések köré, vagy ha a folyadékkáramok kifolyásait szűrővel fedik le. A szilárd anyagok keletkezése csökkenthető például a szennyeződés-lerakódást gátló anyagok használatával, melyek megakadályozzák a kiválást a hőcserélők csőkötegeiben.

A hűtőtornyok lefúvatásának minimalizálása

A recirkulált hűtővízben a szilárd anyagok koncentrációját a cirkuláltatott víz egy részének leiszapolásával szabályozzák. A leiszapolott vízben található szilárd anyagok ilyenkor további iszapot juttathatnak a szennyvízkezelő telepre. A hűtőtornyok leiszapolásának mennyiségét csökkenteni lehet, ha minimalizálják a hűtővízben található oldott szilárd anyag-tartalmat. A hűtővízben lévő összes oldott szilárd anyag jelentékeny hányada származhat a pótvízből, a benne lévő természetes előfordulású kalcium-karbonátok formájában. Az ilyen szilárd anyagokat oly módon lehet csökkenteni ha a pótvizet fordított ozmózis, ill. elektrodialízis alkalmazásával kezelik, a hideg meszes lágyítás alkalmazását lehetőség szerint kerülni kell.

A fenékiszap-keletkezés csökkentése a tárolókban

A nyersolaj tárolására használatos tárolók fenékén lévő üledékben található a finomító-üzem szilárd jellegű hulladékainak jelentős százaléka, melyek a nehézfém-vegyületek jelenléte következtében különösen bonyolult kibocsátási problémákat okoznak. A tárolók fenékiszapjában előfordulnak nehéz szénhidrogének és szilárd anyagok is, valamint víz, rozsda és kirakódott vízkő. A tárolók fenékiszapjának minimalizálását a költségek szempontjából a leghatékonyabban úgy lehet végrehajtani, hogy gondosan elválasztják a tárolók fenékiszapjában maradó olajat és vizet. Az olaj visszanyerésére és újrafelhasználásra alkalmassá tételére szűrőket és centrifugákat is lehet használni.

⁶ DAF (Dissolved Air Flotation): levegővel történő flotálás

A szűrőanyagok regenerálása vagy kezelése

A finomító-üzemek szűrőiben felhasznált anyagokat (derítőanyagokat) időközönként pótolni kell, vagy cseréjük szükséges. A használt derítőanyagok gyakran jelentékeny mennyiségben tartalmaznak adszorbeált szénhidrogéneket, ezért veszélyes hulladékot képeznek. A használt, kimerült derítőanyagok, agyagok vízzel vagy gőzzel történő visszamosatásával minimális szintre csökkenthető a szénhidrogén-tartalom, ezért ismételt hasznosításuk lehetséges. A derítőanyagok regenerálásának egy másik módszere, amikor az agyagot könnyűbenzinnel (szolvens naftával) kimossák, majd gőzzel történő kezeléssel megszáritják, végezetül regenerálás céljából kemencében hevítik. Egyes esetekben a derítőanyagok regenerálását teljes egészében helyettesíteni is lehet ilyen hidro-kezeléssel (gőzzel történő kezeléssel).

Szivárgás-detektáló és kiküszöbölő program alkalmazása

Az illékony emissziók képezik az egyik legjelentősebb forrását a finomító-üzemek szénhidrogén-emisszióinak. A szivárgás-észlelő és kiküszöbölő program (LDAR⁷) egy hordozható detektáló készülékből áll, mellyel az illékony szerves anyagokat lehet észlelni a szelepek, peremek és szivattyútömítések rendszeres tervszerű ellenőrzése folyamán. Ilyen esetekben a szivárgásokat azonnal meg lehet szüntetni, vagy a lehető legrövidebb határidőre javítást lehet beütemezni.

Másodlagos tömítések elhelyezése a tároló-tartályokon

A finomító-üzemekből származó illékony anyag-emissziók egyik legnagyobb forrását azok a tároló-tartályok jelentik, melyekben benzint és más, illékony jellegű anyagot tárolnak. Az ily módon fellépő veszteségeket jelentős mértékben csökkenteni lehet, ha a tároló-tartályokra egy másodlagos tömítést is felszerelnek.

Közbenső termékek – Mennyiség és minőség

Leírás:

Termékmódosítással kiküszöbölhető a veszélyes kémiai anyagok felhasználása, csökkenthetők a kibocsátások a gyártási technológiákból, és mérsékelhetők a kibocsátások a végtermékekből is. A termékcsomagoló 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.

⁷ LDAR (Leak Detection And Repair): szivárgás-észlelő és kiküszöbölő program

A föld alatti csővezetékek rendbehozatala, a szivárgások megszüntetése

A föld alatti csővezetékekből szivárgó anyagok felderítetlen forrásokat jelentenek a talaj és a talajvíz szennyezéséhez. A föld alatti csővezetékek ellenőrzése, kijavítása vagy kicserélése felszínen húzódó csővezetékekre csökkentheti, vagy akár meg is szüntetheti az ilyen potenciális szivárgási forrásokat. Amennyiben a vezeték felszín alatt történő kiépítése elkerülhetetlen, akkor a vezetékkel egyenértékű szilárdságú védőcsőben kell vezetni és biztosítani a szivárgás-ellenőrzés technikai feltételeit.

Nagynyomású és nagy teljesítményű mosók

A klórozott oldószerek gőzeit alkalmazó zsírtalanítókat nagynyomású, nagy teljesítményű mosókra lehet kicserélni, melyekből nem keletkeznek veszélyes hulladéknak minősülő kimerült oldószerek.

Hasadótárcsák és dugók alkalmazása

A nyomás alatt lévő szívószelepekre szerelt hasadótárcsák és a nyitott végű szelepekbe helyezett záródugók csökkenthetik az illékony emissziókat.

A régi kazánok kicserélése

A finomító-üzemekben működő régi kazánok az SO_x - és NO_x -emissziók, valamint a finom részecskékből álló emissziók jelentékeny forrásai lehetnek. Számos régi kazánt lehet felváltani egyetlen új gőzfeljesztő egységgel, melyet emisszió-ellenőrző készülékekkel is felszerelnek.

Főlsleges tároló-tartályok (medencék) használatból történő kivonása

A tároló-tartályok jelentik az egyik legnagyobb emisszió-forrást az illékony szerves anyagok (VOC^8) esetében, ezért az ilyen tartályok számának csökkentése szignifikáns hatást válthat ki. Ha minimalizáljuk a tároló-tartályok számát, akkor a tartályok fenékiszapjában lévő szilárd anyagok és a dekantált szennyvíz mennyisége is csökkenhet.

Nyitott medencék használatának megszüntetése

A hűtésre, a szilárd anyagok kiülepítésére és a technológiai vizek tárolására szolgáló nyitott medencék az illékony szerves anyagok emissziójának számottevő forrásai lehetnek. A koksosító egységek hűtőiből származó, valamint a kokszban lévő illékony szerves anyagok eltávolítása során keletkező szennyvizet esetenként nyitott medencékben hűtik, ahonnan az illékony szerves anyagok könnyen eltávozhatnak a környező légtérbe. Számos esetben a nyitott medencéket zárt tároló-tartályokkal lehet helyettesíteni.

A műveleti szennyvíz-áramok elkülönítése

A finomító-üzemek szennyezőanyagainak jelentékeny hányada azokból az olajos iszapokból származik, melyeket a folyamatokból származó szennyvizek és az esővizek kombinált csatornarendszerei tartalmaznak. A viszonylag tiszta esővizekből származó kifolyásoknak a műveleti vizektől való különválasztása csökkentheti a keletkezett olajos iszapok mennyiségét. Ezen túlmenően sokkal nagyobb lehetőségek állnak rendelkezésre az olaj visszanyerésére a kisebb mennyiségű, koncentráltabb technológiai folyadék-áramokból.

⁸ VOC, Volatile Organic Compounds: illékony szerves vegyületek

Az olajok visszanyerésének tökéletesítése olajos iszapokból

Az olajos iszapok a finomító-üzemek szilárd hulladékainak nagy részét képezik, ezért az olajnak az iszapokból történő kinyerése terén elért bármilyen fejlesztés, tökéletesítés számottevően csökkentheti a hulladék mennyiségét. Jelenleg is számos technológiát alkalmaznak az olaj, a víz és a szilárd szennyező anyagok mechanikai elválasztására. Ezek közé tartoznak a következők: szalagos szűrőprések, süllyesztett kamrás nyomásszűrők, rotációs vákuumszűrők, csigás centrifugák, tárcás centrifugák, rázógépek, termikus szárítók és centrifuga-szárító kombinációk.

Ártalmatlan zsírtalanító oldószerek használata

A hagyományos elhasználódott (kimerült) zsírtalanító oldószerek mennyiségét csökkenteni lehet, vagy használatukat ki is lehet küszöbölni, ha azokat kevésbé toxikus, és/vagy biológiailag lebontható termékekkel helyettesítik.

A kromátok, mint korróziógátló anyagok használatának kiküszöbölése/megszüntetése

A kromátokat tartalmazó hulladékok mennyiségét a hűtőtornyokból származó iszapoknál és a hőcserélő-iszapoknál csökkenteni lehet, használatukat ki is lehet küszöbölni, ha a kromátokat kevésbé toxikus alternatív anyagokkal helyettesítik, például foszfátokkal.

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 a szennyvízkezelő berendezések biológiai fokozatát. A szennyvízkezelő berendezésekből származó iszap a nehézfém-tartalom miatt veszélyes hulladék. A nehézfémek általában alacsony toxicitási küszöbökkel rendelkeznek a vizes környezetekben, és biológiailag felhalmozódhatnak az élő szervezetekben.

Alkalmazás:

A nemesfém-tartalmú, hulladékká vált (kimerült) 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 inaktiválási mechanizmusok tanulmányozása és azonosítása. Olyan feltételek elkerülése, melyek hő vagy kémiai inaktiválást 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 kihatással járhat.
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.

3.6 Megfelelő gyártási gyakorlatok

A vállalatok irányítási rendszerében a szennyezés-megelőzési szabályzatok és programok beépítésével 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 fegyvellemmel és gyakorlattal, illetve a kezelőszemélyzet képzésével csökkenthetők minimálisra.

A dolgozók betanítása csökkenti a csatornába jutó szilárd anyagok mennyiségét
Egy olyan üzemi oktatási-képzési programnak a segítségével, amely hangsúlyozza annak a jelentőségét, hogy a szilárd anyagokat távol kell tartani a csatorna-rendszerektől, csökkenteni lehet a finomító-üzem személyzetének mindennapi tevékenységéből származó iszap részarányát a szennyvízkezelő-telepen.
A dolgozók betanítása megakadályozza a talaj szennyeződését
A szennyezett talajok mennyisége csökkenthető a dolgozók rendszeres szakmai képzésével (oktatásával). Gondos üzemeltetéssel és odafigyeléssel megelőzhetők a nem kívánatos szivárgások, kiömléseket és kifolyásokat eredményező hibák.

3.7 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 a 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 technológiák berendezések összeillesztésével és cseréjével is optimalizálhatók.

Az ésszerű berendezés- és technológiaváltoztatások 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 hőbontását/lebomlását okozhatja. A lokálisan jelentkező magas hőmérséklet megnöveli a reakció sebességét, ami nem kívánatos reakciótermékeket, pl. kátrányszerű anyagokat eredményezhet. Ezek az anyagok lerakódásokat és dugulásokat okozhatnak a reaktorban, ami költséges berendezéstisztítást igényel, és termeléskiesést okoz.
A hőforrások, mint például a kemencék és kazánok egyben füstgáz kibocsátási források is.
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 oldhatósága vízben a hőmérséklet emelkedésével növekszik.

Alkalmazás:
Olyan üzemi hőmérsékletek kiválasztása, melyek a környezeti hőmérsékletéhez közeliak. Alacsonyabb gőznyomás alkalmazása alacsonyabb hőmérsékleteknél. Közbenső hőcserélők alkalmazása, hogy elkerülhető legyen az érintkezés a kemencecsövekkel és -falakkal. Szakaszos 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 kondenzációs 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, adszorpcióval 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 korrózióálló 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 keresztszennyeződésének 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 váratlan 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. A hasznosítási 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 kémiaiában, melyek befolyásolják a szennyezés megelőzést. A termékek összetételének megváltoztatása, eltérő anyag helyettesítésével vagy olyan egyedi vegyi anyagok keverékének alkalmazásával, melyek megfelelnek a végfelhasználói igényeknek.

3.8 Nyersanyagok

A termékgyártásban 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 anyagszennyeződéseknél 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 szagküszöbértékű anyagok nagyobb bűzhatást okoznak.
Alkalmazás:
Alacsony gőztenziójú anyagok használata. Magasabb szagküszöbértékű anyagok használata.

Nyersanyagok – Vízoldhatóság
Leírás:
A vízben oldódó mérgező vagy biológiailag nem lebomló anyagok hátrányosan befolyásolhatják a szennyvízkezelés 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 és/vagy előkezeléssel kombinált visszaforgatása. Optimális technológiai feltételek meghatározása a fázisszeparáláshoz. Alternatív szeparálási technológiák (koagulatorok, 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 lökésszerű 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, jelentős szállítási volumenek esetén anyagspecifikus jármű-park kialakításával a termékváltáshoz szükséges tisztítási igények csökkentésére. Többször használható göngyölegek (szállítókonténerek vagy hordók) alkalmazása. Az anyagok típusának megfelelő berendezések és vezérlések alkalmazása a kibocsátások ellenőrzése érdekében.

3.9 Technológia változtatások

A kibocsátások és hulladékok megelőző karbantartási program alkalmazásával csökkenthetők. A szivárgások csökkenthetők hermetikus szivattyúk, hegesztett karimájú elzáró szerelvények, 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 termékek kibocsátásának zártrendszerű kialakításával.

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

Hulladékáramok
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:
A hulladékáramok forrásainak és mennyiségeinek dokumentálása a szennyezés-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:
Vízzáró szigetelések Epoxi gyantával védett akna,- padlóburkolatok Egyéb vízzáró tömítés Aljzat alá telepített, a szigetelés felett elhelyezendő észlelő-gyűjtő drén kialakítása 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 Rendszer-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:
Visszafolyási arány (reflux) növelése Desztilláció hatékonyságát növelő tálcatípusok beépítése Oszlop működési feltételek változtatása (visszafolyási arány, adagoló tálca, hőmérséklet, nyomás stb.) Szigetelés a hőveszteség csökkentésére Belépő anyagáram előmelegítése A kiforráló méretének növelése nyomáscsökkenés csökkentésére Oszlop tisztítása a szennyeződés csökkentése érdekében Magasabb nyomású gőz alkalmazása

A berendezések módosításai – A technológia telepítési területe
Leírás:
Szennyeződött esővíz Szennyeződött tűzi víz Szivárgások és kibocsátások tisztítás során

Alkalmazás:
A technológiai terület lefedése Elválasztó csatornahálózat kiépítése (ipari szennyvízcsatorna, csapadékvíz csatorna, kommunális szennyvízcsatorna) Zártvezetékes kialakítású szennyvízcsatornák Padlók tömítése Elvezetés, öblítés szigetelt aknába Útvonal kiépítése a hulladékkezeléshez A csatornatisztítások tervezése Minimális csatornaöblítések alkalmazása Szigetelt, robbanásbiztos aknafedelek alkalmazása, ha éghető folyadék kerülhet a csatornába 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:
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 mellékreakció (hulladékhő >> alacsony nyomású gőz >> nagynyomású gőz) Olyan üzemi hőmérsékletek kiválasztása, melyek a környezeti hőmérséklethez közeliak 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:
Felületvédelem: korrózió és erózió figyelése, megelőzése 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 Fémről készült berendezések anyagának megváltoztatása Burkolt csővezeték alkalmazása

A berendezések módosításai – Szivattyúk
Leírás:
Diffúz kibocsátások a tengelytömítés-szivárgásokból 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. A cél a 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 jellemzően 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,
- jogszabályi 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 forgó 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 kezelő-berendezésekről van szó, a forráscsökkentési lehetőségeket kell figyelembe venni. A fentiekben említett megfontolások eredményeként a megfelelő kezelőrendszert a szóba jöhető és ismert kezelési technikák összehasonlításával, illetve alkalmazhatóságuk mérlegelésével célszerű kiválasztani.

Az ipari méretű szerves vegyipari gyártók nagy számú és mennyiségű vegyi anyagot 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.

4.1 Energiafogyasztás

A gőzzel történő olefin-krakkolási folyamat erősen endoterm reakció, amelynél nagy mennyiségű energiára van szükség magas hőmérsékleten ($>800\text{ }^{\circ}\text{C}$) a betáplált kiindulási anyagok disszociációjának eléréséhez, miközben ugyanabban az időben kriogén elválasztási folyamatokat (beleértve az akár $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten végzett mélyhűtési műveleteket) kell végrehajtani a termékek elválasztása és tisztítása érdekében.

Az olefinek előállítása azért is energiaigényes, mert a folyamatba bevitt alapanyagok maguk is energiahordozók, ami azt jelenti, hogy – eltekintve a külső forrásból felhasznált energiatípusoktól (pl. villamos energia, gőzenergia, gázenergia) – 1 t etilén előállításához 3,17 t alapanyag szükséges, ami 130 GJ/t etilén fajlagos energia felhasználást jelent.

A valóságban ez az érték lényegesen csökkenthető, mivel a gyártási folyamat során keletkező valamennyi energiahordozó (metán, hidrogén, pirolízis olaj) és valamennyi társ- és melléktermék hasznosítására törekednek. Minél jobb hatásfokot sikerül elérni az energetikailag is azonosítható és értékelhető fő- és segítő technológiai folyamatokban, annál nagyobb lesz a rendszer egészének energetikai hatásfoka, illetve annál kedvezőbbek lesznek a fajlagos anyagfelhasználások. Ez alapvető gazdaságossági kérdés és meghatározza az előállított termékek piaci versenyképességét.

A gőzzel végzett krakkolás 2.3. pontban részletezett szakaszai alapján megállapítható, hogy az alapanyag energiatartalmától eltekintve legnagyobb az energia felhasználása a pirolízis szakasznak, ahol a krakkoló kemencékben a szénhidrogének termikus bontásához a szénhidrogén-vízgőz fázist $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé kell hevíteni. A pirolízis szakasz egyben a legnagyobb hőhasznosító azáltal, hogy a pirogáz gyors lehűtésével a kvencshűtőkben nagynyomású telített vízgőz állítható elő.

A krakkoló kemencékkel általában integráltan egy gőzfejlesztő rendszer is működik, ahol előmelegítik a kvencshűtők tápvizét, és túlhevítik ($500\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé) a kvencshűtőkben termelt telített gőzt. Döntően az így előállított gőz biztosítja a termékfrakcionálást megelőző kompresszió szakaszban a gázkompresszorokat meghajtó gőzturbinák gőzenergia-ellátását. A gőzfejlesztő biztosíthatja a krakkolóba vezetett technológiai gőz túlhevítését is.

Az így kialakított integrált rendszer alkalmas a krakkoló forró füstgázainak hatékony energetikai hasznosítására.

Olyan korábban alkalmazott kialakítások is vannak, ahol a kemencesorhoz egyetlen gőzkazán kapcsolódik, ahol ez a decentralizált gőzkazán látja el valamennyi kvencshűtő telített gőzének túlhevítését és az integrált rendszerrel említett egyéb funkciókat azáltal, hogy valamennyi krakkoló füstgázának hőtartalmát együtt hasznosítja. Ennek a decentralizált megoldásnak az a hátránya, hogy a központi kazán leállása esetén valamennyi krakkoló kemence is leáll, vagyis teljesen megszűnik az olefingyártás, ami jelentős termelésekiesést és nagyobb veszteséget okoz. Ilyen decentralizált rendszert ezért újabban már nem építenek.

A decentralizált rendszernek olyan területeken van még létjogosultsága, ahol a közelben megfelelő nyomású, hőmérsékletű és kapacitású import gőzforrás (pl. erőmű szabad gőztermelő kapacitással) nem áll rendelkezésre. A decentralizált központi kazán saját gőzfejlesztő kapacitása ugyanis alkalmas a gyár újraindításához.

A hőhasznosítással termelt nagynyomású gőzzel működtetik a primer frakcionálás után a pirogáz kompresszort meghajtó gőzturbinát, továbbá az etilén és propilén hűtőkompresszorok gőzturbináit is, melyek közül a pirogáz kompresszort és általában a propilén kompresszort meghajtó turbinák kondenzációs fokozattal is rendelkeznek. Ez a megoldás javítja az

energiaátalakítás hatásfokát és visszanyerhetővé teszi a turbinákból $-0,8$ bar nyomáson kilépő gőz kondenzátumát, ami a gőzfejlesztőkre tápvízként visszavezethető.

Az olefingyárakban általában három, de inkább négy nyomásszintű gőzhálózatot üzemeltetnek, hogy valamennyi hőfogyasztóhoz (előmelegítők, kiforralók) a leghatékonyabb nyomású gőz álljon rendelkezésre.

Az egyes nyomásfokozatok között a gőz expandáltatása gőzturbinákon történik.

Gőzturbina hajtására tervezik a gőzfejlesztő rendszerek tápszivattyúinak, a füstgázventilátoroknak, az olajos mosó és a vizes mosó cirkuláltató szivattyúinak legalább az egyikét, vagy háromból kettőt. Egy-egy forgógép pedig mindegyik helyen elektromotor hajtású.

Normál üzemállapot mellett mindig a gőzturbina hajtású gépek üzemelnek. Ezek üzemzavara esetén pedig a villanymotor hajtású gépek automatikusan indulnak.

Ez a megoldás jelentősen javítja az üzembiztonságot.

A termék-frakcionálás szakaszban energia megtakarítás a frakcionáló folyamatok optimalizálásával, a hőveszteségek csökkentésével és az indokolatlan veszteségek megszüntetésével érhető el.

A termék-frakcionáló szakaszban lehet döntően biztosítani a melléktermékek olyan minőségét, ami lehetővé teszi termékként történő értékesítésüket, vagy a rendszeren belül alapanyagként történő hasznosításukat.

Az üzem folyamatainak és az üzemben végzett műveleteknek csak korlátozott számú része – amit a gőzzel működő krakkoló berendezéseknél alkalmaznak – a felelős az emissziók létrejöttéért, mivel éppen a műveletek természetéből fakad, hogy zárt rendszerre van szükség, melyekben veszélyes, gyúlékony és néha mérgező illékony szénhidrogénekkel dolgoznak nagyobb nyomásokon. Az alábbiakban áttekintjük azokat a megelőzési és ellenőrzési technikákat, melyeket az emissziókat előidézni képes üzemi tevékenységek esetében lehet alkalmazni.

4.2 Légszennyező anyagok

A finomító- és krakkolóüzemek légszennyező komponensei közé tartoznak a nyersolajban és frakcióiban található illékony komponensek emissziói, a folyamatok és műveletek során használt égetőberendezések (krakkolókemencék, regeneráló-kemencék) füstgázemissziói, továbbá a különféle finomítási lépések és műveletek során létrejövő emissziók. Illékony emissziók általában jellemzően fordulnak elő a finomító-üzemek esetében, és potenciálisan illékony emisszió-források ezreiből származhatnak, mint például a szelepek, szivattyúk, tartályok és tárolók, nyomásbiztosító szelepek, peremek, stb. Míg az egyedi szivárgások tipikusan kicsinyek, addig az összes illékony anyag szivárgásának összege egy krakkoló vagy finomító-üzemben az egyik legnagyobb emisszió-forrást képezheti. Az illékony anyagok emisszióit számos eljárással lehet csökkenteni, ide sorolva a korszerű szivárgásmentes berendezéseket, a tartályok és készülékek, valamint más potenciális források számának csökkentését, és a talán leghatékonyabb módszert, a folytatólagosan végzett szivárgás-észlelő és kiküszöbölő programot.

A finomító-üzemekben használt nagyszámú technológiai tüzelőberendezés – amelyeket a technológiai folyamatok anyagáramainak hevítésére, vagy kazánokban vízgőz előállítására használnak, potenciális SO_x , NO_x , CO emisszióforrások. Helyes üzemeltetési gyakorlattal és tisztább fűtőanyagok pl. földgáz égetésével ezek az emissziók csökkenthetők. Ha azonban az égés nem tökéletes, vagy a hevítő-melegítő egységeket a finomítás nehéz maradékaival vagy bitumennel fűtik, akkor az emissziók már számottevőek lehetnek.

Az egyes finomítási műveleteket elhagyó gáz-áramok többsége változó mennyiségben finomítói fűtőgázt, kén-hidrogént és ammóniát tartalmaz. Ezeket az anyag-áramokat összegyűjtik, majd gáz-kezelő és kén-visszanyerő egységekbe vezetik a finomítói fűtőgáz és a kén kinyerésére. A kén-visszanyerő egységből származó emissziók jellemző módon némi H_2S -t, SO_x -et és NO_x -et tartalmaznak.

A finomítási műveletek másféle emisszió-forrásai a katalizátorok időszakos regenerálásából származnak. Ezek a műveletek jelentős szén-monoxid, szilárd részecskék és illékony szerves anyagok kibocsátói. A gáz-áramokat kezelni kell, át kell bocsátani egy szén-monoxid-égetőn, ahol a szén-monoxid és némi illékony szerves vegyület is elég, majd egy elektrosztatikus porleválasztón vagy ciklonon a finom szilárd légszennyezők leválasztása érdekében.

Az alábbi táblázat a legfontosabb szennyezőanyag-típusokat foglalja össze:

Forrás	Szennyező anyagok				
	NO_x	SO_2	CO	VOC	Részecskék
Gáztüzelésű kemencék / hevítők	X	X	X	X	
Gáztüzelésű turbinák	X	X	X	X	
Folyékony üzemanyagú kazánok	X	X	X	X	X
Pontforrások	X	X	X	X	X
Karbantartási tevékenységek				X	
Be nem sorolható emissziók				X	
Kokszeltávolító műveletek	X			X	X
Savas gázok kibocsátása		X			
Regeneráló kemencék	X	X	X	X	

A kemencék területe

A pirolizáló (krakkoló) kemencék telepítési blokkjához tartoznak a nagynyomású gőzt előállító berendezések, beleértve a működtetésükhöz szükséges technológiai rendszerek (tápvíz-, füstgáz-, égéslevegő ellátó rendszerek).

A levegőt szennyező legjelentősebb emissziók a tüzelőanyagoknak a pirolizises krakkoló kemencékben végbemenő elégetéséből származnak. A krakkoló kemencék üzemelési körülményeit gyakran változtatják meg annak érdekében, hogy a kívánt termék-eloszlást ériék el, ez azonban kihatással lehet az égetési művelet optimális szabályozására és ellenőrzésére is.

Fáklyák

Valamennyi krakkoló berendezés fel van szerelve gázfáklya-rendszerrel, melyek segítségével biztonságosan ki lehet bocsátani mindazon szénhidrogéneket vagy hidrogént, amit nem lehet a folyamatok során visszanyerni. Ez különösen a nem tervezett leállások és az üzem-indítások során jellemző, amikor a közbenső anyag-áramok még nem érték el a specifikációnak megfelelő anyagösszetételt.

Különösen fontos lehet a fáklya-rendszer a krakkoló-üzem indítása során. Az indítási periódus hossza olyan tényezőktől függ, mint a megelőző leállás hossza / természete, valamint attól, hogy milyen berendezéseket nyitottak fel a karbantartások céljaira (ha ugyan volt ilyen), és milyen az üzem integráltságának foka. Az indítási periódus 15 óra és néhány nap között változhat, ezen belül 60 tonna/óra mennyiséget is elérheti a fáklyázni szükséges szénhidrogének mennyisége.

Pontforrásokból származó illékony szerves anyagok

A normál üzemeltetés alatt nagyon kevés illékony szerves anyag emisszió keletkezik a krakkolási műveletek miatt, mivel ezeket az anyagokat visszavezetik a folyamatokba, ahol üzemanyagként hasznosítják, vagy az integrált gyártási rendszer más, kapcsolt folyamataiba irányítják. Az etilén-termelő üzemekből származó, jelentősebb VOC-emissziók időszakosan léphetnek fel, de előfordulnak az üzem indítási és leállási szakaszában, valamint a műveletek egyensúlyának felborulása és vészhelyzetek esetén. Illékony szerves anyagok léphetnek ki a nyomásbiztosító berendezésekből, az előírásoknak nem megfelelő anyagok szándékos lefúvatása során, vagy amikor a berendezéseket karbantartás céljából előzetesen nitrogénárammal átöblítik (inertizálják). A krackgáz-sűrítők (kompresszorok) és a hűtőkompresszorok kimenetei potenciális forrásait jelentik a rövidtávú, nagy sebességű VOC-emisszióknak. A normál üzemeltetés alatt fellépő benzol-emissziók fő forrása a krackgáz-kompresszor tömszelence záróolajának kilépése. Az időszakos emissziókat, az összes nyomásbiztosító berendezésből és vészhelyzeti lefúvatóból a fáklya-rendszerbe vezetik, amit rendszerint szabályozással látnak el.

Diffúz emissziók

A gőzzel működő krakkoló üzemek jelentős diffúz légszennyező források. Illékony anyagok emissziója lehetséges a csővezetékek peremeinél, a tartályok készülékek fedeleinek, bűvönnyílásainak és csatlakozó vezetékeinek karimáinál, szelepszáraknál, biztonsági szelepeknél, szivattyúk, kompresszorok tengelykivezetésénél, mintavételi pontoknál.

A technológia anyagáramai közül különösen azok a komponensek illékonyak, melyek gőztenziója 20 C°-on nagyobb mint 300 Pa. A tapasztalatok szerint ezen anyagok alkotják a VOC-emissziók 2/3-ad részét. Másik tapasztalat, hogy a VOC-emissziók 60-70 %-a a szivárgó szerelvényekből származik és csak kis hányada (<10 %) írható a karima tömítések rovására.

Az alábbi táblázatban 6 levegő-emisszióforrás jellemző szennyezőanyagait mutatjuk be.

Forrás	Szennyező anyagok				
	NO _x	SO ₂	CO	VOC	Részecskék
Gáztüzelésű kemencék és gőz túlhevítők	X	X	X	X	
Koksztávolító kémények gázai	X	X	X	X	X
Fáklya-rendszerek			X	X	X
Pontforrások				X	
Diffúz emissziók				X	
Savas gázok kibocsátása		X			

Gáztüzelésű kemencék és gőz-túlhevítők

A gőzzel működő krakkolási műveletből kibocsátott levegőt szennyező anyagok a fűtőanyagok elégéséből származnak. A kemencék és a gőztermelő, gőztúlhevítő rendszerek fűtésére a termékfrakcionálás során visszanyert metánt, hidrogént és egyéb nem hasznosított gázfrakciókat használnak, külső energiaforrásként pedig általában földgázt vesznek igénybe.

A korszerű kemencék termikus hatásfoka általában 92-95 % annak köszönhetően, hogy hőhasznosító rendszereket alkalmaznak. A hatásfok növelése a füstgáz hőtartalmának hasznosításával (tápvíz, égési levegő előmelegítése, telített gőz túlhevítése) biztosítható.

A pirolízisgáz és a füstgázok energiatartalmának hasznosításával termelt nagynyomású gőzt a gázkompresszorokat hajtó gőzturbinák működtetésére használják, a turbinákból kisebb nyomásszinten elvett (megcsapolt vagy ellennyomáson távozó) gőzök pedig a termékfrakcionáló rendszer készülékeinek (előmelegítők, kiforralók, stb.) fűtésére szolgálnak.

A szén-dioxid mellett az égés során keletkezett alapvető vegyületek az NO_x , CO, az illékony szerves anyagok és potenciálisan az SO_2 . Az összesített emissziót befolyásoló tényezők közé a következők tartoznak:

- Hagyományos égőkkel történő üzemelés (a legmagasabb NO_x -érték), vagy alacsony NO_x -szintet biztosító égők, vagy szelektív katalitikus redukció ($\text{SCR}^9/\text{De-NO}_x$) egységek használata (a legalacsonyabb NO_x -érték).
- Magas hidrogén-tartalmú fűtőgáz alkalmazása, vagy változó összetételű fűtőgáz és/vagy folyékony fűtőanyagok (emelik az NO_x -szintet).
- Az égés szabályozása korszerű vagy hagyományos szabályozó rendszerek segítségével (maximális termikus hatásfok és minimális CO-szint).
- A gáz-áramok tisztítása a kemencéken keresztül történő átvezetéssel (ez az előnyben részesítendő kibocsátási útvonal).
- Az égéshez szükséges levegő előmelegítésének alkalmazása, vagy a gázturbinák kilépő füstgázainak felhasználása (javítja a termikus hatásfokot, de növeli az NO_x -szintet).
- A láng hőmérsékletének minimalizálása (ez történhet gőz beinjektálásával vagy a füstgáz visszavezetésével, az NO_x -szint csökkentése érdekében).
- Az égők kikapcsolása, visszaterhelése (általában emeli az NO_x -szintet).

Szennyezőanyag típusok

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

Légszennyező kibocsátások a vegyiparban a következők:

Pontforrások:

- berendezések szellőzőkürtői,
- kazánok, kemencék, égető-berendezések füstgáz kéményei,
- gázmotorok, gázturbinák,
- robbanómotorok füstgáz kibocsátásai,
- gázmotorok, gázturbinák kürtői stb.

Diffúz kibocsátások:

- technológiai vezetékek és készülékek karimatómítései,
- csőszerelvények tömszelencéi,
- szivattyúk, kompresszorok tengelykivezetései,
- tartályok légzői,
- nyitott depóniák,
- nyitott szennyvízkezelő műtárgyak,
- hulladéklerakók,
- fáklyák.

Épületforrások

A vegyi folyamatokból és az energia-ellátás területéről származó legfontosabb légszennyező-anyagok a következők:

⁹ SCR (Selective Catalytic Reduction): szelektív katalitikus redukció

Nitrogén-oxidok

Az NO_x -szintet elsősorban a láng hőmérséklete határozza meg, ami a tüzelés technológiájának a függvénye, valamint függ még a fűtőgáz összetételétől, a kemence geometriájától, az oxigén-fölöslegtől és – kisebb mértékben – a környező levegő hőmérsékletétől és nedvességtartalmától. Hagyományos égőket használva és földgázzal történő tüzelést alkalmazva, az NO_x -szintek várható értéke akár 250 mg/Nm^3 füstgáz is lehet (a szokásos, 3 %-os nagyságú oxigén-fölösleg mellett).

A korszerű, alacsony NO_x -szintet biztosító égőkkel (LNB¹⁰), $100\text{--}130 \text{ mg/Nm}^3$ közötti NO_x -szinteket lehet elérni. Az ultra-alacsony NO_x -értéket biztosító égők (ULNB¹¹) esetében ez az érték akár $75\text{--}100 \text{ mg/Nm}^3$ szintre is eshet, a hidrogénnek a fűtőanyagban található koncentrációjától és a kívánt égő-rugalmaságtól függően. Az LNB és ULNB berendezések esetében többlépcsős levegő-befűvást vagy fűtőanyag-beadagolást alkalmaznak a tartózkodási idő és az égő belsejében uralkodó csúcs-hőmérséklet csökkentése érdekében, ezáltal viszont csökken az NO_x keletkezése is. Az újonnan üzembehelyezett berendezéseknél nem valószínű, hogy eltérő költségek merülhetnének fel az alacsony NO_x -kibocsátással rendelkező égők meghatározása esetében, ezeknek a berendezéseknek a hagyományos égőkhöz hasonló a hatásfokuk (de több karbantartást igényelnek). Már létező kemencék esetében a geometria és a nagy számú oldalfalégő használata az LNB-égőkkel történő helyettesítést drágává és gyakran kivihetetlenné teszi, mivel jellemző módon az égőház módosításával jár együtt.

Alacsony NO_x -szinteket lehet elérni a szelektív katalitikus redukció (SCR) segítségével, amit néha „De- NO_x ”-nak vagy „De- NO_x ”-technológiának is neveznek. Az SCR során a nitrogén oxidjait ammóniával redukálják, ennek során nitrogén és víz keletkezik. A reakció úgy megy végbe, hogy a füstgázt és az ammóniát a konvekciós helyeken vagy a kemencék aknáiban elhelyezett, megfelelő katalizátor jelenlétében érintkeztetik. Az ammónia beinjektálását gondosan kézben kell tartani és szabályozni, hogy csak a sztöchiometrikus mennyiséget injektálják be, mivel a fölösleg ammónia-emissziót eredményez. Az SCR segítségével az NO_x -emissziókat akár 90 %-kal is lehet csökkenteni, vagyis földgáz esetében körülbelül 20 mg/Nm^3 értékre, miközben az NH_3 -kibocsátás 5 mg/Nm^3 alatt marad. Számos olyan tényező van azonban, ami befolyásolja a teljesítményt. Az NO_x -csökkenést befolyásoló elsődleges változó a hőmérséklet. Bizonyos katalizátorok esetében az optimális teljesítmény a tervezett hőmérséklet-értékhez képest egy $\pm 10^\circ\text{C}$ tartományon belül érhető el. Ez alatt a hőmérséklet alatt a katalizátor aktivitása erősen csökken, ami azt eredményezi, hogy a nem reagált ammónia a környezetbe kerül. Fontos tudni azt is, hogy 450°C fölötti hőmérsékleten az ammónia maga is NO_x -szé oxidálódik.

A tipikus krakkoló kemencéket úgy tervezik és alakítják ki, hogy alkalmasak legyenek az alapanyagok széles tartományának pirolizálására, névleges tervezett teljesítményük 70-110 %- között legyenek terhelhetők, továbbá a fűtőgáz összetételének változására legyenek rugalmasak.

Amikor a fűtőgáz sok hidrogént tartalmaz, ami megfelel a szokványos fűtőanyag forrásnak, akkor a vizsgálatok szerint az NO_x értékek 15-50 %-kal nagyobbak, mint földgáz használata esetén. A felsorolt eltérések mindegyike befolyásolja az SCR NO_x csökkentés hatékonyságát.

¹⁰ LNB (Low NO_x Burner) alacsony NO_x -szintet biztosító égők

¹¹ ULNB (Ultra Low NO_x Burner) ultra-alacsony NO_x -értéket biztosító égők

A legkorszerűbb fajtájú, SCR-t alkalmazó krakkoló-kemencéket úgy tervezték, és bizonyítottan úgy is működtették, hogy a $60\text{--}80\text{ mg/Nm}^3$ tartományban lévő NO_x -emissziókat érték el, miközben a reagálatlan és kibocsátott ammónia koncentrációja 5 mg/Nm^3 alatt maradt. Egy kemence üzemeltetési ciklusa folyamán azonban olyan bizonyítékok is felmerültek, melyek az SCR-egységek teljesítményének visszaesését mutatták, ez viszont magasabb NO_x -emissziókhoz és/vagy magasabb ammónia-kibocsátáshoz vezetett. Ez a konzisztens módon elérhető tartomány hasonló ahhoz a teljesítményhez, ami az ultra-alacsony NO_x -szinteket biztosító égőkkel működő technológiákkal elérhető. Az SCR ezenkívül megfelelő szállító és kezelő berendezéseket is igényel az évente néhány száz tonna mennyiségű ammónia adagolásához.

Szén-monoxid

A CO-emissziók összhangban vannak (korrelálnak) a füstgázban lévő oxigén-fölösleggel. A hatékony tüzelés érdekében az oxigén-fölösleget a lehető legalacsonyabb értéken kívánatos tartani, ugyanakkor alacsony oxigén felesleg esetén a CO-szint emelkedik. Az alacsony CO-emissziók és a magas hatásfokok egyidejűleg oly módon érhetők el, hogy tökéletesített égés-szabályozást alkalmaznak, ami hatékony fűtőanyag-felhasználást eredményez a jól megtervezett égőkben és a kemencék tűztereiben. A tökéletesített égés-szabályozást rendszerint az átfogó kemence-ellenőrző csomag részeként építik be, ami átfogja az átmenő teljesítmény, a szigorúság, a termikus hatásfok és az üzemeltetési feltételek széles körét. Általában ennek a csomagnak a részei a füstgáz szén-monoxid-tartalmának és oxigén-tartalmának elemzését végző műszerek (analizátorok) is, melyeket az égést szabályozó készülékekhez (pl. a kemence huzat-szabályozójához) csatlakoztatnak. A tökéletesített égés-szabályozás segítségével $0\text{--}20\text{ mg/m}^3$ közötti CO-szinteket lehet elérni.

Illékony szerves vegyületek (VOC)

A kemencékből származó VOC-emissziókat el lehet hanyagolni. Bizonyos esetekben a krakkoló-kemencéket úgy tervezik, hogy a regeneráló gáz-áramokat és/vagy más hulladékgázokat a kemencék tűzterén átvezetve lehessen kibocsátani, mivel a kemencében végbemenő égés sokkal hatékonyabb ártalmatlanítási módszer, mint a többi lehetőség. A kemencékben az égési hatásfok megközelíti a 100 %-ot.

Kén-dioxid

A gáztüzelésű kemencékből származó SO_2 -emissziók rendszerint elhanyagolhatók, mivel a fűtőanyag túlnyomó részben visszaforgatott gáz vagy földgáz szokott lenni. Ezek pedig gyakorlatilag kénmentesek.

Kokszotalanító kéménycső

A krakkoló művelet folyamán a kemence csövei, csőkégyői egyre fokozódó mértékben tömődnek el szénrel. Ezért a kemencéket rutinszerű módon kokszotalanítani (szénmentesíteni) kell. Ennek időköze 14 és 100 nap közötti, a betáplált anyagoktól, a kemence kialakításától (a tervtől) és a kívánt üzemeltetési szigorúságtól függően. A kokszotalanítást általában „on-line” módon hajtják végre, azaz oly módon, hogy a kemencét hevítésre kapcsolják és a kemence csőkégyóin gőzt és/vagy levegő/gőz elegyet bocsátanak keresztül, és a szenet szén-dioxiddá égetik el. A kéménycsövet az alábbi módon lehet kibocsátani:

- Egy közös kokszotalanító dobba vezetik, ami számos kemencét szolgál ki egyszerre. Ez a dob nedves porleválasztóval (vízpermetező toronnyal, vizes gyorsmosóval) van felszerelve, vagy száraz porleválasztót (ciklonokat, zsákos szűrőket) alkalmaznak.

- Egyedi koksztalanító dobokba vezetik, mindegyik egy-egy kemencéhez tartozik. A többi lépés azonos az előbbivel.
- A koksztalanítás alatt lévő kemencéből távoló füstgázt egy működő kemence tűzterébe vezetik.

Fáklya-rendszer

A krakkoló műveletek során lefuvatott kisnyomású gázokat a fáklyarendszerbe vezetik. Vészhelyzetekben arra is szükség lehet, hogy a művelet során vissza nem nyerhető szénhidrogéneket vagy hidrogént gyorsan és biztonságosan a fáklyarendszerbe vezessék. Ennek elsődleges célja a biztonság. Az üzemek többségében az előírásoknak vagy követelményeknek nem megfelelő termékeket vagy közbenső anyagokat, intermediereket szintén a fáklya-rendszerbe szokták vezetni, mivel ezeknek a nagymértékben illékony vagy gáz alakú vegyületeknek a későbbi visszanyerés céljaira való tárolása bonyolult lenne.

Kétféle fáklya létezik: a „magas fáklya” (angolul: „elevated flare”) és a „sima fáklya” (föld fáklya; angolul: „ground flare”). A kétféle fáklya közötti választás (vagy a kettő kombinációjának a választása) az üzem helyszínétől függ, pl. attól, hogy, mennyire vannak közel a többi üzemek és attól is, hogy a fáklya hő- és fénysugárzó vagy zajhatása mennyiben zavarja az üzem környezetében élőket, vagyis mennyiben sérti a szomszédsági jogokat. A földfáklya (amit csepegtető fáklyának is neveznek) működése kevésbé zavaró. Zajhatása kisebb, fényhatása árnyékolt, garantáltan korommentesen működtethető és elégetési hatásfoka meghaladja a 99 %-ot, ellentétben a magas fáklyák (csőfáklyák) 98 % körüli hatásfokával. A földfáklyák ugyanakkor korlátozott kapacitásúak, a teljesítmény változásra rugalmatlanabbak, ezért vészhelyzetek esetén kevésbé alkalmasak. A földfáklyákat abban az esetben részesítik előnyben, ha a korommentes égéshez szükséges porlasztógőz folyamatosan nem áll rendelkezésre vagy mennyisége kisebb a szükségesnél.

A magas fáklyák ezzel szemben egyszerű kialakításúak, a vészhelyzetek során hirtelen megnövekvő jelentős gázmennyiség biztonságos levezetésére és elégetésére alkalmasabbak, ugyanakkor kialakításuknál fogva messziről láthatók. Az elégetési teljesítményt gőz beinjektálásával tökéletesítik a fűtőanyag és a levegő keveredésének elősegítésére, ez azonban zavaró zaj-hatással járhat együtt, ha nagyobb mennyiségben alkalmazzák a gőzt.

A szénhidrogéneknek a fáklyákon keresztül történő elvezetése potenciálisan érték-veszteséget jelent az üzemeltető számára. Ezért jelentős erőfeszítéseket tesznek a fáklya-rendszerek alkalmazásának csökkentésére, amit megbízható berendezések tervezésével és nagy integráltsági fokú vészhelyzeti leállító rendszerek alkalmazásával lehet elérni. Az intézkedés célja, hogy elkerüljék az anyagoknak a fáklyázását. A fáklyákból származó emissziók minimalizálása két fő követelmény figyelembe vételével történik.

Az első az el nem égetett szénhidrogének, a füst – és ahol lehetséges – a zaj minimálisra való csökkentése a következő lehetőségek alkalmazásával:

- Füstnélküli fáklya-kialakítása.
- Gőz-injektálás használata a levegő és a szénhidrogének keveredésének elősegítése céljából (ezt automatikus arány-szabályozás segítségével a fáklyákon át kibocsátott szénhidrogén-mennyiséghez lehet beállítani),

- A fáklya-láng csúcsának videó-berendezések vagy infravörös (IR¹²) eszközök segítségével történő monitorozása.

A magas fáklyák tipikus módon a maximális névleges kapacitásuk körülbelül egyharmadáig képesek korom kibocsátás nélküli üzemelésre. Az ennek a teljesítménynek a fenntartásához szükséges gőz-ellátást egy biztonságos helyről, mint forrásról kell megoldani, ilyen lehet például az üzem egészének területén működő szolgáltató központ kialakítása.

A második követelmény a fáklyákon át kibocsátott szénhidrogén minimalizálása az alábbiak segítségével:

- Jó mérnöki kialakítás, a berendezések nagy megbízhatósága, korszerű technológia,
- jól képzett technikusok és mérnökök alkalmazása, rendszeres kompetencia-biztosítás és monitorozás mellett,
- elismert karbantartás-menedzsment és állapot-monitorozó programok alkalmazása a berendezések rendelkezésre állásának magas szinten történő megvalósításához (pl. on-line állapot-monitorozás a fontosabb kompresszoroknál),
- magas integráltsági fokú kikapcsoló rendszerek használata a hamis meghibásodás-jelzések lehetőségének csökkentésére és a valódi hibák által okozott hatások minimalizálására,
- fáklyagáz-visszanyerő rendszerek alkalmazása annak érdekében, hogy a fáklyagázt vissza lehessen vezetni a műveletbe vagy a fűtő-rendszerekhez (rendszerint csak kisebb anyagmennyiségek esetén lehetséges).

Pontszerű emisszió-források

Atmoszférikus kivezetések. A korszerű üzemekben a műveletekből származó minden lehetséges kivezetést egy zárt rendszerben gyűjtnek össze, majd ezeket egy megfelelő öblítőgáz-rendszeren keresztül lefáklyázzák. Az atmoszférába irányuló közvetlen szénhidrogén-kivezetéseket a gyakorlatilag lehetséges minden úton el kell kerülni, de ahol ez nem lehetséges, ott az illékony szerves vegyületek által okozott emissziókat olyan eljárások és technikák alkalmazásával lehet csökkenteni, mint a szeparátorok (más szóval ülepitők, leválasztók, angolul: „knock-out drums”) a szénhidrogének visszanyerésére, vagy az aktív szénrel végzett adszorpció vagy a gyorsmosók alkalmazása.

Forgó alkatrészekkel rendelkező berendezések. Valamennyi forgó (vagy forgó alkatrésszel rendelkező) berendezés potenciális emisszió-forrást jelent a tömítések következtében. Kettős tömítéseket vagy iker-tömítéseket alkalmaznak a mechanikai zárás biztosítása érdekében olyan helyeken, ahol a tömörtelenség környezeti kockázatot, biztonsági veszélyt jelentene. A szivárgásokból adódó emissziókat inert gázzal vagy folyadékkal történő ellennyomás biztosításával és a technológiai és záróanyag zártrendszerű elvezetésével, majd szeparálásával is meg lehet akadályozni. A nagy forgó berendezések esetében – mint például a többfokozatú centrifugál kompresszorok vagy az olaj- és gáz-keringtetők – tömítési rendszereket alkalmaznak, melyekben beépített eszközök szolgálják a szennyezett tömítő-gáz vagy záróolaj visszanyerését, amiket aztán visszavezetnek a folyamatba.

Mintavételi pontok. A mintavételi pontok potenciális emisszióforrást jelentenek. A mintavétel érdekében meg kell bontani a zárt rendszereket. Az emisszió csökkenthető zárt

¹² IR (Infra-Red): infravörös

rendszerű, on-line automatikus mintavételi technikák alkalmazásával. Az on-line analizátorok gyors ciklusú (gyors hurkú) mintavételi elrendezéseket használnak, így az egyedüli emisszió az, ami az analizátorba befecskendezett, rendkívül kis mennyiségű (óránként néhány millilitert kitevő) anyag kibocsátásából származik. Ahol kézi mintavételre van szükség, ott az emissziókat zárt mintavevő rendszerű eszközök használatával lehet minimalizálni, ennek során ugyanazokat a technikákat alkalmazzák, mint az on-line mintavételi rendszereknél, de a gyorskapcsolók alkalmazása révén a megfelelő mintavevő egységeket rövid idő alatt lehet a rendszerre rákötni, illetve onnan lekapcsolni.

Közbenső termékek tárolása. Csak viszonylag kis számú tartály működik légköri nyomáson. Ezeket a fáklya-rendszerekhez kell kapcsolni (pl. a folyékony betáplált anyagok –nafta, bizonyos közbenső gazolin-típusú termékek – napi tárolói). Ahol a tárolt anyag magas koncentrációban tartalmaz toxikus (mérgező) anyagokat, például benzolt, ott megfelelő kivezetés-visszanyerő rendszereket lehet alkalmazni, melyek a kibocsátott gőzöknek a visszanyeréséhez egy másik tartályba vezetik az anyagot a töltési, illetve kiürítési műveletek során. Emisszió csökkentő lehetőségek a nitrogénnel történő öblítés, az aktív szén-szűrők alkalmazása és a tartályok úszótetővel történő ellátása.

4.2.1 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.

Adszorpció
Leírás: Az adszorpció jelenségén gázok, folyadékok komponenseinek szilárd anyagok felületén történő megkötését, koncentrálódását 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 everzibilis folyamat, 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, üzemanyag a töltési műveletekből stb.) újrafelhasználáshoz vagy visszakeringetéshez * szennyezőanyagok például illékony szerves vegyületek, bűzök, nyomokban jelenlevő gázok stb. leválasztása vagy koncentrációik csökkentése a gázáramban, szerves anyagok megkötése vízáramból. A módszert számos helyen alkalmazzák véggázok tisztítására. A kimerült és már nem regenerálható adszorbensek rendszerint veszélyes hulladékot képeznek.
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/MS¹³ vagy GC/FID¹⁴ módszerrel lehetséges. Az illékony szerves vegyületek (nem beleértve a részecske anyagot) összes szénként mérhetők lángionizációs 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, kén-hidrogén vagy illékony szerves oldószerek eltávolítása * szilárd szennyezések eltávolítása A mosótorny különböző típusai ismertek, pl.: * száltöltéses mosótorny

¹³ GC/MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometry): gázkromatográfia/tömegspektrométer

¹⁴ GC/FID (Gas Chromatography/Flame Ionisation Detection): gázkromatográfia/lángionizációs detektor

- * töltetágyas mosótorony
- * ütközőlemezes v. lemeztöltetes mosótorony
- * permetezőtorony.

Alkalmazás:

A mosótoronyok 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, oxidálószer, lágyítók) szükségesek számos alkalmazásnál. * A leiszapolás szilárd iszap tartalmát, ha nem hasznosítható, hulladékként kell kezelni. * Szabadtéri telepítés esetén gondoskodni kell fagyvédelemről. * A mosófolyadékokra és a kezelt gáz komponenseire lehetőleg érzéketlen tömítőanyagokat kell alkalmazni. * Korrózió lehetősége. * 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 (ORP¹⁵)).

4.2.2 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 $\geq 95\%$.

A szűrőanyag nedvességtartalma $\leq 60\%$.

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, petrolkémiai iparban és a szennyvízkezelésben alkalmazzák gáz kibocsátások biológiai módon lebomló szerves komponenseinek (pl. aminok, szénhidrátok, kén-hidrogén, benzol, toluol, xilol, bűz komponensek) lebontására.

¹⁵ ORP (Oxidation-Reduction Potential): redox-potenciál

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 biomassza 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 égetéssel 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 gázzennyező 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 biomosótornyok 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, aminosavakat, szénhidrogéneket, kén-hidrogént, 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.
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 savasodást okozó komponensek koncentrációihoz.	* A gyengén oldódó komponenseket nehezebb mérsékelni. * A savasodást okozó 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: * pH * hőmérséklet * oxigén koncentráció * vezetőképesség.	

Termikus oxidáció

Leírás:

A termikus oxidáció a szennyezett gázáram éghető, veszélyes és bűzkeltő 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 légfeszültség 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:	
* Nagyfokú és állandó teljesítmény. * Egyszerű elv. * Megbízható működés. * Az oxidáció hatékonysága kiváló, a keletkező hőenergia hasznosítható.	* Dioxinok képződésének 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, illetve dioxinok 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 reakciósebességét, 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	* Kisebb 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:

Bűz							
Szerves gáz vagy gőz komponensek							
Szervetlen gáz vagy gőz komponensek							
Szerves szilárd részecskék							
Szervetlen szilárd részecskék							
Nedves anyag							
Száraz anyag							
Technika							
Porvisszanyerés és –mérés							
Szeperator	X	X	X	X			
Ciklon	X	X	X	X			
Nedves por szeparátor	X	X	X	X			
Elektrosztatikus leválasztó	X	X	X	X	X	X	
Szövet szűrő (beleértve kerámia szűrőt)	X		X	X			
Kétfokozatú porszűrő	X		X	X			
Abszolút (HEAP típusú) szűrő	X		X	X			
HEAF ¹⁶ (nagy hatékonyságú légszűrő)		X					
Páraleválasztó		X			X		
Gázvisszanyerés							
Membrános szeparálás						X	
Kondenzátor					X	X	
Kriokondenzálás					X	X	X
Adsorpció					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. mészhidráttal)					X		
Félszáraz lúg injektálás					X		
Nedves mész injektálás					X		
SNCR ¹⁷ (szelektív nem-katalitikus redukció)					X		
SCR ¹⁸ (szelektív katalitikus redukció)					X	X	

¹⁶ HEAF (High Energy Air Filter): nagy energiájú levegőszűrő

¹⁷ SNCR (Selective Non-catalytic Reduction): szelektív nem katalitikus redukció

¹⁸ SCR (Selective Catalytic Reduction): szelektív katalitikus redukció

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 porleválasztó		X	X	X
Elektrosztatikus porleválasztó (1 fokozatú)			X	X
Szővet szűrő	X	X	X	X
Kerámia szűrő		X	X	X
Kétfokozatú porszűrő		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		
Adsorpció	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (víz)	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (lúg)	X	X	X	X
Nedves gáz mosótorony (lúg-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 lúg injektálás (pl. mészhidráttal)			X	X
Félszáraz lúg injektálás			X	X
Nedves mészhidráttal		X	X	X
SNCR ¹⁹ (szelektív nem-katalitikus redukció)	X	X	X	X
SCR ²⁰ (szelektív katalitikus redukció)		X	X	X

4.3 Zaj és rezgés

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

A környezeti zajforrásokat az alábbi főbb csoportokra lehet osztani:

Ipari (üzemi) zajforrások

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

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

A vízi és légi útvonalon, közúton, közlekedési területen mozgó gépjármű, várakozó-(parkoló) helyen, vasútvonalon, pályaudvaron, repülőtéren és egyéb fel/leszállóhelyen, kikötőben

¹⁹ SNCR (Selective Non-catalytic Reduction): szelektív nem katalitikus redukció

²⁰ SCR (Selective Catalytic Reduction): szelektív katalitikus redukció

(együtt: közlekedési létesítményben) történő, a közlekedéssel közvetlenül összefüggő járműmozgás, járműműködtetés.

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

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

A 193/2001. (X.19.) sz. Kormányrendelet a létesítmények működésével kapcsolatban előírja, hogy törekedni kell „a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére” olyan technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások alkalmazásával, melyek megfelelnek a 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 hatásaik vannak: pl. zárt helyen kis zaj is képes munkahelyi kellemetlenségek okozni, de valószínűleg nem idéz elő környezeti problémát. Másrészt azonban egy nagy teljesítményű gyártóberendezés vagy több kisebb méretű berendezés, zárt építménybe elhelyezve is okozhat zajterhelést, pl. nyitott ajtó esetében. Nem szabad elfelejteni, hogy az a zajszint, ami nappal nem különösebben jelentős, éjjel zavaró lehet.

☐ Működési gyakoriságukkal kapcsolatban adatokat közölni az 1. pontban leírtak figyelembevételével minden olyan időszakosan működő zaj- és rezgésforrásról, melyek fent nem kerültek felsorolásra (időszakos/szezonjellegű működés, tisztító/karbantartó tevékenység,

telephelyen belüli szállítás /gyűjtés /mozgatás vagy munkaidőn túli tevékenység, tartalék áramfejlesztők vagy szivattyúk és riasztóberendezések zaja);

☐ Meghatározni a legközelebbi zajártalomra érzékeny helyet (jellemzően lakóhelyek, parkok és köztérek, 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_{Aeq} (egyenértékű A-hangnyomásszint);
- vizsgált létesítményre jellemző zajszint (nappal/éjszaka) L_{kAeq} ; 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_{kAeq}) meghaladja a háttérzaj szintjét (L_{aAeq}). A zaj és rezgés tekintetében viszonyításul szolgáló határértékek a 8/2002. (III.22.) KöM-EüM rendeletben találhatók.
- 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 forgalomélénkülésből adódó probléma áll elő, üzemelésre vonatkozó időkorlátokat kell alkalmazni.

Jelentős módosítás esetén kötelező, egyébként javasolt időszakosan zaj- és rezgésméréseket 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, 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),
 - 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 zaj-határértékek betartása.

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

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

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

A zajcsökkentés során vizsgálni kell az alábbi eljárások alkalmazhatóságát:

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

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

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

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	
Alkalmazás 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.	
Módszer 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.	
Előnyök	Hátrányok
* 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– stb.).

Zajárnyékoló fal	
Alkalmazás 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 előtt „eltakarják”, árnyékolják a védendő objektumot.	
Módszer 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.	
Előnyök	Hátrányok
* 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	
Alkalmazás Hanggátló szerkezetek a csendes és zajos terek elválasztására alkalmasak. A környezeti zajvédelemben az épületekben elhelyezett zajforrások hatásának csökkentésére alkalmazhatók.	
Módszer A tömeg növelésével, többrétegű szerkezet kialakításával, a rétegek közötti légrés növelésével stb. fokozható a szerkezet hanggátlása.	
Előnyök	Hátrányok
* Kevesebb zaj jut ki a szabadba. * Nem igényel utólagos zajcsökkentést.	* A kivitelezési hibák, elsősorban a rések és többrétegű 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 csöktetés (a testhangok terjedésének megakadályozásához),
- ventilátorok lapátélének lekerekítése, ventilátorok kiegyenlítése,
- kürtőknél merevítőborda alkalmazása,
- kompresszor megfelelő méretezése,
- megfelelő műszaki karbantartás.

További zajcsökkentő megoldások:

- kompresszorok kompresszorházba helyezése,
- nyílászárók cseréje,
- légtechnikai megoldások, pl. ventilátor és elszívó leárnýékolása, kidobó kürtő átalakítása
- Munkavédelem szempontjából:
- munkások ellátása egyéni zajvédő eszközökkel (fülvédő tok),
- adott esetben a munkaidő korlátozása (pl. 4 órára).

4.4 vízzennyező anyagok²¹

A kőolaj-finomítók és petrokkémiai üzemek (krakkolók) viszonylag nagy mennyiségű vizet használnak fel. A keletkezett szennyvizeknek 4 típusát különböztetik meg: szennyezett csapadékvizek, hűtővizek (ún. használt vizek), technológiai szennyvizek és kommunális szennyvizek. A szennyezett csapadékvizek időszakos jellegűek, és olyan komponensekkel szennyezettek, melyek a felszínre jutó szivárgásokból, a szállító berendezéseken és csővezetékeken fellépő lyukadásokból és kifolyásokból, a szennyeződött felületek (tető, útburkolat stb.) lemosódásából, valamint a csapadék-csatornákba vezetett mindenféle anyagból származnak. A szennyezett csapadékvizek forrásai közé tartoznak a nyersanyagokat és a végtermékeket tároló tartályok kármentőiből, egyben csapadékvíz gyűjtőrendszereiből származó vizek is.

A felhasznált vizek nagy részét hűtésre használják. A hűtővizek általában zárt rendszerűek, azaz jellemző módon nem kerülnek közvetlen kapcsolatba a műveletek során használt technológiai anyagáramokkal, ezért kevesebb szennyező anyagot tartalmaznak, mint a technológiai szennyvizek. A legtöbb hűtővizet recirkuláltatják és ellenőrzik a vízben lévő szennyezőanyagok koncentrációját és a szilárdanyag-tartalmát. Ennek alapján határozzák meg a leiszapolást és a pótvíz szükségletet. A recirkulációs technológiai hűtőtornyok a környező levegő segítségével hűtik le a vizet, ezért kimossák a hűtőlevegő szennyezőanyag, döntően szilárd por, tartalmát. A hűtővíz szennyező komponenseinek alacsony szinten tartására diszpergáló komponenseket adagolnak a keringetett vízbe, ami a szennyezés kiülepedését megakadályozza. A szilárd szennyezés így részarány-szűréssel eltávolítható.

A hűtővizek egy részét csak egyszer vezetik át a technológiai rendszeren, majd az közvetlenül a szennyvízkezelő telepre kerül. Ezt nevezik egyszeres vízhasználatnak. A zárt rendszerű hűtőkörökből származó, egyszeresen használt vizek jellemzően csak hőszennyezettek. Ez a megoldás vízpazarló, ezért alkalmazását kerülni kell!

A feldolgozási műveletek során használt vizek szintén jelentős hányadát alkotják az összes szennyvíznek. A technológiai szennyvizek a kemence kiégetések kondenzátumaiból, a technológiai gőzfejlesztők leiszapolásából, a pirogáz tisztító műveletek mosófolyadékaiból,

21 Felhívjuk a figyelmet a vegyipari szennyvizek és hulladék-gázok kezelésére vonatkozó sevillei BAT referencia dokumentumra (Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste gas Treatment/Management Systes in Cemical Sector, 2003 Februar), mely adott témában átfogóbb ismereteket nyújt. E témában készült magyaryelvű- tömörítvény, mely a hazai sajátosságokat is figyelembe veszi, elérhető Vegyipari szennyvíztisztítás és hulladékgáz kezelés címmel a KvVM IPPC holnapján (<http://www.ippc.hu>).

szivattyú tömítések hűtővizeiből, sztrippelők kondenzátumaiból származnak és szénhidrogénekkel szennyeződhetnek.

Az olefin üzemek tipikusan elsődleges és másodlagos szennyvízkezelést alkalmaznak. Az elsődleges (primer) szennyvízkezelés az olaj, a víz és a szilárd anyagok két lépésben (szakaszban) történő elválasztását jelenti. Az első szakasz során (pl. egy API²²-féle) szeparátort, egy hullámlemez gázcsapadékgyűjtőt vagy valamilyen más kialakítású szeparátort alkalmaznak. A szennyvíz nagyon lassan halad keresztül a szeparátoron, ez lehetővé teszi, hogy a szabad olaj felússzon a felszínre, ahol lefölözhető és eltávolítható, a szilárd anyagok pedig leülepednek a fenékre, ahonnan egy iszapgyűjtő zsompba kerülnek. A második szakasz fizikai vagy kémiai módszereket használ fel az emulzióban lévő olajok szennyvíztől történő elválasztására. A fizikai módszerek közé lehet sorolni a hosszú tartózkodási időt biztosító ülepítő-medencék sorának alkalmazását, vagy az oldott levegős flotáció (angolul: „dissolved air flotation”, DAF²³) használatát. A DAF-módszer során levegőt buborékoltatnak át a szennyvízen, majd mind az olajat, mind a szuszpendált szilárd anyagokat leszedik a felszínen. A szennyeződések koaguláltatására megfelelő vegyszereket, például ferri-hidroxidot – azaz vas(III)-hidroxidot – vagy alumínium-hidroxidot lehet használni, ilyenkor a felszínről sokkal könnyebben eltávolítható hab jön létre, vagy iszap keletkezik. Az elsődleges szennyvízkezelés egyes hulladékait veszélyes anyagnak lehet tekinteni. Ide tartoznak: az (API-féle) szeparátorok iszapjai, az elsődleges kezelésekből származó iszapok, a másféle gravitációs elválasztási eljárások folyamán keletkezett iszapok, a DAF-egységek felúszó anyagai, valamint az ülepítő-medencékből származó hulladékok, iszapok.

A másodlagos (szekunder) kezelés során az oldott olajat és a többi szerves szennyezőanyagot mikroorganizmusok segítségével, biológiai úton le lehet bontani. A biológiai kezeléseknél oxigén bevitelére van szükség, amit számos különböző eljárással lehet megvalósítani, ide sorolhatók az alábbiak: aktivált iszappal dolgozó egységek, csepegtető szűrők, valamint a forgó biológiai érintkeztető berendezések. A másodlagos kezelések olyan biomasszát hoznak létre, amit jellemző módon anaerob úton kell kezelni, majd vízteleníteni.

Egyes üzemekben a szennyvíz-kezelésre egy további szakaszt is beiktatnak a kibocsátási határértékek teljesítésére. Ebben a szakaszban antracitot vagy homokot alkalmaznak a maradék szennyeződések (pl. biomassza, nyomokban jelenlévő fémek, más szervesetlen vegyszerek, valamint a maradék szerves vegyszerek) kiszűrésére.

A finomító-üzemekben bizonyos szennyvíz-áramokat elkülönítve kezelnek elő, mielőtt bevezetnék a szennyvízkezelő telepre. Ennek célja az olyan szennyezőanyagoknak az eltávolítása, amelyeket nem lehet egyszerűen kezelni a többi szennyvízzel történő összekeverés után. Ilyen szennyvíz-áramok a desztilláló-egységek reflux-dobjaiból származó, a csatornába kerülő savas vizek, pl. a savas vizek, melyek oldott kén-hidrogént és más szerves kén-vegyületeket, valamint ammóniát is tartalmaznak.

Sok finomító vagy krakkoló üzemből szándékosság nélkül kerülnek ki, vagy kerültek ki a korábbi időszakokban folyékony állapotú szénhidrogének a talajvízbe és a felszíni vizekbe. Fennáll annak a lehetősége, hogy ezek a kibocsátások nagy térfogatú talajvizet és felszíni vizet szennyeznek el, ezáltal alapvető kockázatot jelentenek az emberi egészségre és a környezetre.

²² API (American Petroleum Institute): Amerikai Kőolaj Intézet

²³ DAF (Dissolved Air Flotation): levegővel történő flotálás

Szennyező anyag	Forrás
Mono-ciklikus aromás vegyületek (naftalin és fenol), valamint más szénhidrogének, szulfátok	Kondenzátum beöblítése a hígító gőzbe, gyorsmosók vizei, mosóvizek, koksztalanítók
Hulladékká vált (kimerült) lúgos anyagok, nátrium-szulfát és nátrium-tioszulfát	Savas gázok eltávolítására szolgáló egység
Koksz, kátrány és olaj	Kifolyások, kifröccsenések és mintavételezés
Polimerek	Iszapok víztelenítése
Zöld olaj (C ₂ polimerizációs termék)	Acetilén hidrogénezése
Zn/Cr és Zn/P összetételű vegyületek, hipokloritok, kénsav, szulfátok	Hűtővizek lefűvatása
Vízben lévő koksz	Nedves koksztmentesítő rendszerek
Foszfátok, aminok	Gőzbojlerek légtelenítése, megcsapolása

Műveleti vizek

A gőzzel végzett krakkolási műveletben a szénhidrogéneket hígítógőz jelenlétében krakkolják. A technológiai vizek a kondenzált hígítógőz megcsapolásaiból keletkeznek. A technológiai vizek fenolt és más, oldott vagy szuszpendált szénhidrogéneket is tartalmazhatnak, ezért további kezelésük szükséges.

Használt (kimerült) lúgos anyagok

A savas gázokat (a szén-dioxidot, a merkaptánokat, a kén-hidrogént) kimossák a pirogázból (a krakkgáz-sűrítő rendszerből), amihez nátrium-hidroxidot (marólúgot) használnak. A kimerült (hulladékká vált) lúgot a lúgos mosótoronyból vezetik el. Térfogata és összetétele közvetlen kapcsolatban áll a betáplált bemenő anyagok kén-tartalmával, de függ a lúgos torony üzemeltetésétől és a krakkolási szigorúságtól is. A kémiai oxigénigény a kezelése előtt jellemzően a 20-50 g/liter tartományban van, a többi komponens mennyisége pedig az alábbi:

- nátrium-hidroxid (0,5 – 5,0 tömeg-%),
- nátrium-szulfid (0,5 – 5,0 tömeg-%),
- nátrium-karbonát (0,5 – 10,0 tömeg-%),
- oldott szénhidrogének (0,1 – 0,3 tömeg-%), valamint benzol (néhány száz ppm-ig),
- folyékony fázisú szénhidrogének is jelen lehetnek (beleértve fenolokat és krezolokat is, ha naftát vagy nehéz betáplált anyagokat krakkolnak),
- karbonil-vegyületek, merkaptánok, cianidok és diének kisebb mennyiségekben.

Összes kibocsátott vízmennyiség

Ide tartozik minden olyan vizes anyagáram, ami a fő technológiai egységet elhagyja, továbbá a hűtővíz-körökből származó leiszapolások, a gőzfejlesztők (gőzgenerátorok) leiszapolásai, a technológiai vizek, valamint a használt (kimerült) lúgos folyadékáramok. Ennek megfelelően az összes szennyezés mennyisége nagymértékben változhat, az adott helyszín egyedi vízgazdálkodási követelményeitől függően. A mennyiséget befolyásoló tényezők közé a következők tartoznak:

- van-e, illetve működik-e hígítógőz-előállító rendszer,
- a hűtővíz rendszer egyszeres átfolyású, vagy „zárt recirkulációs” kivitelű,
- a használt (kimerült) lúgos anyagáramot elégetik-e, vagy egy levegővel működő oxidáló egységen keresztül feldolgozzák,

- a felszíni vizek és a karbantartási tevékenységek során felhasznált vizek kezelése biztosított-e.

A vegyiparban, szennyvíz keletkezhet

- a kémiai reakciók során reakciótermékként,
- technológiai vízként, amikor a víz nem vesz részt a kémiai reakcióban, de jelenléte nélkül a folyamat nem megy végbe,
- 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 hatásaik 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 TSS²⁴, BOI²⁵, KOI²⁶, AOX²⁷/EOX²⁸, VOX²⁹, 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

Műveleti (technológiai) vizek

A kemencékből származó, szennyezett kondenzátumok többségének visszaforgatásához hígítógőz-fejlesztő rendszereket alkalmaznak. A hígítógőz vagy technológiai gőzfejlesztők tápvizét az előfrakcionáléhoz tartozó vizes mosórendszer cirkuláltatott vizének részarányából sztrippeléssel nyerik, az ebből fejlesztett gőzt pedig a krakkoló kemencékbe vezetik. A hígítógőz-fejlesztő rendszerek segítségével jelentősen csökkenteni lehet a kazánok tápvíz igényét. Ez a hígítógőz-fejlesztő rendszer (DSG³⁰) azzal a további előnnyel is jár, hogy jelentősen csökkenthető a kezelést igénylő technológiai vizek mennyisége, miközben a szénhidrogén és a fenol terhelés csökken.

²⁴ TSS (Total Suspended Solids): összes szuszpendált szilárd részecske

²⁵ BOI: biológiai oxigén igény

²⁶ KOI: kémiai oxigén igény

²⁷ AOX (Absorbable Organic Halides): abszorbeálható szerves halogén tartalom

²⁸ EOX (Extractable Organic Halides): extrahálható szerves halogénezett vegyületek

²⁹ VOX (Volatile Organic Halogenated Compound): illékony szerves halogének

³⁰ DSG (Dilution Steam Generation): hígítógőz-fejlesztő rendszer

Használt (kimerült) lúgos anyagáramok

A kimerült (hulladékká vált) lúgos anyagokat nátrium-szulfid vagy krezol tartalmuktól függően értékesíteni lehet, de sokkal gyakoribb megoldás a kezelésük, amire a következő lépések kombinációja alkalmas:

Előkezelési lépés:

- Oldószeres mosás vagy folyadék-folyadék extrakció a polimerek és a polimer-prekurzorok esetében,
- Folyadék-folyadék ülepítők és/vagy koaguláló berendezések alkalmazása a szabad cseppfolyós benzin-fázis eltávolítása érdekében (amit aztán vissza lehet vezetni a műveletekbe),
- A szénhidrogének sztrippelése gőzzel vagy metánnal (ideértve a benzolt is) visszanyerés céljából, bár ennek során kén-hidrogén és merkaptánok szabadulnak fel, ami kezelést igényel.

Műveleti lépés (oxidáció):

- A valamilyen erős savval (kénsavval) vagy szén-dioxiddal végzett semlegesítés egy $\text{H}_2\text{S}/\text{CO}_2$ összetételű gáz-áramot szabadít fel, amit egy savas gázok ártatlanítására alkalmas fáklyában vagy egy égetőműben elégetnek. Ez a legegyszerűbb kezelés, amelynek során a kén-dioxid-emissziók 60-450 g SO_2 /tonna etilén értékűek (a betáplált anyagok kén-tartalmától függően). Egyes esetekben a kén-hidrogén füstgázt pl. egy Claus-típusú egységben vissza lehet nyerni és a kén kinyerésére lehet felhasználni. Ilyenkor nem keletkezik kén-dioxid-emisszió, ám ez a módszer csak akkor lehetséges, ha a krakkoló-üzem közel helyezkedik el egy olajfinomítóhoz vagy egy földgáz-kezelő üzemhez. A létrejövő vizes anyagáram az alábbi sókat tartalmazza: nátrium-karbonát, nátrium-szulfát, és bizonyos esetekben – ha az oxidáció nem tökéletes – kisebb mennyiségben nátrium-tioszulfát és nátrium-hidrogén-karbonát.
- A savas gázzal vagy füstgázzal végzett semlegesítés során a fenolok olajos fázisba kerülnek, amit további kezelésnek lehet alávetni.
- Az oxidáció során (nedves levegővel végzett, katalitikus nedves levegős, vagy ózonnal történő oxidációnál) a szén-tartalom és a szulfidok/merkaptánok teljes mértékben oxidálódnak, még a semlegesítési lépés előtt (ez jelentősen csökkenti vagy akár teljesen meg is szünteti a H_2S felszabadulását). A létrejövő szulfátos kibocsátás elkerülhetetlen, mivel ez a nyersanyagokban található kénből származik.

Utókezelési lépés:

- biológiai kezelés, más gyártóhelyek hulladék-áramaival együtt, mint végső lépés,
- kémiai oxidáció (hidrogén-peroxiddal).

4.4.1 Kezelési technikák

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

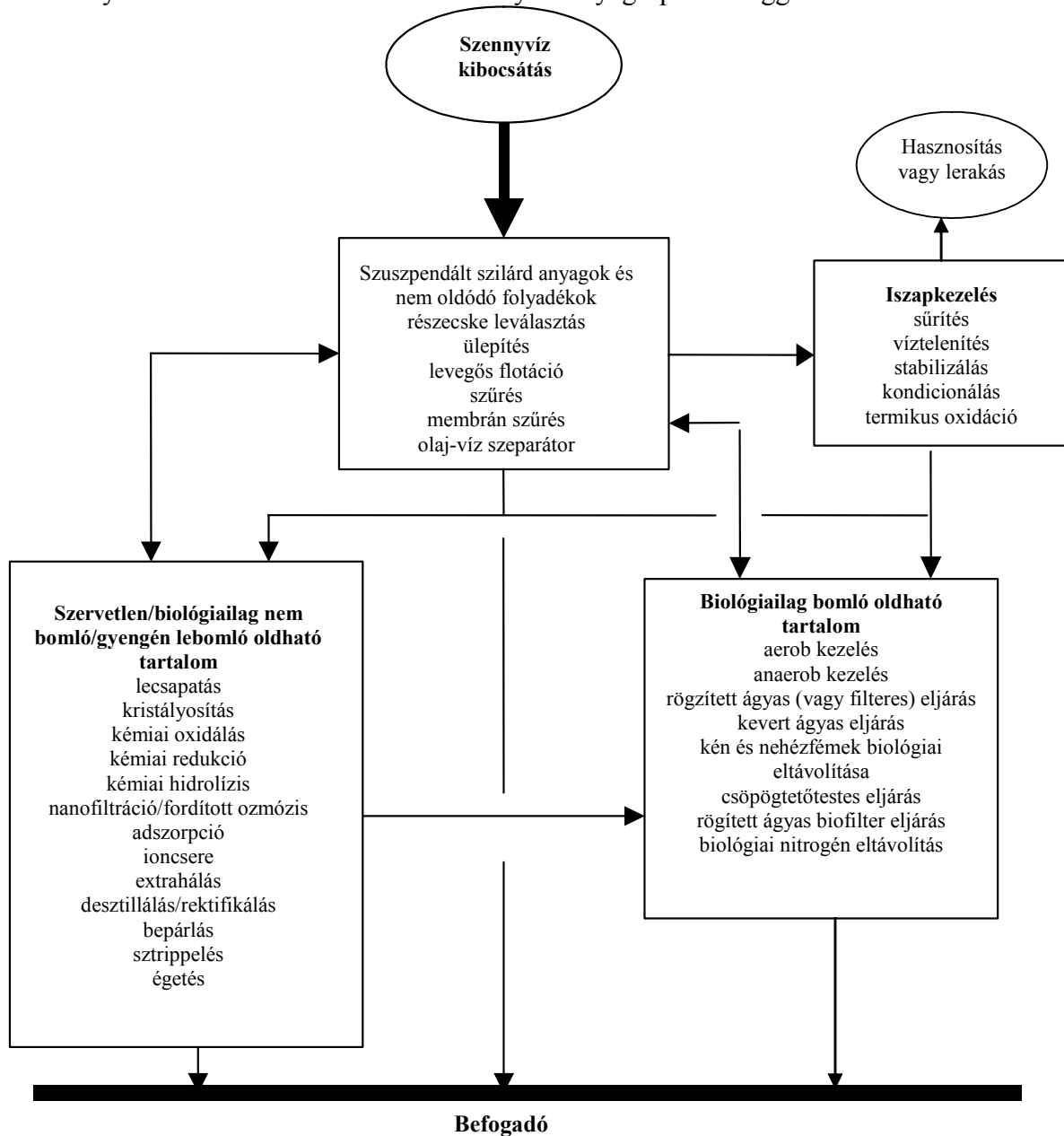
A szennyvíz és esővíz esetén az első kezelési lépés – és gyakran egyúttal az utolsó lépés is – a szuszpendált szilárd anyagok és vízzel nem elegyedő folyadékok szeparálása a fő vízáramból.

Szeperálási vagy tisztítási technikák:

- gravitációs szeperálás
- 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 követően szeperálást.

A szennyvízkezelési technikák köre a szennyezőanyag típustól függően:



4.4.2 Nem oldódó szennyezőanyagok/mechanikus szeparálás

A nem oldódó vízszennyező anyagok forrása döntően az esővíz (csapadékvíz), ami a talajfelszínről, térburkolatokról homokot, port, 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 gravitáció hatására kiüledik. 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 kiüledése. Ha a csapadékvíz volumene időszakosan jelentősen megnövekedhet, akkor – részben a szennyvíztisztító volumetrikus túlterhelésének elkerülésére, részben pedig a homokfogó hatékony működésének biztosítása érdekében – záportározó létesítése válhat szükségessé.
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 indokoltá.
Monitoring: A szennyvíz áramlási sebességét ellenőrizni kell.

Szilárdanyagok üleptése	
Leírás:	
Az üleptés – vagy tisztítás – a szuszpendált részecskék és lebegő anyagok eltávolítását jelenti gravitációs üleptéssel. A leülepedett szilárdanyagokat iszapként távolítják el az ülepítő fenekéről, míg a felúszó anyagot lefölozik. Ha a szilárd részecskéket nem lehet egyszerű gravitációs eszközökkel szeparálni, pl. ha sűrűségük túl közel van a víz sűrűségéhez, vagy kolloid méretű részecskéket képeznek, akkor speciális vegyi anyagok (koaguláló szerek) adagolásával biztosítható a szeparálás. Leggyakrabban alkalmazott koaguláló vagy pelyhesítő anyagok: * alumínium-szulfát * vas-szulfát * vas-klorid * mész * polialumínium-klorid * polialumínium-szulfát * kationos szerves polimerek.	
Alkalmazás:	
Az üleptés olyan szeparálási technika, melyet széles körben alkalmaznak a szennyvíztisztítás közbeni és végfokozataként. Például: * összegyűjtött esővíz szilárdanyag tartalmának üleptése, * technológiai szennyvíz tisztítása szilárd, inert anyagoktól, * technológiai szennyvíz tisztítása technológiai hulladékoktól, polimerektől, * nehézfémek vagy egyéb oldott komponens szeparálása megelőző lecsapás 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 szerekkel sem. A hely magába ágyazhat más szennyezőanyagokat, ami problémákat

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:
Az ülepített iszap és lefőlözött 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 főlöző) rendszer egyben zajforrás is, ami zajcsökkentő intézkedéseket igényelhet. Ha a szennyvíz bűzanyagokat tartalmaz, szükség lehet az ülepítő 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 ülepített víz szilárd anyag-tartalmát, vagy az azt jelző zavarosságot rendszeresen figyelni kell. Ha vegyi anyagokat (pl. koaguláló, pelyhesítő szereket) használnak az ülepítés javítására, a pH-t is ellenőrizni kell.

Levegős flotáció	
Leírás:	
A flotáció olyan folyamat, ahol folyadékok kolloid állapotban diszpergált anyagtartalmát flokkuláló adalékokkal kicsapatják, majd levegőbuborékok átfúvatásával szeparálják. A flokkulált szilárd fázis a folyadék felületén halmozódik fel, ahonnan szkimmerekkel lefőlözhető. Flokkuláló adalékokat, pl. alumínium- és vas-sókat és különböző szerves polimereket alkalmaznak általában a flotáció támogatására. Funkciójuk, a koagulálás és flokkulálás mellett, olyan felület vagy szerkezet létrehozása, ami képes a levegőbuborékokat stabilizálni.	
Alkalmazás:	
Flotációt alkalmaznak, ha az ülepítés nem megfelelő, pl.: * ha a részecskék gyenge ülepítési jellemzőkkel rendelkeznek * ha a szuszpendált részecskék és a szennyvíz sűrűsége közel azonos * ha olajat és zsírt kell eltávolítani.	
Előnyök:	Hátrányok:
Kisebb helyigényű, ezért létesítési költsége is kevesebb. Az eltávolítás hatékonyságát nem befolyásolják az áramlási sebesség változásai. Nagy szeparálási hatékonyság, nagyobb	Bűz kibocsátás nagy valószínűsége, ezért általában lefedésre van szükség. Magasabb üzemeltetési költségek, mint az ülepítésnél.

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: * granulátum közegű szűrő (pl. homok, kavics, antracit) szűrő, melyet széles körben használnak * gravitációs dob szűrő, amit kommunális szennyvízhez és aktív iszappelyhek 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 ülepítési eljárások vagy flotáció után, pl.: * flokkulált nehézfém hidroxidok stb. szeparálására ülepítés után, * aktív iszap ülepítés után * iszap, lebegő anyag stb. víztelenítése * és olaj eltávolítása.	
Előnyök:	Hátrányok:
Nagy szeparálási hatékonyság. A szuszpendált szilárd anyagoktól eltérő szennyezőanyagok bizonyos körülmények között eltávolíthatók, pl. olaj.	Dugulás és szennyeződés lehetséges a homokszűrőknél. A működő réteg áttörése szennyeződést okozhat a kilépő áramban.

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Granulátum szűrő alkalmazása esetén a biológiai aktív iszapot részben visszakeringetik a szennyvíztisztítási folyamatba, a fölös mennyiséget pedig dekantálják (ülepítik) és szükség esetén víztelenítik. A visszamosott szervesetlen iszapot szennyezettségétől függően hulladékként kezelik, vagy a maradék biológiai iszappal együtt mezőgazdasági célra is hasznosíthatják.

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.

Bűzanyagok kibocsátása esetén zárt berendezésekre és a bűzzel terhelt levegő kezelésére lehet szükség.

Monitoring:

A megfelelő működés érdekében a szűrt víz zavarosságát, továbbá a szűrőközeg ellenállását rendszeresen ellenőrizni kell.

Mikrofiltráció és ultrafiltráció**Leírás:**

A mikrofiltráció (MF³¹) és ultrafiltráció (UF³²) olyan membrán technikák, melyeknél nyomáskülönbség hatására a folyadék áthalad a membránon az 1-0,001 µm méretű szuszpendált és kolloid méretű részecskéket, baktériumokat, vírusokat és nagyobb molekulájú anyagokat pedig a membrán visszatartja, kiszűri. A pórus típusú membránok jellemző adatai az alábbiak:

Paraméter	Mikrofiltráció	Ultrafiltráció
Pórus átmérő (µm)	0,1-1	0,001-0,1
Üzemi nyomás (Mpa)	0,02-0,5	0,2-1
Elválasztási (levágási) méret (nm)	>100, beleértve a baktériumokat	10-100, beleértve a makromolekulákat, vírusokat, kolloid méretű részecskéket, 1000-100000 g/mol oldatoknál
Permeátum áramlás (lm ⁻² h ⁻¹)	500-1000	<100
Kereszt áramlási sebesség(m/h)	2-6	1-6
Membrán típus	Szimmetrikus polimer vagy kerámia, 10-150 µm vastag	Polimer vagy kerámia aszimmetrikus
Membrán konfigurálás	Spirális tekercselés Üreges szál	Spirális tekercselés Üreges szál

³¹ MF (Microfiltration): mikroszűrés

³² UF (Ultrafiltration): ultraszűrés

Alkalmazás:	
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. Általános MF alkalmazások: * zsírtalanító eljárások * fémrészecske visszanyerés * fém galvanizálás szennyvízkezelés * iszap szeparálás aktív iszapos eljárás után a központi biológiai szennyvízkezelő telepen. Általános UF alkalmazások: * nem mérgező lebomló szennyezőanyagok, pl. fehérjék és egyéb makromolekulás vegyületek és mérgező nem lebomló vegyületek, pl. festékek és színezékek eltávolítása, melyek molekuláris tömege nagyobb 1000-nél * olaj/víz emulziók leválasztása * nehézfémek szeparálása komplexképzés vagy lecsapítás 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.	
Előnyök:	Hátrányok:
Nagy szeparálási hatékonyság. Moduláris rendszerek, azaz rugalmas használat.	Dugulás, elzáródás és szennyeződés lehetséges. Tömörítés lágyítószerrel jelenlétében. Magas üzemi nyomás, ezért nagy
Környezeti elemek közti kölcsönhatások:	
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 szerves 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 felúszó 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 deemulgeált olaj szeparálása koagulálással/flokkulálással 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 olajfinomítóknak és petrokémiai üzemekben. Általában nem önálló eljárásról van szó, hanem flotáció követi (indukált levegős flotáció (IAF³³) vagy oldott levegős lebegtetés (DAF)), amit koagulálás/flokkulálás segít elő. Az API³⁴-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 (PPI³⁵) és hullámlemez leválasztók (CPI³⁶) nagyobb hatékonyságot mutat kisebb olajcseppek eltávolításában.	
Előnyök:	Hátrányok:
Az olaj visszanyerhető vagy visszakeringethető 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 olajlencsákat és szilárdanyagokat (pl. vészhelyzetben). PPI és CPI esetén a lemezek szennyeződésre hajlamosak, így nagyobb a karbantartási igény.
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.	

³³ IAF (Inducated Air Flotation): indukált levegővel történő flotáció

³⁴ API (American Petroleum Institute): Amerikai Kőolaj Intézet

³⁵ PPI (Parallel Plate Interceptor): párhuzamos lemezes leválasztó

³⁶ CPI (Corrugated Plate Interceptor): hullámlemez leválasztó

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.

Kicsapatas**Leírás:**

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

A kicsapató berendezés általában egy vagy két keverőtartályból, ülepítő tartályból és tárolótartályokból áll. A keverő tartályok a kicsapató vegyi anyagoknak a szennyvízbe történő keverésére, az ülepítő tartály a kialakult szilárd komponensek leválasztására, a tárolótartályok pedig a szükséges vegyszerek tárolására és előkészítésére szolgálnak. Az ülepítő 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 flokkulálószerrel, a szeparálás hatékonyságának növelésére, pl.:

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

Alkalmazás:

A kicsapatas a szennyvíztisztítás különböző szakaszaiban alkalmazható, pl.:

közvetlenül a forrásnál a nehézfém-vegyületek hatékonyabb eltávolításához a kisebb szennyezettségű szennyvízáramokkal 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 kicsapási fázisban.

Az alkalmazás korlátai és követelményei:

	Korlátok/követelmények
pH beállítás	Optimális pH-tartomány nehézfém vegyületeknél, foszfátnál, fluoridnál: pH 9-12; amikor szulfidokat használnak, hidrogén-szulfid keletkezik savas feltételek esetén.
Komplekképző anyagok	Megelőzhetik a nehézfém-vegyületek, például réz, nikkel
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 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	Mész, mint közeg esetén Mész kezelésével, tárolásával és adagolásával járó üzemeltetési problémák Iszapmennyiség növekedése a fölös kalcium-hidroxid miatt Karbantartás igénye Nátrium-szulfidnál Kén-hidrogén keletkezésének lehetősége. Nátrium-szulfiddal járó bűz problémák.
Környezeti elemek közti kölcsönhatások:	
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. A szivattyúk és az iszapeltávolító berendezések zajforrások, ezért megfelelő zajcsökkentő intézkedésekre lehet szükség. Ha illékony- és bűzanyagok kibocsátása várható, a kicsapatást zárt tartályokban vagy fedett medencékben kell végezni, és gondoskodni kell az illékony anyagok kezeléséről.	
Monitoring:	
A kicsapatási eljárás során a pH-értéket és a flokkulálószeres és/vagy koaguláló szerek adagolását gondosan kell beállítani.	

Kémiai oxidáció		
Leírás:		
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.: * klór, * nátrium-vagy kalcium-hipoklorit, * klór-dioxid, * ózon (UV³⁷ 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. szervesen lebomló vegyületek). Ilyen anyagok például a következők: * olaj és zsír, * fenolok, * poliaromás szénhidrogének, * szerves halogenidek, * színezékek, * 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 telepítése helyett.		
Előnyök:	Hátrányok:	
Akár 1 µg/l-ig csökkenthető a KOI³⁸ a szennyvízben. Szervesen lebomló anyagok is kezelhetők. Nagy terhelésingadozások is megengedhetők. Rövid tartózkodási időre van szükség (pl. H₂O₂-os oxidáció atmoszferikus nyomáson és	Nagy energiafogyasztás (ózon generálás, UV generálás, nyomás és melegítés klór oxidációhoz) Pontos adagolásra van szükség Szerves halogenidek képződése lehetséges, ha halogén vegyületeket alkalmaznak	

³⁷ UV (Ultra-Violet): ultraibolya/viola

szobahőmérsékleten 60-90 perc alatt végbemegy. A folyamat bármely más eljárással kombinálható (GAC ³⁹ adszorpció, sztrippelés, aktív iszap biológia).	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 * AOX⁴⁰ tartalom a kilépő áramban, ha klór alapú szereket használnak.		

Kémiai redukció

Leírás:

A kémiai redukció szennyezőanyagok kémiai redukálószerekkel 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.

³⁸ KOI: kémiai oxigén igény

³⁹ GAC (Granulated Activated Carbon) adszorpció: granulált aktív szénen történő adszorpció

⁴⁰ AOX (Absorbable Organic Halides): abszorbeálható szerves halogén tartalom

Előnyök:	Hátrányok:
Nagy szennyezőanyag koncentrációjú	A folyamat gázképződéssel járhat, szulfid esetén
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 ORP⁴¹ 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 NF⁴² és RO⁴³ membránok az ionokig valamennyi szennyező komponens visszatartására alkalmasak, feltéve, hogy a kezelendő víz szilárd szennyezést nem tartalmaz.

A permeátumot és a tisztított vizet (szűrletet) 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	Fordított ozmózis
Pórus átmérő (µm)	0,01-0,001	<0,001
Üzemi nyomás (Mpa)	0.5-3	2-100
Elválasztási méret (nm)	>1 200-1000 g/mol	<1000
Permeátum áramlás (lm ⁻² h ⁻¹)	<100	1035
Membrán típus	Polimer aszimmetrikus vagy összetett	Polimer aszimmetrikus vagy összetett
Membrán konfiguráció	Spirál tekercselés	Spirál tekercselés

⁴¹ ORP (Oxidation-Reduction Potential): redox-potenciál

⁴² NF (Nanofiltration): nanoszűrés

⁴³ RO (Reverse Osmosis): reverz/fordított ozmózis

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 GAC⁴⁴ adszorpcióval. Alkalmazási korlátok és követelmények		
		Korlátok / követelmények
NF	Részecskeméret	Korlátozott kapacitás a 200-nál kisebb molekulatömegű 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.		Dugulási, eltömődési és szennyeződési folyamatok lehetségesek. Tömörödés lágyítószerkezet 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 szűrletként hasznosítható. A tízsázaléknyi koncentrátum 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.		

⁴⁴ GAC (Granulated Activated Carbon) adszorpció: granulált aktív szénen történő adszorpció

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 (m ² /g)
Aktív szén	granulátum	500-1000
	por	600-1500
Barnaszénkoks	granulátum, por	200-250
Gamma-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 szűrést.		
Alkalmazás:		
A vegyiparban leggyakrabban használt adszorbens az aktív szén. Granulátumként (GAC) használják szűrőtöltet formájában, vagy porként (PAC⁴⁵) 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. ülepítéssel 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.		

⁴⁵ PAC (Powdered Activated Carbon) adszorpció: porformájú/finomszemcsés aktív szénen történő adszorpció

Előnyök:	Hátrányok:
Nagy eltávolítási hatékonyság aktívszén esetén. Lehetővé teszi tűzveszélyes és/vagy toxikus szerves vegyületek (GAC, PAC, barnaszénkoks, műgyanták) eltávolítását. Használata általában plusz helyet nem igényel. A GAC adszorpció automatizálható. Vegyületek visszanyerése lehetséges (általában zeolitokkal).	A szerves vegyületek keverékei rontják az adszorpciós 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
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 PCB⁴⁶-kkel, dioxinokkal, nehézfémekkel vagy diklór-bróm-propánnal (DCBP) szennyezett, akkor ártalmatlanítása csak égetéssel lehetséges.	
Monitoring:	
Az adszorber működését a belépő és kilépő szennyező komponensek mérésével lehet ellenőrizni. Az ellenőrzés általában TOC⁴⁷ 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 kicserélődnek a gyantán megkötött hidroxil-ionokkal 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 nátronlúggal regenerálják. A regenerálás során egyenértékű sómennyiség távozik

⁴⁶ PCB (Poly-Chlorinated Biphenyle): poliklórozott bifenilek

⁴⁷ TOC (Total Organic Carbon): összes szerves szén

az oszlopkőről, 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 sótalánító 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 fázisokból. Viszonylag érzéketlen az áramlásváltozásokra. Az eljárás hatékony. Értékes komponensek visszanyerését teszi lehetővé. Vízvisszanyerés lehetséges. Az ioncserélő műgyanták nagy választéka áll	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 kicsapása 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:	
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.	
Alkalmazás:	
Gyakran alkalmazzák folyamatba integrált lépésként különböző forrpontú folyadékok keverékének szétválasztására, vagy az értékes komponensek visszanyerésére. Szennyvízkezelés során például az alábbi célokra alkalmazzák: * oldószer-visszanyerésre szennyvíz-extrahálás után * oldószer-visszanyerése, pl. alkoholok szeparálása metil-cellulózgyártásból, * olajemulziók kezelése, * előkezelés a fő szennyező-komponens eltávolítására, * szerves anyagok visszanyerése mosó folyadékokból.	
Előnyök:	Hátrányok:
Anyagvisszanyerés lehetséges. Lehetővé teszi a tűzveszélyes és/vagy toxikus	Az eltávolított éghető komponensek általában égetéssel ártalmatlaníthatók.
Monitoring:	
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.	

Bepárlás
Leírás:
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. Vákuum bepárlás alkalmazása olyan anyagok újrafelhasználását teszi lehetővé, melyek nagyobb hőmérsékleten lebomlanának.

Alkalmazás:	
A bepárlást akkor alkalmazzák, ha koncentrált szennyvízáramokra van szükség, pl.: * 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 koncentrációjának növelésére. A bepárlók működtetése során törekedni kell a kilépő gőzök és koncentrátum hőtartalmának hasznosítására.	
Előnyök:	Hátrányok:
Anyag visszanyerés lehetséges. Lehetővé teszi a tűzveszélyes és/vagy mérgező szerves vegyületek eltávolítását a szennyvízből. Csökkenti a szennyvíz 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 koncentrátum 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 kén-hidrogén, * 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).	
Előnyök:	Hátrányok:
Hatékony szétválasztás. Anyag-visszanyerési lehetőség.	Bizonyos feltételek között (vas >5 mg/l, vízkeménység >800 mg/l) lerakódásgátló szerek injektálása szükséges.
Környezeti elemek közti kölcsönhatások:	
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 összehangba kell hozni.	
Monitoring:	
Az ellenőrizendő paraméterek: * pH, különösen akkor, ha ammóniáról vagy kén-hidrogénről van szó, * adagolás, * nyomás, * hőmérséklet, * folyadékszint-ellenőrzés, * oszlop-reflux.	

4.4.3 Biológiai kezelés

Anaerob kezelés
Leírás:
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

kén-hidrogén. Az eljárás zárt keverős tartályreaktorban megy végbe, a mikroorganizmusok pedig biotermékként (iszap) maradnak vissza a tartályban.

Alkalmazás:

Az anaerob szennyvízkezelést lényegében csak szennyvíz előkezelésként alkalmazzák, nagy szerves anyag terhelésű (>2 g/l) szennyvizek esetén. Többnyire állandó és nagy BOI⁴⁸ terhelésű szennyvizeknél alkalmazzák, pl. PVC⁴⁹-gyártásnál. Az anaerob szennyvíztisztítás során keletkező éghető gázkomponensek energetikailag hasznosíthatók.

Előnyök:	Hátrányok:
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 KOI⁵⁰ eltávolítás mértéke kisebb 85%-nál,

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Az anaerob 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 biotermékként alakulnak. Az oxigénnek a vízbe juttatása történhet oxigéngáz injektálásával, vagy levegő-bekeveréssel. Utóbbi hatékony módja a mélylevegőztetés.

⁴⁸ BOI: biológiai oxigén igény

⁴⁹ PVC: poli(vinil-klorid)

⁵⁰ KOI: kémiai oxigén igény

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

Alkalmazás:

Az aerob szennyvízkezelés 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:
* 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

Környezeti elemek közti kölcsönhatások:

Az aerob biológiai kezelés környezeti hatásai:

- * oxigén felhasználás,
- * aktív iszap keletkezik, ami hulladékként kezelendő.

Monitoring:

Vizsgálni kell a bevezetett szennyvíz és a kilépő kezelt szennyvíz szennyezőanyag-komponenseit, továbbá az aktív iszap jellemzőit.

Biológiai nitrogén eltávolítás
Leírás:

A nitrogént, vagy még pontosabban ammónium-iont speciális biológiai kezeléssel távolítják el, mely két lépésből áll:

- * az aerob nitrifikálás, ahol speciális mikroorganizmusok az ammóniumot (NH_4^+) közbelső nitríté (NO_2^-) oxidálják, amit tovább alakítanak nitráttá (NO_3^-)
- * a redukáló denitrifikálás, ahol a mikroorganizmusok a nitrátot nitrogéngázzá alakítják.

Mint minden biológiai eljárás, a nitrifikálás/denitrifikálás sérülékeny a mérgező vagy gátló anyagokkal szemben.

A nitrifikálás/denitrifikálás a központi biológiai szennyvízkezelő eljárásba integrálható művelet.

A denitrifikálás létfontosságú tényezője a nitrogénoxid (nitrát/nitrit) és BOI aránya (mint redukáló szer). Két fő elrendezési lehetőség van:

- * 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 újraterhelhető a denitrifikálási zónában.

Alkalmazás:

Nitrifikálást/denitrifikálást alkalmaznak azoknál a szennyvízáramoknál, melyek jelentős mennyiségben tartalmaznak nitrogén vegyületeket, különösen aminokat és ammónium vegyületeket.

Előnyök:	Hátrányok:
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:

Az ammónium eltávolítás ellenőrzése fontos lépés a befogadó vízminőségének szempontjából, mivel az ammónium, a pH-tól függően, halméregzést okoz.

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.

Monitoring:

A bevezetett és tisztított szennyvíz nitrogéntartalmának ellenőrzése szükséges.

Főbb vízszennyező komponensek és azok legjellemzőbb kezelési technikái:

	TSS ⁵¹	BOI KOI TOC	Éghe- tő KOI	AOX EOX ⁵²	N össz.	NH ₄ (NH ₃ ban)	PO ₄ (P- ben)	Nehéz- fémek	Fenol -ok	Olaj
Ülepítés	X	X						X		
Levegős flotáció	X	X						X		X
Szűrés	X	X						X		
MF/UF ⁵³	X	X								
Olajseparálás		X								X
Kicsapatás							X	X		
Kristályosítás							X	X		
Kémiai oxidáció		X	X	X						
Nedves levegővel történő oxidáció		X	X	X					X	
SCWO ⁵⁴		X	X	X					X	
Kémiai redukció										
Kémiai hidrolízis										
NF/RO ⁵⁵		X	X	X				X		
Adszorpció		X	X	X				X		
Ioncsere		X						X		
Extrahálás		X	X	X						
Desztillálás/ rektifikálás		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				

4.5 Hulladékok

A gőzzel történő krakkolási műveletben viszonylag kis mennyiségű szilárd hulladék keletkezik, ha alapanyagként gázt vagy benzint használnak. Ennél azért összetettebb a keletkezés mértéke, ha gáz-olaj keveréket használnak bemenő anyagként. A gőzzel működő krakkoló-üzemek szilárd hulladékainak zöme szerves iszap és koks, de keletkeznek speciális hulladékok is, ilyenek a kimerült (használt) katalizátorok, a kimerült (elhasznált) adszorbensek és az oldószeres öblítők. Ezek mellett léteznek még általános jellegű hulladékok is, mint például a fáradt olajok, olajszűrők és olajpatronok, valamint a levegőszárító adszorbensek.

- **Szerves iszapok.** A szerves iszapok folyékony, pasztaszerű vagy szilárd állapotú anyagok, melyeket a normális üzemeltetés, üzemindítás és felfűtés, leállás, csatornába

⁵¹ TSS (Total Suspended Solids): összes szuszpendált szilárd részecske

⁵² AOX, EOX: adszorbeálható szerves halogén tartalom, extrahálható szerves halogénezett vegyületek

⁵³ MF/UF: mikro/ultraszűrés

⁵⁴ SCWO (Supercritical Water Oxidation): szuperkritikus vizes oxidáció

⁵⁵ NF/RO: nanoszűrés/fordított ozmózis

történő kibocsátás és az egységek tisztítása folyamán gyűjtenek össze. Ilyen iszapok keletkeznek jellemzően az API⁵⁶-szeperatorokból, az edzőolaj-rendszernél, a használt metanolból, a fáradt kenőolajokból, a tartályok és ülepítők fenék-elvezetéseiből, valamint a szivattyúk szűrőkosaraiból és a szűrőkből eltávolított polimerszerű anyagokból.

- **Koksz.** A koksztávolítás során nyert gázok portalanításából származó finom kokszot visszanyerik az üzemben.
- **Használt (kimerült) katalizátorok.** A katalizátoroknak (melyeknek az acetilén, a butadién, a gőzzel végzett krakkolású nafta-hidrogénezés és a DeNO_x-egységek a forrásai) van egy gazdaságos élettartamuk, ami durván 5 év. Ha a hatásfokuk egy elfogadhatatlan szint alá csökken, akkor a használt (kimerült) katalizátorokat rendszerint (azaz 26 eset közül 23-nál) visszajuttatják a katalizátor szállítójának az értékes fém (nemesfém) visszanyerése céljából.
- **Használt (kimerült) adszorbensek.** A szárítás során használt adszorbensek (alumínium-oxid vagy timföld, molekulasziták) tipikus gazdaságos élettartama 3-4 év. Regenerálás vagy dezaktiválás után ezeket az anyagokat általában talajfeltöltésre használják.
- **Oldószeres öblítés.** Ahol a betáplált gáz vagy a krackgáz lényeges mennyiségben tartalmaz savas gázt (különösen szén-dioxidot), ezt jellemző módon egy amin vagy egy kémiai abszorpciót vagy sztrippelést alkalmazó rendszer felhasználásával lehet eltávolítani. A választott mosó anyagokat (oldószereket) regenerálni kell, illetve a nemkívánatos melléktermékek felszaporodásának megakadályozása érdekében szükséges részbeni eltávolításuk és friss anyaggal történő pótlásuk indokolt. A folyamat során keletkező folyékony és szilárd hulladék fázist rendszerint égetéssel ártalmatlanítják.

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.

⁵⁶ API (American Petroleum Institute): Amerikai Kőolaj Intézet

Stabilizálás és kondicionálás		
Leírás:		
A stabilizálás, illetve kondicionálás történhet termikus módon, besugárzással (pl. ultrahang), kémiai eljárásokkal, továbbá aerob vagy anaerob műveletekkel. A szennyvíziszap stabilizálása egy olyan kezelési eljárás, mely: * 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:		
Stabilizálást és kondicionálást alkalmaznak szervesanyag-tartalmú iszapnál, sűrítés és/vagy víztelenítés előtt.		
Előnyök:	Hátrányok:	
Kémiai stabilizálás és kondicionálás: Szabványos technika. Hatékony módszer a szűrés (kondicionálás) javítására és a bűzanyagok, illetve kórokozók mérséklésére (stabilizálás). Termikus stabilizálás és kondicionálás: Helyigénye kisebb. Hatékony kezelés vegyszerek használata nélkül. Javítja az iszap vízteleníthetőségét és sterilizáló hatása van. Alkalmazása leginkább biológiai iszapok esetén célszerű. Aerob oxidáció: Illékony szervesanyag-kibocsátása nem jelentős. Alkalmazása szagtalan, humuszszerű, biológiailag stabil terméket eredményez. Viszonylag egyszerű művelet. Beruházási költsége nem jelentős. Anaerob rothasztás: A keletkező biogáz energiaforrásként hasznosítható. Hatékony folyamat vegyszerek alkalmazása nélkül. A hosszú tartózkodási idő az iszap hatékony	Kémiai stabilizálás és kondicionálás: Az alkalmazott stabilizálószerektől függő mértékű szilárd fázis növekedés Termikus stabilizálás és kondicionálás: Beruházási költségigénye jelentős. Energiaigénye a legnagyobb a többi eljáráshoz viszonyítva. Jelentős bűzkibocsátást okoz. Aerob oxidáció: Energiaigénye jelentős a szükséges keverés és levegőellátás miatt. Az iszap vízteleníthetőségét alig javítja. A hőmérséklet-ingadozásokra érzékeny. Anaerob rothasztás: Helyigénye jelentős.	

Iszapsűrítés és víztelenítés	
Leírás:	
Az iszapsűrítés 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, * DAF⁵⁷ 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%) érhető el. Kis energiafogyasztás. Centrifugális sűrítés: Nehezen szűrhető szilárd-anyagok gyors leválasztására is alkalmas. Helyigénye kevés. Telepítése egyszerű. Bűzemissziója minimális. DAF sűrítés (flotálás): Hatékonyasága a biológiai folyamatok után megfelelő. Szalagos szűrő prések: Víztelenítési hatékonysága megfelelő. Karbantartása egyszerű. Szűrő prések:	Gravitációs sűrítés: Nagy berendezések kevésbé hatékonyak. Centrifugális sűrítés: Energiafogyasztása jelentős. A víztelenítés mértéke korlátozott. Működése zaj- és rezgéskeltő. DAF sűrítés (flotálás): Fagyveszélyre érzékeny. Bűzkibocsátással jár. Szalagos szűrő prések: Alkalmazása hidraulikusan korlátozott. Egyenletes iszapadagolást igényel. A szűrővászon élettartama korlátozott. Szűrő prések:

⁵⁷ DAF (Dissolved Air Flotation): levegővel történő flotálás

Víztelenítési hatékonysága a legnagyobb. Forgódobos sűrítés: Hely-, energia- és karbantartási igénye nem számottevő. Iszapkondicionálásra és sűrítésre egyidejűleg alkalmas.	Üzemeltetése szakaszos. Telepítése speciális tartószerkezetet, a befogadó-helység padozata pedig megfelelő műszaki védelmet igényel. A szűrővászson élettartama korlátozott. A helység szellőztetéséről és a diffúz bűzkomponensek kezeléséről gondoskodni kell. 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 (szűrletet) 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 szűrlet zavarosságát, szűrőpréssnél pedig a szűrő ellenállását is. A szűrővászson 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 önmagában történő égetése. Együttégetés: Az eljárás az iszap hatékony oxidálását eredményezi. 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.	Égetés: Komplex eljárás, ami szakképzett személyzetet igényel. Együttégetés: Komplex eljárás, ami szakképzett személyzetet igényel. 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 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. Az olefingyártás 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. sz. hulladékgazdálkodási törvény és annak végrehajtási rendeletei szerint kell történni.

5 KÖRNYEZETVÉDELMI VEZETÉSI RENDSZEREK

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

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

Miközben mind a szabványosított rendszerek (EN ISO 14001:2004⁵⁸ és EMAS⁵⁹), mind a nem-szabványosított („vevőre alkalmazott”) rendszerek elvben a *szervezet*-et tekintik egységnek, addig az IPPC esetében megengedett a szűkebb értelmezést használni, melybe nem tartozik bele a szervezet összes tevékenysége, amiatt, hogy a szabályozott egység a 193/2001. (X. 19.) Korm. rendelet értelmében a *létesítmény*.

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

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

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

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

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

⁵⁸ Környezetközpontú irányítási rendszerek

⁵⁹ Közösségi környezetvédelmi vezetési és hitelesítési rendszer

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

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

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

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

A környezetvédelmi vezetési rendszerek számos előnyt nyújthatnak, például:

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

ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 2.) Egy szabályos környezeti nyilatkozat elkészítése és közzététele (és lehetőleg külső érvényesítése), amely a létesítmény valamennyi lényeges környezeti vonatkozását leírja, és ami lehetővé teszi az évről-évre való összehasonlítást a környezeti szempontú célkitűzések és a feladatok terén, valamint a gazdasági-ipari szektor benchmark⁶⁰-jellegű más mutatószámaival való összehasonlítás, ha lehetséges.
- 3.) Egy nemzetközileg elfogadott rendszer bevezetése és az ennek megfelelő működés, ilyen például az EMAS és az EN ISO 14001:2004. Egy ilyen rendszer bevezetése nagyobb megbízhatóságot biztosít a KVR-nek, különösen az EMAS. Elvileg azonban a nem-szabványosított rendszerek is ugyanolyan hatékonyak lehetnek, megfelelő tervezés és bevezetés esetén.

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

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

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

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

⁶⁰ Benchmark: viszonyítási pont (általában index)

6 KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK

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

Jelen táblázat összefoglalja az ágazatra (vegyipar, szénhidrogén-gyártás) vonatkozó, elsősorban kibocsátást szabályozó legfontosabb hazai jogszabályokat.⁶¹

Szennyező forrás (tevékenység)	Kibocsátott szennyezés (emisszió)	Befogadó (környezeti elem)	A kibocsátást szabályozó jogszabály (határérték)
Termelés		Levegő	21/2001. (II.14.) Korm.rendelet 10/2001. (IV.19.) KÖM rend. (VOC) 14/2001. (V.9.) KöM-EüM- FVM együttes rendelet 17/2001. (VIII.3.) KöM rendelet (adott esetben: 23/2001. (XI.13.) KöM rendelet) (amennyiben- 3/2002. (II.22.) KöM rendelet)
Tárolás	Jogszabályi előírások szerinti anyagokra	Talaj, felszín alatti víz	33/2000. (III.17.) Korm.rend. ⁶² 10/2000. (VI.2 KöM-EÜM- FVM-KHVM együttes rendelet ⁶³
Szennyvíz- kibocsátás	Jogszabályi előírások szerinti anyagokra felszíni víz befogadóba történő kibocsátására előírt határértékek szennyvíz-elevezető csatornarendszerbe történő kibocsátásra előírt értékek	Víz	3/1984. (II.7.) OVH rend. ⁶⁴ 203/2001. (X.26.) Korm.rendelet ⁶⁵ 25/2003. (XII.30.) KvVM rendelet (23. fejezete) 7/2002. (III.1.) KöM rendelet ⁶⁶ 204/2001. (X.26.) Korm.rendelet ⁶⁷
Termelés, energiafejlesztés	Zaj és rezgés	Levegő	8/2002. (III.22.) KöM-EüM együttes rendelet

61 Felhívjuk a figyelmet arra, hogy jogszabály-módosítások gyakorisága miatt mindenkor a hatályos jogszabályokat kell figyelembe venni.

62 2005. január 1-ig, hatályon kívül helyezte: 219/2004 (VII.21.) Korm.rendelet

63 A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 219/2004 (VII.21.) Korm.rendelet

64 A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 220/2004 (VII.21.) Korm.rendelet

65 A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 220/2004 (VII.21.) Korm.rendelet

66 A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 1/2004 (II.6.) KvVM rendelet

67 A jogszabállyal kapcsolatos módosításokat ld. 269/2003 (XII.24.) Korm.rendelet

Megjegyzés:

Felhívjuk a figyelmet, hogy a 21/1999. (VII. 22.) KHVM-KöM együttes rendelet 2. számú melléklete alapján a szénhidrogéngyártás/feldolgozás tevékenységekre vonatkozóan üzemi vízminőségi kárelhárítási tervet kell készíteni.

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 ÖSSZEVETÉSE

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

A szükséges többletinformációkat a táblázat vastag, dőlt kiemeléssel jelöli.

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

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

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

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

A szükséges többletinformációkat a táblázat vastag, dőlt kiemeléssel jelöli.

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.	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 tevékenységre 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

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

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
	időszakosan üzemeltetett mozgó légszennyező források jellemző kibocsátási adatainak leírása, a tevékenységhez kapcsolódó szállítás, illetve járműforgalom hatásai. A levegőtisztaság-védelemmel kapcsolatos belső utasítások, intézkedések ismertetése. (Amennyiben intézkedési terve van, annak ismertetése, és a végrehajtás bemutatása.) Be kell mutatni az emisszió terjedését (hatásterületét) és a levegőminőségre gyakorolt hatását.	
3.2.	3.2. Víz A jellemző vízhasználatok, vízi munkák és vízi létesítmények, illetve az arra jogosító engedélyek és az engedélyektől való eltérések ismertetése. 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. Az ivóvízbeszerzés, ivóvízellátás, a kommunális és technológiai célú felhasználás bemutatása. A vízkészlet-igénybevételi adatok ismertetése 5 évre visszamenőleg. A szennyvízkezelések helyének, a szennyvizek mennyiségi és minőségi adatainak bemutatása a technológiai leírások alapján. 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. A csapadékvízrendszer bemutatása	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 <i>esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat</i>

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
	(akár egyesített, akár elválasztó rendszerű a csatornahálózat). 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. A felszíni és felszín alatti vízszennyezések bemutatása, az elhárításukra tett intézkedések és azok eredményeinek ismertetése. A vízvédelemmel kapcsolatos belső utasítások, intézkedési tervek, a végrehajtásuk tárgyi és személyi feltételeinek ismertetése.	
3.3.	3.3. Hulladék A hulladékképződéssel járó technológiák és tevékenységek bemutatása, technológiai folyamatábrák készítése. A technológia és tevékenység során felhasznált anyagok megnevezése, éves felhasznált mennyiségük. Anyagmérlegek készítése a hulladék keletkezésével járó technológiákról. A tevékenységből keletkező összes hulladék 16/2001. (VII.18.) KöM rendelet szerinti megnevezése, mennyisége, EWC kódszáma (veszélyes hulladékok esetében azok veszélyességi jellemzőit is meg kell adni) technológiánkénti és tevékenységenkénti bontásban. 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,	g) a létesítmény szennyező forrásai h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
	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.	
3.4.	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	g) a létesítmény szennyező forrásai h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat
3.5.	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.	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
3.6.	3.6. Az élővilágra vonatkozó környezetterhelés és igénybevétel bemutatása A területhasználattal érintett életközösségek (növény- és	h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan

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

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

8 RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Angol rövidítés	Angol Megfelelő	Magyar megfelelő	Alkalmazott rövidítés
AGO	Atmospheric Gas Oil	atmoszférikus (lepárlású) gázolaj	AGO
AOX	Absorbable Organic Halides	adszorbeálható szerves halogén tartalom	AOX
API	American Petroleum Institute's Oil/Water Separator	API-féle olaj/víz szeparátor	API
BAT	Best Available Technique(s)	elérhető legjobb technika/technikák	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 Oxygen Demand	kémiai oxigén igény	KOI (COD)
CPI	Corrugated Plate Interceptor	hullámlemez leválasztó	CPI
DAF	Dissolved Air Flotation	Levegővel történő flotálás	DAF
DCBP	Dichlorobromopropane	diklór-bróm-propán	DCBP
DSG	Dilution Steam Generation	hígítógőz-fejlesztő rendszer	DSG
EIA	Environmental Impact Assessment	környezetvédelmi hatásvizsgálat	KHV
EIS	Environmental Impact Study	környezeti hatástanulmány	KHT
ELV	Emission Limit Value	kibocsátási határérték	-
EMS	Environmental Management System	Környezetvédelmi vezetési rendszer (KVR)	KVR (EMS)
EOV		Egységes Országos Vetületi Rendszer	EOV
EOX	Extractable Organic Halides	extrahálható szerves halogénezett vegyületek	EOX
EWC	European Waste Catalogue	Európai Hulladék Katalógus	EWC
FCC	Fluidised Catalytic Cracker	fluid fluidágyas katalitikus krakkoló berendezés	FCC
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/SzabályozásCsökkentés	IPPC
IR	Infra-Red	infravörös	IR
LCA	Life Cycle Assessment	élelciklus-elemzés	-
LDAR	Leak Detection and Repair	szivárgás-észlelő és kiküszöbölő program	LDAR
LDPE	Low Density Polyethylene	kis sűrűségű polietilén	LDPE
LNB	Low NOx Burner	alacsony NOx-szintet biztosító égők	LNB
MF	Membranfiltration / Microfiltration	membránszűrés / mikroszűrés	MF
MS	Mass Spectrometry	tömegspektrometriaéter	MS
NF	Nanofiltration	Nanofiltráció/nanoszűrés	NF
ORP	Oxidation-Reduction Potential	redox potenciál	ORP
PAC	Powdered Activated Carbon	Finomszemcsés/porformájú aktív szén	PAC
PCB	Polychlorinated Biphenyl	poliklórozott bifenilek	PCB

Angol rövidítés	Angol Megfelelő	Magyar megfelelő	Alkalmazott rövidítés
PCDD/PCDF	Polychlorinated dibenzo-p-dioxins / polychlorinated dibenzofurans	poli-klórozott-dibenzo-para-dioxinok / poli-klórozott-dibenzo-furánok	PCDD/PCDF
PPI	Parallel Plate Interceptor	párhuzamos lemezes leválasztó	PPI
PVC	Poly-vinyl-chlorid	poli(vinil-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/szilárd részecske	TSS
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket	feláramló anaerob iszaptakaró	UASB
UF	Ultrafiltration	Ultrafiltráció/ultraszűrés	UF
ULNB	Ultra Low NOx Burner	ultra-alacsony NOx-értéket biztosító égők	ULNB
UV	Ultra-Violet	ultraibolya/viola	UV
VGO	Vacuum Gas Oil	vákuum lepárlású gázolaj	VGO
VOC	Volatile Organic Compounds	illékony szerves vegyületek	VOC
VOX	Volatile Organic Halogenated Compound	illékony szerves halogének	VOX
WWTP	Waste Water Treatment Plant	Szennyvíztisztító üzem	-

9 REFERENCIÁK, IRODALOMJEGYZÉK

- Petroleum Refining - Technology & Economics*, Gary & Handwerk, 3rd Edition, Marcel Dekker, Inc., New York, N.Y., 1994.
- Petroleum Refining Distillation*, Watkins, R.N., Gulf Publishing, Inc., Houston, TX, 1979.
- Compilation of Air Pollutant Emission Factors*, 3rd ed., Ch. 9, William M. Vavak, August 1977.
- Assessment of Atmospheric Emissions from Petroleum Refining*, R.G. Wetherold, Radian Corporation, Austin, Texas and U.S. EPA, Office of Research and Development, Washington, DC, April, 1980. (EPA-600/2-80-075e)
- Petroleum Industry Environmental Performance, Third Annual Report*, American Petroleum Institute, Washington, DC, 1995.
- Hazardous Waste Minimization: Part V Waste Minimization in the Petroleum Industry*, Leeman, J.E., JAPCA 38, no. 6, June 1988.
- Waste Minimization in the Petroleum Industry a Compendium of Practices*, American Petroleum Institute, November 1991. (API Pub. no. 3020)
- Amoco - U.S. EPA Pollution Prevention Project, Yorktown, Virginia, Project Summary*, U.S. EPA, January 1992.
- Case Study: Identifying Pollution Prevention Options For a Petroleum Refinery*, Balik, J.A., and Koraido, S.M., Pollution Prevention Review, Summer 1991.
- Pollution Prevention: Strategies for Petroleum Refining* (Fact Sheet), Center for Hazardous Materials Research (CHMR), Pittsburgh, PA.
- Pollution Prevention Opportunities in Petroleum Refining* (Fact Sheet), U.S. EPA Region III, Philadelphia, PA, October, 1990.
- Pollution Prevention Opportunities Checklists*, County Sanitation Districts of Los Angeles County, January 1991.

TARTALOMJEGYZÉK

1	ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK	3
1.1	BEVEZETÉS	3
1.2	A BAT ALKALMAZÁSA ÚJ ÉS MEGLÉVŐ ÜZEMEK ESETÉN	4
1.3	AZ ENGEDÉLY MEGSZERZÉSÉRE VONATKOZÓ HATÁRIDŐK	5
1.4	AZ ENGEDÉLYKÉRELEM	6
1.5	AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉSI ELJÁRÁS HATÁLYA ALÁ TARTOZÓ LÉTESÍTMÉNYEK	6
1.6	AZ ÁGAZAT FŐBB KÖRNYEZETI HATÁSAI	7
1.7	AZ ÁGAZAT JELLEMZŐ TEVÉKENYSÉGEINEK ÁTTEKINTÉSE	9
2	A TECHNOLÓGIAI/GYÁRTÁSI FOLYAMATOK ÁTTEKINTÉSE	10
2.1	BETÁPLÁLÁS	10
2.2	KATALITIKUS KRAKKOLÁS	10
2.3	GŐZZEL VÉGZETT KRAKKOLÁS	11
2.4	SEGÉD- ÉS ADALÉKANYAGOK, SEGÉDESZKÖZÖK	13
3	ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: MEGELŐZÉS	14
3.1	ENERGIAHATÉKONYSÁG	15
3.2	AZ ÜZEMEK KIALAKÍTÁSA	16
3.3	FEJLESZTÉSEK	17
3.4	ANYAGRÁFORDÍTÁSOK VÁLTOZTATÁSAI	19
3.5	TECHNOLÓGIAI VÁLTOZÁSOK	19
3.6	MEGFELELŐ GYÁRTÁSI GYAKORLATOK	24
3.7	TECHNOLÓGIAI FELTÉTELEK/KONFIGURÁCIÓ	25
3.8	NYERSANYAGOK	28
3.9	TECHNOLÓGIA VÁLTOZTATÁSOK	30
4	ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK: CSÖKKENTÉS	36
4.1	ENERGIAFOGYASZTÁS	37
4.2	LÉGSZENNYEZŐ ANYAGOK	38
4.2.1	Hulladékgáz-kezelés	46
4.2.2	Szervetlen és illékony szerves vegyületek kibocsátásainak csökkentési lehetőségei	49
4.3	ZAJ ÉS REZGÉS	56
4.4	VÍZSZENNYEZŐ ANYAGOK	64
4.4.1	Kezelési technikák	68
4.4.2	Nem oldódó szennyezőanyagok/mechanikus szeparálás	70
4.4.3	Biológiai kezelés	88
4.5	HULLADÉKOK	92
5	KÖRNYEZETVÉDELMI VEZETÉSI RENDSZEREK	98
6	KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK	102
7	AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉS, A KHV ÉS A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEVEVETÉSE	104
7.1	A KHV ÉS AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLY TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEVEVETÉSE	104
7.2	A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT ÉS AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLY TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEVEVETÉSE	107
8	RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	114
9	REFERENCIÁK, IRODALOMJEGYZÉK	116