



Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium



Környezetbiztonsági Főosztály

# **Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a kokszolókemencék engedélyeztetése során**

Budapest  
2005

Ez az útmutató a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM) megbízásából készült a kocszolókemencék környezetvédelmi jellegű engedélyezési eljárásai során az elérhető legjobb technikák meghatározásához, 2004-2005-ben.

Az útmutató elkészítését az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság Környezetvédelmi Igazgatósága IPPC és Környezetállapot-értékelési Osztálya (OKTVF KVI IPPC Osztály) irányította és koordinálta.

Az útmutató Barna Miklós, Hajdics László és Liszonyi Zoltán szakértő urak által összeállított szakmai dokumentumokon alapul.

Az összeállításban és az értékelésben az OKTVF szakértői is aktívan részt vettek, bevonásra kerültek a környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi felügyelőségek (zöldhatóságok) is.

Az útmutató kidolgozásában, összeállításában közreműködtek:

Babcsány Ildikó	osztályvezető (OKTVF KVI IPPC Osztály)
Barna Miklós	szakértő
Gampel Edina	szakértő, témavezető (OKTVF KVI IPPC Osztály)
Gulyás Ágnes	szakértő (OKTVF LZRO)
Hajdics László	szakértő
Liszonyi Zoltán	szakértő
Nám Andrea	főosztályvezető-helyettes (KvVM Környezetbiztonsági Főosztály)
Pohl László	szakértő (OKTVF LZRO)

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

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

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

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

## TARTALOMJEGYZÉK

### 1. ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

- 1.1. Bevezetés
- 1.2. A BAT alkalmazása új és meglévő üzemek esetén
- 1.3. Az engedély megszerzésére vonatkozó határidők
- 1.4. Az engedélykérelem
- 1.5. Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás hatálya alá tartozó létesítmények
- 1.6. A kokszyártás főbb környezeti hatásai
- 1.7. A kokszyártás hazai helyzetének bemutatása

### 2. A KOKSZGYÁRTÁS TECHNOLÓGIÁJA

### 3. ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK KOKSZOLÓMŰVEKRE

#### 3.1. Alkalmazott folyamatok és technikák

- Kokszoló üzem egyenletes és zavartalan működése (PI/1)
- A kokszolókamrák karbantartása (PI/2)
- Kamraajtó- és keret-tömítések fejlesztése (PI/3)
- Kamraajtók és kerettömítések tisztítása (PI/4)
- A szabad gázáramlás fenntartása a kokszolókamrában (PI/5)
- Nagyobb kokszolókamrák (PI/8)

##### 3.1.1. Szénkezelés (Szénelőkészítés)

##### 3.1.2. A kokszolóblokk munkaműveletei

###### 3.1.2.1. Széntöltés

- A kamratöltés emissziójának minimalizálása (EP/1)

###### 3.1.2.2. A kamrák fűtése

- Emisszió csökkentés a kokszolókamrák aláfűtésekor (PI/6)

###### 3.1.2.3. Kokszolás

- Visszanyerés nélküli kokszolás (PI/9)
- A felszállócsövek és a töltőnyílások tömítése (EP/2)
- A kokszolókamra és a fűtőcsatorna közötti szivárgás minimalizálása (EP/3)

###### 3.1.2.4. Kokszkitolás és oltás

- Száraz kokszoltás (PI/7)
- A kokszkitolás portalanítása (EP/4)
- Emisszió minimalizálás nedves-oltáskor (EP/5)

##### 3.1.3. Kokszkezelés és előkészítés/osztályozás

##### 3.1.4. A kamragáz összegyűjtése és kezelése, melléktermékek kinyerése

- A kokszolóblokk aláfűtéséből származó füstgázok NO<sub>x</sub>-mentesítése (EP/6)
- A gázkezelő üzem gáztömör üzemeltetése (EP/10)

###### 3.1.4.1. Gázhűtés

#### 3.1.4.2. Kátrány kinyerése a kamragázból

A kátrány (és PAH) eltávolítása a gázvízből (EP/8)

#### 3.1.4.3. A kamragáz kéntelenítése

A kamragáz kéntelenítése (EP/7)

#### 3.1.4.4. Ammónia kinyerése a kamragázból

Ammónia kihajtó/kigőzölő (EP/9)

#### 3.1.4.5. Könnyűolaj (nyersbenzol) kinyerés a kamragázból

#### 3.1.5. Koksizolói vízáramok

Szennyvízkezelő üzem (EP/11)

### 3.2. Jelenlegi fogyasztási / kibocsátási szintek

#### 3.2.1. A tömegáram áttekintése bemeneti / kimeneti adatok

#### 3.2.2. Információk a levegőbe történő kibocsátásokról

#### 3.2.3. Információk a vízbe irányuló emissziókról

##### 3.2.3.1. Folytonos emisszió a vízbe

##### 3.2.3.2. Szakaszos víz emisszió

#### 3.2.4. Energiaigény

#### 3.2.5. Talajszennyezés

### 4. KÖRNYEZETVÉDELMI VEZETÉSI RENDSZEREK

### 5. KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK

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

### 7. JELENLEGI FELHASZNÁLÁSI ÉS KIBOCSÁTÁSI SZINTEK

### 8. IRODALOMJEGYZÉK

### 9. MELLÉKLET

# 1 ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

## 1.1 BEVEZETÉS

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

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

Az IPPC Irányelv kiemelkedő jelentőségű környezetvédelmi jogszabály. 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.

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.

---

<sup>1</sup> Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC: integrált szennyezés-megelőzés és csökkentés

<sup>2</sup> 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

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 az 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 (Megjegyzés: 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:

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

Már meglévő létesítmények esetén az egységes környezethasználati engedély csak a Kormányrendelet 6. paragrafusában meghatározott környezeti hatástanulmány felülvizsgálat után adható ki.

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 környezeti hatóságok, ilyen létesítmények esetén 2002. június 30-ig adták ki a teljes körű környezeti hatástanulmány felülvizsgálatra kötelező határozatokat.

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 környezeti hatóságoknak 2004. január 1-ig kellett kiadni a teljes körű környezeti hatástanulmány felülvizsgálatot elrendelő határozatot.

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

- a kibocsátott szennyező komponensek megváltoznak,

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

#### 1.4 AZ ENGEDÉLYKÉRELEM

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

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

#### 1.5 AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉSI ELJÁRÁS HATÁLYA ALÁ TARTOZÓ LÉTESÍTMÉNYEK

Jelen útmutató az alábbi tevékenységre/létesítményre (a 193/2001. (X. 19.) Korm.rendelet 1. számú melléklete szerint) vonatkozik:

„1. Energiaipar / 1.3. Kokszolókemencék”

Megjegyzés:

Nincsen minimálisan előírt (termelési) kapacitásadat a létesítményre vonatkozóan.

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

A következő létesítmények kapcsolódhatnak egy kokszolói technológiához:

- a/ vagonkimelegítő; télen, a vagonokban beérkezett fagyott szenek üríthetőségére;
- b/ gépészeti karbantartó műhely(ek), forgácsolások, szerelések stb.;
- c/ villamos karbantartó műhely(ek), szerelések, újratekercselések stb.;
- d/ műhely(ek) a kemenceblokk(ok) és más tűzálló falazatok karbantartására;
- e/ gumijavító műhely a szállítószalagok karbantartására;
- f/ laborok, diagnosztikai és műszerész műhely(ek);
- g/ vállalati tűzoltóság és/vagy mentők részére épület és berendezések;
- h/ hídmérleg(ek);
- i/ szivattyútelep(ek), vízkivételi mű;
- j/ transzformátor állomás(ok) és más erősáramú berendezések, pl. kapcsolók;

k/ depóniák a szén és a koksztárolására;

l/ gáztartó, a kamragáztermelés és felhasználás puffertolására, gázfáklyák;

m/ utak, parkolók, garázsok, sínek, vasúti berendezések;

n/ raktárak, tárolók (alkatrészek, segédanyagok, vegyszerek, munkaruhák, védőeszközök stb.);

o/ öltözők, fürdők, fűtés és melegvíz-ellátó létesítmények, üzemi étterem, konyha, büfé, tartózkodási helyek, irodák, porta, orvosi rendelő;

p/ őrzésvédelmet biztosító létesítmények; kerítések, örök tartózkodási helye, fegyverszoba stb.;

q/ oktatási tevékenységekhez, rendezvényekhez termek, berendezések.

A felsorolt létesítmények, illetve azok egyes részei bizonyos kokszolók esetében nem szükségesek.

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

## 1.6 A KOKSZGYÁRTÁS FŐBB KÖRNYEZETI HATÁSAI

A kokszyártás általában vaskohászati vertikumba integrált technológiaként működik. (Önálló kokszyártás csak kokszolható szenek bányái és tengeri kikötők mellett lehet gazdaságos, ha a képződő gázokat gazdaságosan fel tudják használni.) A kokszolók környezeti hatásai ezért legtöbbször a kohászat többi környezeti hatásával együtt jelentkeznek.

A kokszyártás a nagy ipari technológiák közé tartozik, hiszen a kokszolóművek jellemzően évente több mint egy millió tonna szenet dolgoznak fel. A nagy anyagmennyiségek és a többlépcsős technológia miatt meglehetősen nagy a helyigénye is. A kokszyártás magas hőmérsékletű technológia, a keletkező füstgázok mennyisége nagy. A technológia vízfelhasználása is nagy, de ez recirkulációval, ésszerű vízgazdálkodással jelentősen csökkenthető.

A kokszyártás az összes környezeti elemet terheli. A legjelentősebb a légszennyezés, de nem elhanyagolható az élővizekre, talajra, talajvizekre gyakorolt hatása sem. A kokszyártás környezetre gyakorolt hatását több szennyező anyagon keresztül fejt ki. A kokszolóművek kibocsátanak szén- és kokszept, cianidokat, rodanidokat, PAH vegyületeket, kátrányt, BTEX-t, szén-monoxidot, kén-dioxidot, nitrogén-oxidokat, metánt és még egyéb anyagokat is, amelyek elsősorban különböző toxikus, kondenzált gyűrűs aromás vegyületek.

A kokszyártás környezeti hatásai közé tartozik ezeken kívül a kokszyártást megelőző lépések egy része is, hiszen a kokszoláshoz ki kell bányászni és elő kell készíteni a szenet, valamint a kokszolóműbe kell szállítani azt. Ezek járulékos terhelések, amelyekből a kokszolóművek közvetlen környezetében legfeljebb a szállításból adódó környezetterhelés érzékelhető, mivel a kokszolóművek általában a bányáktól igen nagy távolságra létesülnek.

## 1.7 A KOKSZGYÁRTÁS HAZAI HELYZETÉNEK BEMUTATÁSA

Bár a magyar vaskohászat már régóta használta fel kokszt a nyersvas-termelésre, a hazai metallurgiai kokszyártás csak 1956-tól kezdődött el. 1986-ig az óbudai gázgyárban még

működött egy háztartási kokszot előállító berendezés (kokszolókemence), és még régebben egy Pécssett is, szintén gázgyártási céllal. A városi gázt kiszorította a földgáz, így a gázgyárakat felszámolták.

Magyarországon jelenleg (2005) egy kokszolómű üzemel, Dunaújvárosban, a DUNAFERR-DBK Kokszoló Kft.-nél. A kokszgyártás jelenleg 2db PVR típusú, páros fűtőcsatornázású, recirkulációs, regeneratív fűtésű multikamrás kemenceblokkban, az I-es és a III-as blokkban történik. (Az I/2-es blokkszakasz jelenleg karbantartási munkálatok, illetve piaci okok miatt nem üzemel.) A mű építését 1952-ben kezdték meg szovjet tervek alapján. Az I. blokk régebbi, 1956-os építésű, a III-as blokk 1986-ban épült. A két kokszolóblokk méretében és a kokszoltási technológiában különbözik egymástól.

Az új III-as blokk megépítésével együtt jelentős környezetvédelmi beruházások is történtek. Ezek eredményeként megépült a száraz kokszoltó, a technológiai vízkezelő telep, a kokszoldali poreszívó berendezés, kokszosztályozói poreszívás és leválasztás, új kamragáztisztító üzem épült, és így - a környezetre és az emberi egészségre egyaránt veszélyes - arzénlúgos kéntelenítést megszüntették, valamint megszűnt a meglehetősen magas szabad kénsav-tartalmú ammónium-szulfát gyártás is.

Az üzem jelenleg kettő blokkból áll, amelyekből az I-es blokk I/2-es blokkszakasza nem üzemel, a III-as blokk fél kapacitással termel és alapvetően a DUNAFERR Rt. nagyolvasztóinak kokszigényét elégíti ki. A fél kapacitással termelő III-as blokkot 2005-ben teljes kapacitással működővé építik át, így a kokszolómű termelési kapacitása el fogja érni az 1,325 millió t koksz/év szintet. Ez lehetővé teszi majd a DUNAFERR Rt. kokszigényének telephelyen belülről történő ellátását. (Az átépítésből származó többletkapacitás megjelenéséig a cég kénytelen kokszot importálni.)

Magyarországon új telephelyen kokszolóművet építeni csak akkor lehetne gazdaságosan, ha ez új integrált vas- és acélmű részeként történne. Erre valószínűleg nem kerül sor az elkövetkező néhány évtizedben, mivel új integrált vas- és acélműveket a szállítási költségek miatt már csak bányatelepekhez vagy nagy tengeri kikötőkhöz közel érdemes telepíteni.

A Dunaferr-DBK Kokszoló Kft.-nél működő III.-as blokk III/1-es blokkszakaszának átépítése folyamatban van, üzembe helyezése várhatóan 2006 I. negyed éve. Az I/2-es blokkszakasz átépítéséről jelenleg tárgyalások folynak.

A Dunaferr-DBK Kokszoló Kft. kokszolóművébe a szén jellemzően Lengyelországból, Csehországból, Ukrajnából és Oroszországból érkezik, de készítettek már itt kokszot dél-afrikai, amerikai és ausztrál szénből is. A 90-es évek elejéig felhasználtak még mecseki (komlói, pécsi) szenet is. A kokszot a beérkezett szenek keverékéből készítik. A keverési arányok a beérkezett szenek minőségétől függenek.

A termelt kokszot alapvetően a DUNAFERR Rt. nyersvasgyártásra használja fel, a többi felhasználási hely (öntödék, cukorgyárak, háztartások stb.) részesedése a termelt mennyiség mintegy 15 – 25 %-át teszi ki.

A két kokszolóblokk közül a régebbi az, 1985 - 86-ban átépített I-es blokk nagyobb fajlagos szennyezést okoz, mint az újabb, 2003-ban félig átépített, félig leállított III-as blokk. Az átépítés során mindkét kokszolóblokkon és a többi üzemrész esetében is jelentős beruházásokat hajtottak végre a környezetterhelés csökkentésére, elsősorban a levegőtisztaság-védelem területén (kemenceajtók rekonstrukciója, új, hatékonyabb ajtókeret-tisztító berendezések felszerelése, füst nélküli töltés teljessé tétele stb.).

A DUNAFERR Rt.-nél termelt koksz és fontosabb melléktermékek termelési eredményeit az 1.1. táblázat tartalmazza.

**1.1. táblázat: A DUNAFERR Rt. kokszolóműve főbb termelési adatainak alakulása (Forrás: DUNAFERR DBK Kokszoló Kft., 2005)**

Év	Koksz	Kén	BTEX	Kamragáz	Kátrány
	[t/év]	[t/év]	[t/év]	[em <sup>3</sup> /év]	[t/év]
1956	82485	0	0	45698	0
1960	562156	2123	10200	171456	12210
1970	780895	3445	15820	286149	21811
1980	794564	2850	13920	290357	31185
1985	602085	1496	6540	292486	30334
1990	885156	2890	10210	366159	46418
1995	1060058	910	13220	428284	57437
2000	936895	183	11307	417216	47144
2001	682077	94	6487	265800	31320
2002	432223	0	495	170181	13993
2003	592936	34	4335	232513	25224
2004	663863	196	7821	220418	30128

A DUNAFERR Rt. kokszolóművének légszennyezési, hulladék/melléktermék adatait az 1.2.táblázat foglalja össze.

**1.2. táblázat: A hazai kokszgyártás légszennyezési- és hulladék/melléktermék adatai 2001-ben és 2003-ban, az EU-felmérés adataival összehasonlítva, 11 EU-ban működő kokszolómű alapján**

Megnevezés	Mértékegység	EU-felmérés	Magyar adatok 2001-ben (1)	Magyar adatok 2003-ban (2)
<b>Légszennyezés [g/t folyékony acél*]</b>				
Por	[g/t]	17-75	105	88
NO <sub>x</sub>	[g/t]	230-600	258	270
SO <sub>2</sub>	[g/t]	27-950	371	76
CO	[g/t]	30-1500**	900	135
CO <sub>2</sub>	[kg/t]	175-200	n.a.	195
H <sub>2</sub> S	[g/t]	4-20	n.a.	n.a.
NH <sub>3</sub>	[g/t]	0,8-3,4	n.a.	n.a.
VOC	[g/t]	4-8	n.a.	n.a.
PAH	[mg/t]	170-500	n.a.	n.a.
<b>Hulladék/melléktermékek [kg/t koksz]</b>				
Benzol	[kg/t]	8-15	9,51	7,31
Kénsav	[kg/t]	4-9	nincs kénsavtermelés	nincs kénsavtermelés
Kátrány	[kg/t]	25-46	45,9	42,5
Kén	[kg/t]	1,5-2,3	0,13	0,06
Szennyvíz	[m <sup>3</sup> /t]	0,3-0,4	0,31	0,30

Megjegyzések:

\* 358 kg koksz/t nyersvas és 940 kg nyersvas/t acél felhasználásával

\*\* régi kokszolók esetén

A Magyar Vas-és Acélipari Egyesülésnek a Műszaki Szakigazgatói Tanács 2002. szeptember 17-i ülésére kidolgozott és a tagvállalatok környezetvédelmi helyzetéről és

feladatairól, valamint a vas-és acélipari melléktermékek hasznosítási lehetőségeiről szóló előterjesztése alapján; A DUNAFERR DBK Kokszoló Kft. adatai (2004) szerint

## **2 A KOKSZGYÁRTÁS TECHNOLÓGIÁJA**

A kokszolóművekben a szén szárazleparlása történik. A szén pirolízise során a szenet oxigéntől elzárva hevítik gázok, folyékony termékek és szilárd maradék - koksz - előállítására céljából. A szén magas hőmérsékletű pirolízisét karbonizációnak hívják. Az 1150 – 1350°C hőmérsékletű füstgázokkal 14 - 24 órán át közvetve hevítik fel a szenet 1000 – 1100 °C -ra. A nyert termék kohó-és öntödei koksz. A koksz az elsődleges redukálószer a nagyolvasztóban és nem lehet más tüzelőanyaggal, pl. szénnel helyettesíteni. A koksz olyan betétanyagként funkcionál, melyen keresztül a gáz cirkulálni tud az anyagoszlopban.

Csak bizonyos szenek, például a kokszolható, vagy bitumenes szenek melyek plasztikus tulajdonságokkal rendelkeznek, alakíthatók koksszá, számos típusa keverhető eleggyé, növelve a kohó termelékenységét, megnyújtva a kokszolóblokk élettartamát.

A kokszgyártási technológiákat termékcsalád szempontjából két csoportba sorolhatjuk:

- 1/ Melléktermék-kinyerés nélküli technológiák: ide sorolhatók az ún. primitív (boksa)-kokszolók, valamint a modern energetikai kokszolók egy része
- 2/ Melléktermék-kinyeréses technológiák: a metallurgiai kokszot gyártó, modern kokszolóművek nagy része ide sorolható

A Dunaferr-DBK Kokszoló Kft. kokszolóműve az utóbbi csoportba sorolható. Két kokszolóblokkjában a koksz, mint fő termék mellett termelődő kamragázt csatolt technológiák tisztítják meg a szennyezőktől és nyerik ki az értékes melléktermékeket.

Az alkalmazott technológiák ismertetésére az alábbiakban kerül sor.

A kokszolási tevékenység altechnológiái:

- a/ szénelőkészítés,
- b/ blokk műveletek (szénadagolás, fűtés, kokszolás, kokszkitolás, kokszhűtés),
- c/ kokszkezelés és osztályozás,
- d/ kamragáz összegyűjtése, kezelése, melléktermékek kinyerése.

### **Szénelőkészítés**

A szénelőkészítő üzemben a bányákból beszállításra kerülő különböző minőségű kokszolható kőszeneket fogadják, tárolják, az összeállítási előírás szerint elegyítik, aprítják és az I. vagy a III. sz. kokszolóblokkhoz tartozó széntoronyba töltik.

### **Kokszolás**

A kokszgyártás jelenleg 2 db PVR típusú, páros fűtőcsatornázású, recirkulációs, regeneratív fűtésű multikamrás kemenceblokkban, az I-es és a III-as blokkban történik. Az I. blokk régebbi, 1956-os építésű, a III-as blokk 1986-ban épült. A két kokszolóblokk méretében és a kokszolási technológiában különbözik egymástól.

A kokszolási folyamat a kamrák töltésével kezdődik. A kokszolás előtt a széntoronyból a szénelegyet a töltőgép tölcseibe engedik. Majd a töltőgép teleszkópos megoldással, a töltőnyílásokon keresztül, a soron következő üres kamrát betölti. A kamrába került szén a kamrák közötti fűtőfal hőjét átvéve fokozatosan felmelegszik, és a szén illóanyagai a gázgyűjtő rendszeren keresztül távoznak.

A kemenceblokkokat tisztított kamragázzal fűtik. A betöltött szénelegy a megfelelő kigázosítási idő (16-24 óra) alatt és megfelelő hőmérsékleten (1100-1350 °C) koksszá alakul át. A kamrákban lejátszódó bonyolult fizikai és vegyi folyamatok eredménye szilárd koksz és a nyersgázok.

A kokszolási folyamat végén a kamrát a gázgyűjtő rendszerről leválasztják, a kamraajtókat leveszik, a kamrákból az izzó kokszot kitológép tolja ki a pajzskocsi vezetőkosarán keresztül, ezt követően 100°C alá hűtik.

### **Kokszoltás**

Az oltótoronyban a kokszot nagy mennyiségű vízzel leoltják. A víznek az a része ami nem párolog el, összegyűjthető és felhasználható a következő oltásnál, megelőzve ezzel az ipari szennyvíz kibocsátást.

A száraz kokszoltásként ismert módszernél az oltókocsi a forró kokszot egy függőleges oltókamrához viszi. Inert oltógáz cirkulál a levegőtől elzárt kamrában, így megakadályozva az égést a koksz hűtése során. Az inert gázt hőcserélőben hűtik le, a hőenergia visszanyerés céljából.

### **Vegyi üzem**

A vegyi üzem nem tartozik szorosan a kokszgyártási technológiához, ugyanakkor a technológia során keletkező kamragáz kezelésében fontos szerepet játszik.

A vegyi üzem technológiailag az alábbi főbb részekre tagolható:

I/ Gázkondenzációs üzemrész

II/ Gáztisztító üzemrész

III/ Benzolkinyerő üzemrész

#### **I/ Gázkondenzációs üzem**

A kemence üzemben keletkező 700-750 °C hőmérsékletű nyers kamragázt a gázgyűjtő csövekben öblítővíz bepermetezés hatására 80-85 °C-ra hűl le. A gázgyűjtő csőből a lehűtött, nyers kamragázt az exhausztor (gázelszívó berendezés) szeparátoron, előhűtőkön és elektromos kátrányleválasztókon át szívja el, és szállítja további gáztisztításra.

#### **II/ Gáztisztító üzemrész**

Az exhausztorból kilépő gáz utóhűtés után kénhidrogén- és ammóniamosó tornyokon halad át. A telített mosófolyadékból vízgőz desztillációval nyerik ki az ammóniát és a kénhidrogént. A kénhidrogén gőzök az előbontó reaktorba kerülnek, ahol parciális égetéssel beállítják a Claus-reakció sztöchiometriai arányát. A reakció gázokat katalitikus úton a Claus reaktorokban elemi kénre alakítják át. A kinyert ammóniát az ún. ammóniaégetőbe vezetik.

### III/ Benzolkinyerő üzemrész

A kénhidrogén-, és ammóniamentesítést követően a kamragázból kátrányolaj felhasználásával, abszorpcióval nyerik ki a BTX (benzol-toluol-xilol) frakciót. A telített olajból vízgőzzel hajtják ki a kinyert anyagokat, melyet desztilláció követ. A végterméket nyersbenzolként értékesítik.

#### **Technológiai víz kezelés**

A desztillációval történő ammóniaeltávolítás után a kilépő szennyvíz különböző szerves (mint pl.: fenolok) és szervetlen vegyületeket (pl.: maradék ammónia és cianidok) tartalmaz. Ezek a vegyületek negatív hatással vannak a befogadó vízre közvetlen bevezetés esetén. A lepárló folyadékát ezért a bevezetés előtt rendszerint technológiai vízkezelő telepen kezelik,

## **3 ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKÁK KOKSZOLÓMŰVEKRE**

Ez a fejezet -a sevillai BREF dokumentumra alapozva- az általánosságokon túl folyamatintegrált (PI) és csővégi (end-of-pipe, EP) technikákat is ismertet a kokszolóművek környezetvédelméhez és energia-hatékonyágához kapcsolódóan. Az egyes technológia leírásokhoz megadjuk az elért fő emissziós szintekkel, az alkalmazhatósággal, az emissziók folyamatos ellenőrzésével, az anyagok keresztthatásaival, a referencia üzemekkel és a gazdaságossággal kapcsolatos főbb, releváns információkat is (ahol ezek az adatok elérhetők és helyesek).

Az ismertetésre kerülő technikák áttekintve:

#### Folyamatintegrált intézkedések

A következő folyamatintegrált technikák használata ismert a kokszoló kamráknál:

A kokszoló üzem egyenletes és zavartalan működése (PI/1)

A kokszolókamrák karbantartása (PI/2)

Kamraajtó- és keret-tömítések fejlesztése (PI/3)

Kamraajtók és kerettömítések tisztítása (PI/4)

A szabad gázáramlás fenntartása a kokszolókamrában (PI/5)

Emisszió csökkentés a kokszolókamrák aláfűtésekor (PI/6)

Száraz kokszoltás (PI/7)

Nagyobb kokszolókamrák (PI/8)

Visszanyerés nélküli kokszolás (PI/9)

#### Csővégi/end-of-pipe technikák

A kamratöltés emissziójának minimalizálása (EP/1)

A felszállócsövek és a töltőnyílások szigetelése (EP/2)

A kokszolókamra és a fűtőcsatorna közötti szivárgás minimalizálása (EP/3)

A kokszkitolás portalanítása (EP/4)

Emisszió minimalizálása nedvesoltáskor (EP/5)

A kokszoló aláfűtésből származó füstgázok NO<sub>x</sub>-mentesítése (EP/6)

- A kamragáz kéntelenítése (EP/7)
- A kátrány (és PAH) eltávolítása a gázvízből (EP/8)
- Ammónia kihajtó/kigőzölő (EP/9)
- A gázkezelő üzem gáztömör üzemeltetése (EP/10)
- Szennyvízkezelő üzem (EP/11)

### 3.1 ALKALMAZOTT FOLYAMATOK ÉS TECHNIKÁK

Az 1940-es évekre kifejlesztették a modern kokszolókamrák alaptípusát. A kokszolókamrák 12 m hosszúak, 4 méter magasak és 0,5 m szélesek voltak, mindkét oldalon ajtókkal felszerelve. A levegőellátást a forró távozó gázokkal biztosították, a hulladék hő felhasználása magasabb hőmérsékletet eredményezett és növelte a kokszképződés mértékét. Az 1940-es évektől a folyamatot gépesítették, az építő anyagokat jelentős típusváltoztatás nélkül fejlesztették. A jelenlegi blokki elrendezések akár 60 kamrát is tartalmazhatnak, amelyek 14 m hosszúak és 6 m magasak. A hőátadást tekintetbe véve, a szélességük 0,3-0,6 m maradt. Minden kamra a blokkban 30 tonna szenet tartalmazhat. A 3.1. ábra egy jellegzetes blokkot szemléltet. A közelmúltban épített kokszolóművek méreteit még tovább növelték.

Az elmúlt évek fejlesztései különösen a különböző folyamatok közben fellépő emisszió minimalizálására, és a kezelők munkakörülményeinek javítására irányultak.

A kokszgyártás folyamatai a következő alosztályba oszthatók:

- a/ szénkezelés,
- b/ blokk műveletek (széntöltés, fűtés/aláfűtés, kokszolás, kokszkitolás, kokszoltás),
- c/ kokszkezelés és előkészítés,
- d/ a kamragáz összegyűjtése, kezelése, és a melléktermékek kinyerése.

Az integritás megőrzése érdekében a kokszolási folyamatok közben jelenlévő víz útját és a szennyvízkezeléssel kapcsolatos információkat is feltünteti az útmutató.



**3.1 ábra: Fénykép egy kokszolóblokkról (láthatóak a kamrák, a fáklyák, a gázgyűjtőcső valamint a széntorony)**

A kokszgyártáshoz szükséges műveletek és folyamatok teljes sorának egyszerűsített ábráját, mely egyben az emisszió forrásokat is feltünteti, a 3.2. ábra mutatja be.

#### ***KOKSZOLÓ ÜZEM EGYENLETES ÉS ZAVARTALAN MŰKÖDÉSE (PI/1)***

A karbantartókkal együttműködve (l. PI/2), és a tisztító műveletekkel együtt (l. PI/4) a kokszolókamrák egyenletes és zavartalan üzemelése a folyamat integráció legfontosabb mutatója. A fellépő hiba jelentős hőfokingadozásokhoz és kitolás közben a koksz beragadásához vezet. Ennek kellemetlen hatása van a tűzálló anyagokra és magukra a kokszoló kamrákra, és a tömítetlenségek és a helytelen üzemi állapotok növekedéséhez vezethet.

Az egyenletes és zavartalan üzemelés előfeltétele a kemencegépek és -berendezéseinek megbízhatósága.

A másik előfeltétel az optimális szénelőkészítés – a kokszológáz optimális működése lehetőleg egyenletes szénterhelést kíván meg. A modern szénelőkészítő üzemek két keverő garattal, törő/osztályozó üzemmel, szállító-, portalanító berendezésekkel és további kiegészítőkkal – pl.: szén szárítóval vagy szén adalékolóval – üzemelnek. A kokszoló üzemek csak ilyen műveletekkel képesek megfelelően működni.

A fűtött felületek hőfokellenőrzésével (mérő eszköz a kitoló rúdon) meghatározható a kamra hőfokeloszlása, amely a fűtő rendszer hatékonyságát jelzi. Ezen eredményeken alapul a javítás és az optimalizálás.

A kokszoló üzem emissziójának jelentős része a tömítetlenségből adódik; repedéseknél a fűtőcsatorna és a kamra között és a deformálódott ajtóknál, ajtókeretekenél, ankeroszlopoknál. Ezek az emissziók nagyrészt elkerülhetők egyenletesebb és zavartalanabb üzemeléssel. Továbbá ez a mutató jelentősen növelheti a kokszológáz élettartamát.

### ***A KOKSZOLÓKAMRÁK KARBANTARTÁSA (PI/2)***

A kokszolók karbantartása a folyamat-integráció egyik legfontosabb mutatója és az egyenletes és zavartalan üzemelés döntő tényezője (l. PI/1).

A karbantartást nem kampányszerűen, hanem folyamatosan kell végezni. Nem lehet a karbantartásnak fix vagy minimális periódusa. Rendszeres programot kell követni, és különlegesen képzett személyzettel kell kivitelezni (pl.: két műszakban).

Néhány létesítménynél például az alábbi programot alkalmazzák:

- a/ Minden kamra 3-3,5 évente teljes nagyjavításon megy keresztül. Ez azzal jár, hogy a kamrát üresen hagyják egy hétre azért, hogy a következő műveleteket végrehajtsák:
- b/ minden grafitlerakódás eltávolítása a kamrából (falak, boltozat),
- c/ a repedések oxitermikus (keramikus) hegesztése, a lyukak és felületi sérülések tűzálló anyaggal történő javítása,
- d/ a kamra padlójának javítása cement kiöntéssel,
- e/ hajszáltrepedések porbefúvásos javítása,
- f/ az ajtókeret szigeteléseinek nagyjavítása feszítéssel és a keret után-állításával,
- g/ az ajtók teljes nagyjavítása; a részek szétszerelése, tisztítása és összerakása; a flexibilis tömítések beállítása. A sérült ajtó-téglák kicserélése; sok esetben az ajtó teljes újratéglázása.

A háromévenkénti nagyjavításon kívül a feszítő rendszert (rugók, anker elemek stb.) rendszeresen ellenőrzik és állítják.

A jó karbantartás megelőzi a tűzálló falazat repedését és minimalizálja a tömítetlenséget, az ennek következtében fellépő kamragáz emissziót. Elérhető az, hogy megelőzzük a kamrák aláfűtéséből származó füstgázok okozta, kéménynél látható fekete füstöt. Továbbá az ajtók és keretek karbantartása, beállítása és nagyjavítása megelőzi a lyukadást.

A karbantartási programot végző képzett személyzet költsége magas, de az egyenletes és zavartalan üzemelés mértéke jobban képzett személyzettel nagyobb termelékenységet biztosít, így kompenzálja a költségeket.

### ***KAMRAAJTÓ- ÉS KERET-TÖMÍTÉSEK FEJLESZTÉSE (PI/3)***

A kamraajtók gáztömörsége alapvető, és elérhető az alábbiak alkalmazásával:

- a/ rugóval feszített, flexibilis tömítésű ajtók használata;
- b/ az ajtók és a keretek kíméletes tisztítása minden műveletnél (l.: PI/4).

A már létező blokkokat fel lehet szerelni új, rugóval feszített szigetelt ajtókkal, ha az ajtókeret és a pajzslemez nem deformálódott. Ebből a szempontból az ankeroszlopok szilárdsága fontos szerepet játszik, mert a pajzslemezt (ami a téglákat a helyükön tartja) az ankeroszlopokra szerelt rugók megfelelően tartják a helyükön.

Meg kell jegyezni, hogy a helyzet eltér kis és nagy kamrák esetében. 5m-nél alacsonyabb „késpege” kamráknál jó karbantartással kombinálva hatásosan megelőzhető az ajtónál az emisszió.

A flexibilis tömítésű ajtók specifikus emissziója sokkal alacsonyabb, mint a hagyományos ajtóké, feltéve, hogy tisztán tartják azokat. Az „új generációs” ajtók lehetővé teszik, hogy az ajtók látható emisszióját blokkonként 5% alatt tartsuk, mind a gép-, mind a kokszoldalon. Azonban találhatunk példákat jó eredményre hagyományos („késpege”) ajtókra is jól karbantartott kis kamrák esetén, és rossz eredményekre is rosszul karbantartott nagy kamrák

flexibilis tömítésű ajtóinál is. Nagy kamráknál a flexibilis tömítés sokkal jobb lehetőséget kínál a légmentes zárásra.

#### ***KAMRAAJTÓK ÉS KERETTÖMÍTÉSEK TISZTÍTÁSA (PI/4)***

Sok régi európai kokszolómű rendelkezik még mindig az eredeti, nem rugós terhelésű, tömítőéles ajtókkal. Ezekben az üzemekben a szivárgó ajtók komoly problémát jelenthetnek. Azonban, jó karbantartással (lásd PI/1 és PI/2) bármilyen a meglévő ajtóknál látható emisszió 10% alatt tartható [Vos, 1995]. A karbantartási terv sikere nagymértékben függ a stabil kokszolói folyamatoktól, az állandó karbantartó személyzettől, a folyamatos állapotkövetéstől és az elért eredmények visszajelzésétől. Javasolt egy saját ajtókarbantartó műhely fenntartása.

A kokszoló kamraajtóinak tisztítására alkalmazott egyik módszer a nagynyomású vízszugár használata. Ez nagyon sikeresnek bizonyult. A nagynyomású vízszugaras kokszolói kamraajtó-tisztítást azonban nem lehet minden ciklusban végezni. A minden ciklusban kaparókat használó fejlett ajtó tisztító rendszerek szintén jó eredményeket adnak.

A nagynyomású vízszugaras ajtó tisztító rendszer lehetővé teszi, hogy virtuálisan megszüntessék a látható emissziót – 95%-os időcsökkenést lehet elérni (az EPA módszernek megfelelően).

Figyelembe kell venni azt, hogy a nagynyomású vízszugárral történő tisztítás szennyezett (szenny)vizet hoz létre. Ez a kokszolóblokkokról származó vízzel együtt kezelhető.

#### ***A SZABAD GÁZÁRAMLÁS FENNTARTÁSA A KOKSZOLÓKAMRÁBAN (PI/5)***

A kokszolókamrát általában enyhe túlnyomás alatt tartják a kokszolás folyamán. A negatív nyomás lehetővé tenné, hogy levegő szivárogjon a kamrába, részlegesen leégetve a kokszot, ami a kamra tönkremeneteléhez vezet. A kemencefenék atmoszférikus nyomáson kell legyen. Általános szabályként a gázgyűjtőben a túlnyomás (vízoszlop mm-ben) kétszer akkora kell legyen, mint a kamra magassága méterben kifejezve. Így, egy modern 7 m magas kamra esetén a megfelelő túlnyomás 14 vízszlop mm kell legyen. Egy régebbi 4 m magas kamra esetében a gázgyűjtő túlnyomása 8 vízszlop mm kell legyen.

Ez a nyomáskülönbség szükséges ahhoz, hogy eltávolítsák a gázokat és a kátrányt a kokszolókamrából. A nyomásesést egy fojtószeleppel érik el a gázgyűjtő kimeneti végén, ahol a nyomás –80 vízszlop mm.

A kokszolókamra tetejénél egy szabad részt kell hagyni, hogy lehetővé tegyék a gázoknak és az elilló kátránynak, hogy a felszálló cső felé áramoljanak, amely, kialakítástól függően vagy a blokk gépoldalán, vagy mindkét oldalán található. A gázáramlást akadályozhatja a kamra tetejét elérő betöltött szén, és ha a kamra tetejét eltorlaszolja a kirakódott grafit. Akárhányszor a gázáramlást gátolja valami a kamrában, az ajtóknál és a töltőnyílásoknál szivárgás fog jelentkezni, mert az akadály mögött megnövekszik a túlnyomás.

Ezt a helyzetet meg lehet előzni a betöltött szén megfelelő elegyengetésével, a kokszolókamrák tetejének időszakonkénti grafitmentesítésével és a hattyúnyakak (nyeregcsövek) időszakonkénti tisztításával (lásd PI/2 is).

A kamratetőn a koksz kirakódását a kamrafalak mentén történő megfelelő hőeloszlás megvalósításával lehet minimalizálni.

A jó nyomáseloszlás a kokszolókamrában jelentősen csökkenti a diffúz emissziót és szivárgást. Továbbá csökken a kamratöltet kitolási művelet során történő beragadásának kockázata is.

### **NAGYOBB KOKSZOLÓKAMRÁK (PI/8)**

A szélesebb és magasabb kokszolókamrák kifejlesztése két fő elven alapszik: a naponta kitolt kamrák számának csökkentésén és a tömitési felületek hosszának csökkentésén.

A magas vagy széles kamrájú kokszolóblokkok fő jellemzője (a hagyományos blokkokéval összehasonlítva) a nagy blokkterfogat. Így adott kapacitásra az ajtó tömitések hossza csökken és csökken a kitolás gyakorisága is. A tömitésekre különleges figyelmet kell fordítani, mivel sokkal nehezebb az ilyen kamrákat gáztömören tartani, elsősorban a felső és alsó végeken (Lásd PI/3).

Kizárólagosan az új üzemek koncepciójánál alkalmazható. Teljesen újjáépített üzem esetében, bizonyos esetekben magasabb kokszolókamra választható a régi alapokra.

A magas kamraajtók sokkal intenzívebb karbantartást igényelnek.

Várható a kitolási műveletekből származó emisszió csökkenése mivel kevesebb kitolási művelet szükséges egy tonna kokszt előállításához, és az emisszió egyenesen arányos a kitolások számával. Mindazonáltal az emissziós tényezőket (az egy tonna kocszra jutó emissziót) nem befolyásolja a nagyobb kamrákkal rendelkező blokkok alkalmazása.

Látható elszökő ajtó emissziók léphetnek fel.

A 3.1 táblázat néhány kokszolóblokk jellemzőit mutatja.

**3.1. táblázat: Néhány kokszolóblokk-típus jellemzői [Eisenhut, 1998]**

Jellemző	Mérték-egység	Kis	Közepes	Magas		
				Huckingen	Prosper	Kaiserstuhl
Méretek (hasznos)						
Magasság	m	4,5	6,0	7,85	7,1	7,63
Hosszúság	m	11,7	14,2	17,2	15,9	18,0
Szélesség	m	0,45	0,45	0,55	0,59	0,61
Hasznos térfogat	m <sup>3</sup>	22,1	36,4	70,0	62,3	78,9
Termelékenység	tkocsz/kamra	12,7	21,3	43,0	39,8	48,7
Kamraszám		322	187	120	142	120
Összes kamranyílás		2898	1496	1080	1278	1080
Tömitési felület hossza	km	10,5	6,9	6,0	6,2	5,5
Kitolások száma	1/nap	430	257	128	138	115
Összes nyitási szám	1/nap	3870	2056	1152	1242	1035
Tisztítandó tömitési felület hossza	km/nap	14,0	9,5	5,6	6,0	5,3

#### **3.1.1. Szénkezelés (Szénelőkészítés)**

A szénelőkészítés a következő lépéseket foglalja magába:

1/ A szén kirakodása. A szenet hajókból vagy vonatokból szállítórendszerre, vagy tárolóba ürítik. Rendszerint nagy darukat használnak markolókkal. A szél szénpor emissziót okozhat.

2/ A szén tárolása. A kokszolóművek általában nagy széntároló területekkel állnak összeköttetésben. A szél szénpor emissziót okozhat. Külön figyelmet kell fordítani az elfolyó víz megfelelő kezelésére (ülepítés).

3/ A szén szállítása. A szénszállítás szállítószalagon történik, épületeken kívüli átadási pontok és úti szállítás kerülhet számításba.

4/ A szén előkészítése. A szén előkészítése réteges elegyítésből, bunker elegyítésből és törésből áll, ami szénpor emisszióhoz vezethet. Elegyítés közben újrafelhasznált anyag, mint pl. kátrány adható hozzá, amely illóvegyületek emissziójához vezethet.

5/ Széntorony töltése: szénpor emisszió előfordulhat.

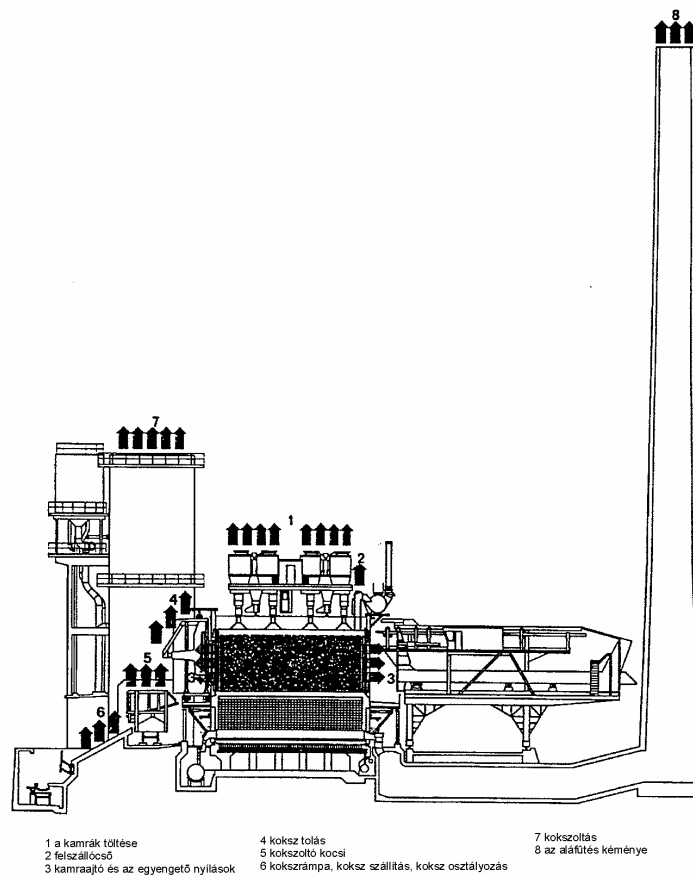
6/ A töltőgép feltöltése: szénpor emisszió előfordulhat.

### 3.1.2. A kokszolóblokk munkaműveletei

A kokszolóblokk emisszióit tekintve az alábbi műveletek dominálnak:

- a/ széntöltés
- b/ a kamrák fűtése
- c/ kokszolás
- d/ koksz kitolás
- e/ kokszoltás

A 3.3. ábra a kokszolóblokk elrendezését mutatja be, a fő emisszió források feltüntetésével.



3.3 ábra: Sematikus ábra egy kokszolóblokkról az emisszió források feltüntetésével

### 3.1.2.1. Széntöltés

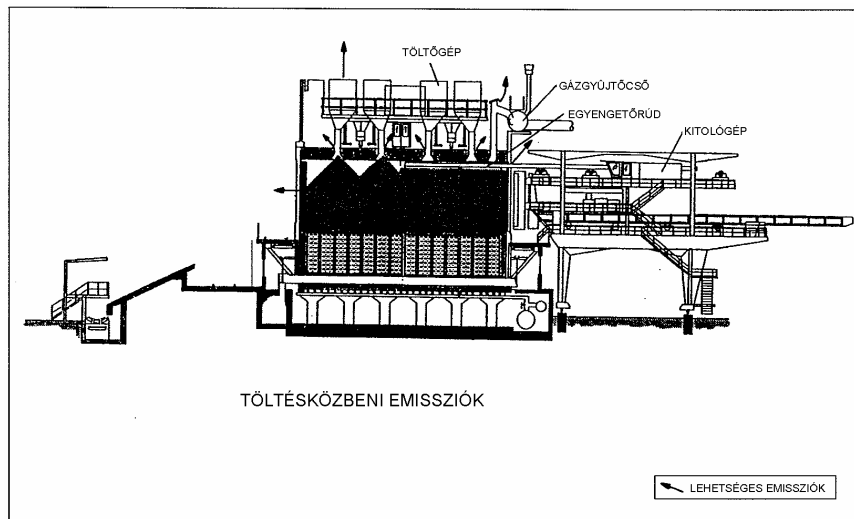
Számos technika létezik a porított szén (70-85 % < 3 mm) betöltésére a töltőnyílásokon keresztül. A legáltalánosabb technika a gravitációs töltés töltőkocsikkal (3.4. ábra). Ez lehet egyidejű, többfokozatú vagy lépcsőzetes töltés fordulat szabályozott, vízszintes kiépítésű csigás adagolóval vagy forgótányérokkal. Más rendszerek is lehetségesek. A rendszertől függetlenül a szén áramlását kontrollálni kell. Általános intézkedéseket adnak meg az összes ilyen rendszerhez. Ezen intézkedések célja az, hogy „pormentes” töltést (csökkentett emissziójú töltés) érjenek el.

A csővezetékes töltés vagy döngöléses töltés ritkán alkalmazott. A töltőnyílások és a rendszerek geometriája ugyan fontos eleme a töltési emisszió csökkentésének.

A folyamat során megkülönböztetünk:

- a/ emissziót a töltési folyamat alatt,
- b/ a töltési gázok elszívását és tisztítását,
- c/ a planírozó ajtó emisszióját a szén planírozása közben a planírozó rúddal,
- d/ a kamratetőre hulló anyagokból a felszabaduló emissziót.

A blokk konstrukciójától függően egy vagy több különböző technika kombinációja használható.



3.4 ábra: Koksizókamra töltése töltőkocsival (A lehetséges emissziókat nyilak mutatják.)

#### A KAMRATÖLTÉS EMISSZIÓJÁNAK MINIMALIZÁLÁSA (EP/I)

A kamratöltést leggyakrabban gravitációsan valósítják meg töltőkocsik segítségével. Három alapvető technikát használnak ennek megvalósítására:

I/ „Füstnélküli” töltés. Ez a rendszer gáztömör csatlakozást alkalmaz a koksizókamra és a töltőkocsi között. A kamrákat gyorsan megtöltik általában négy vagy öt töltőnyíláson keresztül. Az elszívást gőz- vagy vízsugárszivattyúval valósítják meg a felszállócső határynyakában.

II/ Szekvenciális töltés vagy lépcsőzetes töltés. A szekvenciális vagy lépcsőzetes töltésben a töltőnyílásokat sorban, egyiket a másik után töltik fel. Ez a típusú töltés viszonylagosan hosszú időt igényel. Az elszívást a kamra mindkét végén megvalósítják, vagy a két felszállócső használatával (ha vannak), vagy a felszállócső és a szomszédos kamra felé egy

átkötő cső használatával. A töltőkocsi és a kamra közötti csatlakozás nem gáztömör, de az elszívás következtében virtuálisan nem következik be emisszió, ha csak egyetlen nyílás kapcsolódik a légkörhöz.

III/ Teleszkópikus tömlővel történő töltés vagy „japán töltés”. Ezt a fajta töltést egyidejűleg végzik az (általában) négy darab töltőnyíláson keresztül. A kokszolókamra és a töltőkocsi közötti csatlakozást nem gáztömör, hanem „teleszkópikus karmantyúkkal” zárják le, melyekből a gázokat kiszívják és a gyűjtőcsövekbe vezetik a gázgyűjtőcső és a töltőkocsi közötti összeköttetésen keresztül. A kiszívott gázokat elégetik és ezt követően egy szilárd szemcsefelfogó berendezésen vezetik keresztül, amely a talaj szintjén található. Egyes esetekben a kiszívott gázokat a töltőkocsiban kezelik.

A töltést meg lehet valósítani a szén csővezetékeken keresztüli szállításával is. A csővezetékes töltésre két rendszert fejlesztettek ki:

- a/ Egy központi csővezeték rendszer csatlakozással minden kamrára.
- b/ Egy töltőkocsira csatlakozó vezeték, melyen keresztül a kamrákat megtöltik.

A szénelőmelegítés lehetővé teszi a csővezetékes töltést.

A töltés utáni egyengetési folyamat alatt az egyengetőrúd és az egyengetőajtó közötti záró tömítés minimalizálhatja az egyengetőajtón keresztüli emissziót.

A töltési emissziók nagyon alacsonyak lehetnek ezen rendszerek mindegyikénél. A legfontosabb meghatározó tényező a kokszolókamrában és a töltő teleszkópban uralkodó túlnyomás. Egyes rendszerek sokkal több üzemeltetési problémát okozhatnak, mint mások.

A töltésből származó emissziót nehéz számszerűsíteni, de általában < 30 másodperc látható emisszió elérhető. 10 másodpercnél kisebb látható emisszió optimális feltételek mellett érhető el.

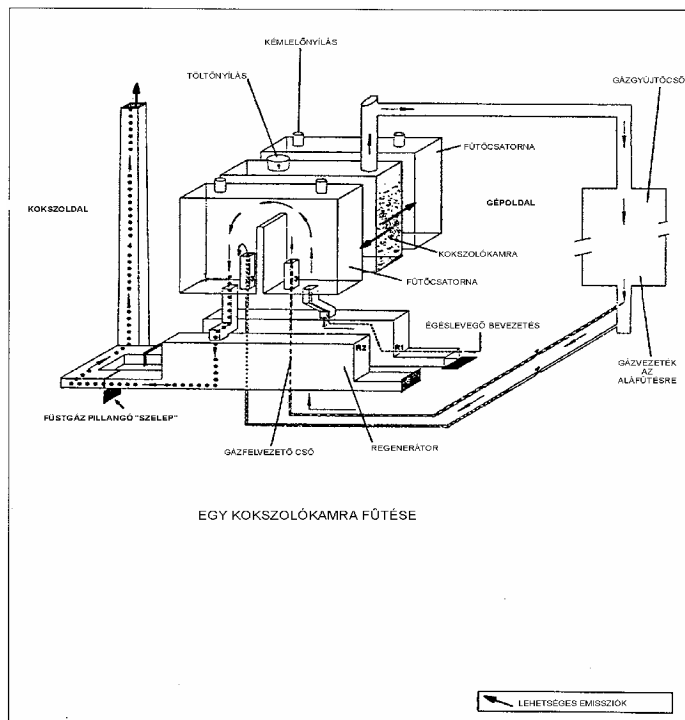
A beszámolók szerint a szilárd szemcse emisszió a töltőtömlővel és a töltőkocsin lévő porgyűjtő egységgel ellátott blokkokon kevesebb, mint 5 g/t koksz (<50 mg/Nm<sup>3</sup>). Ebben az esetben a kiszívott gázt elengedés előtt elégetik.

### **3.1.2.2. A kamrák fűtése**

Az egyes kokszoló kamrákat fűtőfalak választják el egymástól. Ezek bizonyos számú fűtőcsatornát tartalmaznak, csatornánként égővel és egy vagy több levegő-bevezetővel, a kokszoló kamra magasságától függően. Az átlagos égő-idomkő hőmérsékletet - amely a fűtőcsatorna működését jellemzi - rendszerint 1150 és 1350 °C között állítják be. Általában tisztított kamragázt használnak tüzelőanyagként, de más gázok is használhatók, mint a (dúsított) kohógáz.

Az energiateljesítmény hatékonyságának növelése céljából, regenerátorokat helyeznek el közvetlenül a kamrák alatt a füstgázból származó hő hasznosítására, az égéslevegő vagy a kohógáz előmelegítésére.

A 3.5. ábra egy kokszkemence fűtőrendszerét mutatja vázlatosan az emissziós pontokkal együtt. Ha a fűtőfalak nem teljesen gáztömörek a repedések miatt (ami nagyon gyakori eset), a kamragáz a füstgázba kerül, és vele együtt emittálódik a kéményen keresztül.



3.5 ábra: Az aláfűtés sematikus ábrája, a lehetséges emissziókkal együtt

A bemutatott konstrukció egy egylépcsős égetés, azonban napjainkban a legmodernebb üzemek többlépcsős égetéssel rendelkeznek, kamragázt használnak tüzelőanyagként, amelyet előtte kéntelenítettek.

#### EMISSZIÓ CSÖKKENTÉS A KOKSZOLÓKAMRÁK ALÁFÜTÉSEKOR (PI/6)

A kokszolási folyamathoz szükséges hőt a gáznemű tüzelőanyag fűtőcsatornában (fűtőjáratokban) történő elégetésével biztosítják. A hő a tűzálló téglafalazaton keresztül hővezetéssel jut a kokszolókamrába. A kokszolókamrában magasabb hőmérséklet rövidebb kigázosítási időt eredményez. A kokszolóblokkok aláfűtésekor keletkező legfontosabb szennyező anyagok az  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  és a szilárd anyagok.

Az  $\text{SO}_2$  kibocsátás szintje szorosan kapcsolódik a tüzelőanyag kéntartalmához. Következésképpen az  $\text{SO}_2$  kibocsátást a tüzelőanyag kéntartalmának minimalizálásával lehet csökkenteni. Általában (dúsított) kohógázt vagy kamragázt használnak a kokszolóblokkok aláfűtésére. A kamragáz kéntartalma a kamragáz gáztisztító üzele kéntelenítési teljesítményétől függ. A kamragáz  $\text{H}_2\text{S}$  tartalma  $50 \text{ mg/Nm}^3$ – $1000 \text{ mg/Nm}^3$  között változhat, a kéntelenítési eljárástól és annak hatásfokától függően. Amennyiben nem alkalmaznak kéntelenítést (ami jelenleg is fennálló helyzet egyes üzemek esetében az EU-ban), a  $\text{H}_2\text{S}$  tartalom elérheti a  $8000 \text{ mg H}_2\text{S/Nm}^3$  értéket is. A dúsított kohógáz kéntartalma alacsony. A kamragáz kéntelenítési folyamatának egyik fő paramétere a gáz hőmérséklete.

Az  $\text{SO}_2$  és a szilárd anyag emisszió jelentősen megnövekedhet, ha nyers kamragáz szivárog a kamrából a fűtőfalak repedésein, és a tüzelőanyaggal együtt elég (lásd még EP/3).

Az  $\text{NO}_x$  esete valamelyest bonyolultabb. A keletkező  $\text{NO}_x$  majdnem teljes mennyiségében termikus- $\text{NO}_x$ -ből áll, amely az  $\text{N}_2$  és  $\text{O}_2$  közötti reakcióból keletkezik a lángban. A termikus-

NO<sub>x</sub> képződése szorosan kapcsolódik a láng csúcshőmérsékletéhez és O<sub>2</sub>-koncentrációjához. Közvetetten az NO<sub>x</sub>-kibocsátás kapcsolódik a tüzelőanyaghoz is (dúsított kohógáz vagy kamragáz), és a használt szén típusához is, a szén fajlagos töltettségéhez, a kigázosítási időhöz és a kokszolókamra méreteihez.

Az NO<sub>x</sub>-képződés csökkentésének leghatékonyabb módja a láng hőmérséklet csökkentése a fűtőcsatornáknál. A cél tehát a hideg lánggal történő tüzelés. Három módszer mutatkozott hatékonynak ennek elérésére:

1/ Füstgáz recirkuláció. A kokszolóblokkból származó füstgázokat bekeverik a tüzelőanyagba és az égéslevegőbe. Az alacsonyabb O<sub>2</sub>- és magasabb CO<sub>2</sub>-koncentráció csökkenti a láng hőmérsékletét. Mindamelllett, a füstgáz recirkuláció előmelegítő hatása ellentétes a hőmérséklet csökkentési hatással.

2/ Szakaszos tüzelés. Az égéslevegő több lépcsőben történő adagolása következtében az égési feltételek ellenőrzöttebbé válnak, és csökken az NO<sub>x</sub>-képződés.

3/ Alacsonyabb kigázosítási hőmérséklet. Az alacsonyabb kigázosítási hőmérsékletnek hatása van a gazdasági szempontokra és a kokszolóblokkok energetikai hatásfokára. Az alacsonyabb kigázosítási hőmérséklet alacsonyabb fűtőjárat hőmérsékletet igényel, aminek következménye a kevesebb NO<sub>x</sub>-képződés.

Ezen túl, a fűtőjárat hőmérsékletet (és így az NO<sub>x</sub>-képződést) is csökkenteni lehet, miközben úgy tartják fenn a normál kigázosítási hőmérsékletet, hogy csökkentik a tűzálló téglafalon keresztüli hőmérséklet gradienst a fűtőjáratoktól a kokszolókamra belseje felé. Ezt vékonyabb téglák és jobb hővezetésű tűzálló anyagok használatával lehet elérni. Régebben, a fűtőjáratok 1320°C-os hőmérséklete a kokszolókamrák 1180°C-os hőmérsékletét eredményezte. Napjainkban, a 1200°C-os kokszolókamra hőmérsékletet ugyanazzal a fűtőjárat hőmérséklettel lehet elérni, a vékonyabb tégláknak köszönhetően.

A folyamat-integrált NO<sub>x</sub>-csökkentési intézkedéseket az új üzemeknél lehet alkalmazni. A hőmérséklet csökkentése a meglévő üzemekben hosszabb kigázosítási időt és a névleges kapacitás alatti üzemelést fog eredményezni.

A meglévő üzemek esetében folyamat-integrált NO<sub>x</sub>-csökkentési intézkedések nélkül – mint pl. a szakaszos égéslevegő beadagolás – az elérhető NO<sub>x</sub> szintek 1300 g/t koksztól 1900 g/t kokszt (600–1500 mg/Nm<sup>3</sup>, 5% O<sub>2</sub> esetén) tartományban vannak. Azok az üzemek, melyek folyamat-integrált NO<sub>x</sub>-csökkentési intézkedéseket vezettek be, 450–700 g NO<sub>x</sub>/t kokszt (500–700 mg/Nm<sup>3</sup> koncentráció 5% O<sub>2</sub> esetén) kibocsátással rendelkeznek.

Ha a nyersgáz hűtőképességét megnövelik, hogy javítsa a kéntelenítési hatásfokot, az energiafelhasználás megnövekszik, és a lehetséges hőemisszió szintén megnövekszik.

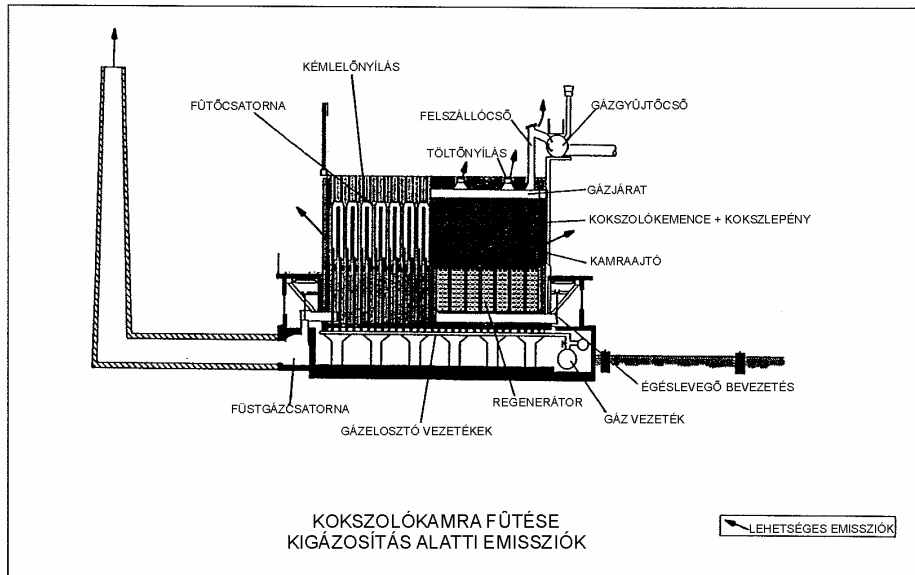
### **3.1.2.3. Kokszolás**

A karbonizáció folyamata a szénbetöltés után azonnal megkezdődik. A felszabaduló gáz 22–32 %, a nedvesség körülbelül 8–11 százaléka a betöltött szénnek. Ezt a nyers kamragázt felszálló csöveken keresztül szívják el a gázgyűjtőcsőbe. Ennek a gáznak a magas fűtőértéke lehetővé teszi, hogy a tisztítás után fűtőanyagként használják fel (pl.: blokkok fűtésére). A szenet a fentebb leírt fűtőrendszer hevíti, és a kokszoló kamrában marad, amíg a szén közepe eléri az 1000 – 1100 °C-os hőmérsékletet.

A kemence szélességétől és a fűtés körülményeitől függően a kokszolás 14–24 órát vesz igénybe.

A 3.6. ábra a fő emissziós helyeket jelzi kokszolás közben. Az emisszió történhet az ajtón keresztül a töltő nyílásokon, a felszállócsövön keresztül, vagy akár a fal repedésein át, kamragáz emisszió a fűtőgázokon keresztül történhet.

1000 kg szénből 750–800 kg koksz és kb. 325 m<sup>3</sup> kamragáz (kb. 187 kg) keletkezik. Azonban meg kell jegyezni, hogy a kokszhozam, illetve a kamragáz termelés és összetétel nagyban függ a szén összetételétől és a kokszolási időtől.



3.6 ábra: Egy kokszolókamra fűtése és a lehetséges emissziók a kigázosítási idő alatt

### VISSZANYERÉS NÉLKÜLI KOKSZOLÁS (PI/9)

A visszanyerés nélküli (non-recovery) kokszolási eljárásban lényegileg a kokszolási folyamatból felszabaduló kátrány és gázok teljes mennyiségét a kamrában és a talpcsatornában elégetik. A visszanyerés nélküli kokszolási folyamat a hagyományostól eltérő kokszolóblokk kivitelű igényel. Nincs szükség kamragáz-kezelő és szennyvízkezelő üzemre.

A részleges égéshez szükséges primer levegőt a kokszolókamrába juttatják -az ajtóknál elhelyezett nyílásokon keresztül- a töltet fölé. Ez a részleges égés biztosítja a kokszoláshoz szükséges hőt a kamra tetején („kamra korona”). A primer levegő mennyiségét úgy szabályozzák, hogy a kamra koronánál a kívánt hőmérséklet tarthassák.

A részlegesen elégett gázok a kamrafalakon található nyílásokon hagyják el a kamrát és lépnek be a talpcsatornába. A talpcsatornába szekunder levegőt adagolnak a teljes égés elérése céljából. A szekunder égésből származó hőt a tűzálló anyagból készült aljzaton keresztül hővezetéssel juttatják a kamrába.

A füstgázokat egy gyűjtővezetékbe vezetik és hulladékhő-hasznosító kazánon vezetik keresztül a légkörbe történő kiengedés előtt. A teljes rendszer az atmoszférikus nyomásnál alacsonyabb nyomáson üzemel.

A kamrák jóval szélesebbek és alacsonyabbak, mint a hagyományos melléktermék visszanyeréses kivitelűek. Mindazonáltal a kamratöltetek nagysága összehasonlítható.

A 3.2 táblázat a visszanyerés nélküli kokszolókamrák jellemző tervezési adatait tartalmazza.

**3.2. táblázat: Visszanyerés nélküli kokszolókamra tervezési jellemzői – [Knoezer, 1991] alapján**

Jellemző	Érték
Kamra hossza	15,6 m
Kamra szélessége	4,2 m
Középvonal távolság	5,2 m
Töltettség	23 – 43 t
Kigázosítási idő (névleges)	24 – 48 óra

A kokszolókamrák általánosan használt töltési módszere a szén beejtése egy töltőkocsiból a kamrába a töltőnyílásokon keresztül. A visszanyerés nélküli kokszolási rendszerben a töltést a géppoldali ajtónyíláson keresztül végzik egy kombinált kitoló/töltő gép segítségével.

Kizárólag teljesen új üzemkonceptióként lehet alkalmazni.

A 3.3. táblázat számadatokat tartalmaz a visszanyerés nélküli kokszolás emisszióira vonatkozóan. Az értékek emisszió csökkentési rendszer nélküli kokszolásra vonatkoznak. Az egyik üzemben a füstgázok egy részét termikus szárítóban mossák, de a többi kamra füstgáz tisztítás nélkül üzemel.

**3.3. táblázat: Visszanyerés nélküli kokszolás kibocsátásai emisszió-csökkentés nélkül – [Knoezer, 1991] alapján; a g/t szénből számítva, feltételezve, hogy 1 t szénből 0,78 t koksz keletkezik**

Összetevő	Mérték-egység	Érték	Mérték-egység	Érték
Szilárd anyag	mg/Nm <sup>3</sup>	n.a.	g/t koksz	1960
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	n.a.	g/t koksz	7000
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	n.a.	g/t koksz	380
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	n.a.	g/t koksz	77

Ez az üzemi koncepció lényegesen kevesebb keresztthatást okoz, mint a hagyományos kokszolóblokkok. Mindamelllett, a blokk fűtés kéményéből származó SO<sub>2</sub> és szilárd anyag kibocsátás magasabb, mint a hagyományos kokszolás esetén. Amennyiben mosótornyot alkalmaznak az SO<sub>2</sub> és szilárd anyag kibocsátás csökkentésére, szennyezett szennyvíz keletkezik. A jelenleg építés alatt álló üzem füstgáz kéntelenítő berendezéssel is felszerelik.

A visszanyerés nélküli kokszolás hátránya a kokszolókamrák által elfoglalt nagy felület, vízszintes elhelyezkedésük következtében.

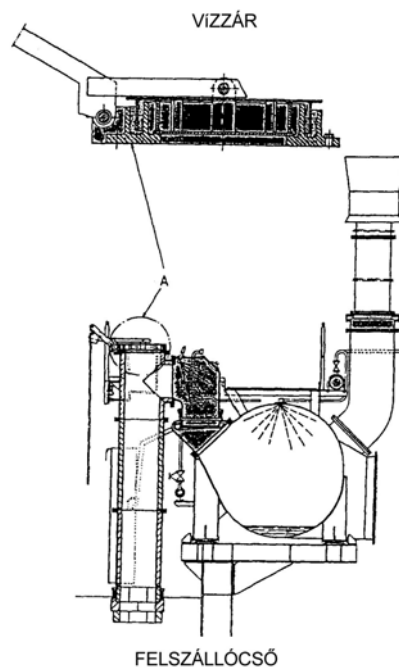
A részleges égés kisebb kohókoksz-kihozatalt eredményez.

Az integrált acélművekben nagyon nehéznek tűnik gazdaságilag nyereséges energetikai kapcsolatot kialakítani a visszanyerés nélküli kokszolás és a meglévő energiahálózat között.

**A FELSZÁLLÓCSÖVEK ÉS A TÖLTŐNYÍLÁSOK TÖMÍTÉSE (EP/2)**

A kigázosítási időszak folyamán a kokszolókamra nyílásaiból származó diffúz emissziókat ezeknek a nyílásoknak a hatékony tömítésével lehet minimalizálni a kitolási és töltési műveletek után. Mindazonáltal, az ilyen intézkedések csak akkor lehetnek sikeresek, ha figyelmes karbantartással és tisztítással kapcsolódnak össze [Eisenhut, 1988].

A vízzáras tömítésű felszállócsövek szabványos felszerelések a legtöbb új kokszolóműben (ld. 3.7. ábra).



**3.7. ábra: Egy kokszolókamra felszállócsöve**

Kiegészítésként sok régebbi kokszolóblokkot is felszerelnek vízzáras felszállócsővel. A vízzár nagyon hatékony lehet, amennyiben a vízellátó és elfolyó vezetékeket eltömődés mentesen tartják. Napjainkban a töltőnyílások szivárgásmentesen tartására az a legjobb módszer, ha óvatosan betapasztják azokat egy agyag-víz szuszpenzióval.

Alkalmazhatók mind az új, mind a régi üzemekben. Az új üzemekben a felszállócsövek és a töltőnyílások kivitelét optimalizálni lehet, hogy csökkentsék az elszökő emissziót.

A vízzáras felszállócsövek jelentős mértékben csökkenteni fogják a szilárdanyag, a CO és a szénhidrogén emissziót. A szivárgások gyakoriságában kifejezve (az összes töltőnyílás számának százalékában), a tapasztott fedelek esetében a töltőnyílások maximum 1%-ánál vannak látható szivárgások.

A vízzáras felszállócsöveknél szennyvíz keletkezik. Mindamellet, ezeket a szennyvizeket bizonyos esetekben vissza lehet forgatni az ammóniásvíz tartályba, vagy be lehet vezetni az ammónia kihajtóba. A víz recirkuláltatására használt szivattyúk villamos energiát fogyasztanak. A töltőnyílások tapasztása nem okoz számottevő keresztthatást.

#### ***A KOKSZOLÓKAMRA ÉS A FŰTŐCSATORNA KÖZÖTTI SZIVÁRGÁS MINIMALIZÁLÁSA (EP/3)***

A kokszolókamrák folyamatos és rendszeres karbantartásának végzésével, a PI/2-nek megfelelően, elkerülhetők a téglafalazaton keresztüli szivárgások. A téglafalazatok repedésein keresztüli szivárgás lehetővé teszi, hogy a kamragáz dúsítsa az aláfűtés füstgázát. Ez további SO<sub>2</sub>, szilárd anyag és szénhidrogén emissziót okoz. A repedések jelenlétét könnyen észre lehet venni a tüzelés folyamán a kokszolóblokk kéményén keresztül távozó fekete füst alapján. Azonban nem könnyű beazonosítani, hogy melyik kokszolókamra szivárog. A

repedések helyének azonosításának egyik technikája egy üres kamra mindkét oldali fűtése. A repedések helyét a kamrában a falakon áthatoló lángok mutatják.

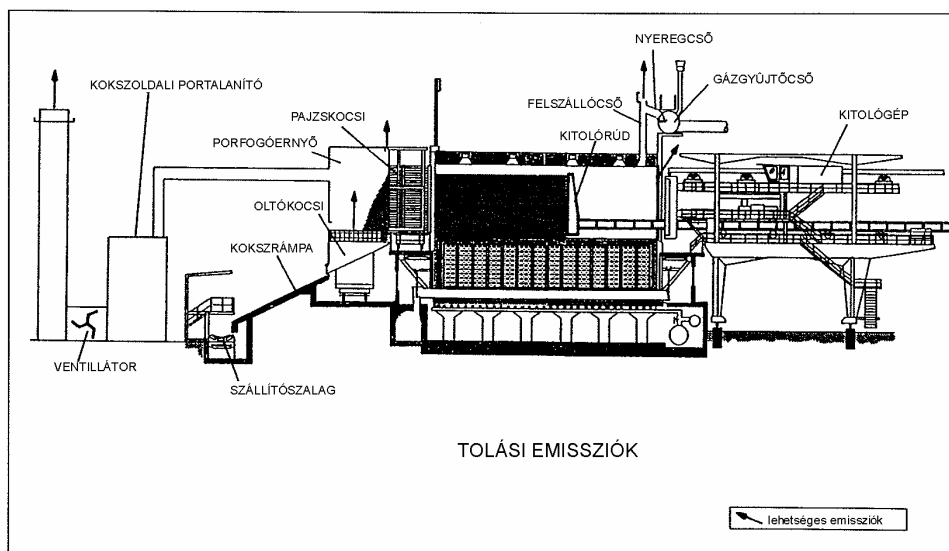
A tűzálló falazatok repedéseit, lyukait és egyéb károsodásait hatékonyan ki lehet javítani oxitermikus hegesztéssel, szilikáthegesztéssel, és száraz vagy nedves tűzálló cementtel történő szórással. Néhány kivételes esetben szükségessé válhat a falazat felújítása is. Csak meglévő üzemeknél alkalmazható technika.

Az emissziót majdnem nullára lehet csökkenteni, ha a porlasztást megfelelően alkalmazzák, és figyelemmel kísérik a repedések kialakulását. Ebből a szempontból szintén nagyon fontos a koksizálókamrák falazatának minősége és állapota.

#### 3.1.2.4. Kokszkitolás és oltás

A teljesen kiállt kokszt a kamrából a kitológép kitolórúdjával egy konténerbe tolják ki (3.8-as ábra). A levegő oxigénjével érintkezve a koks azonnal égni kezd. A konténer általában a koksoltó kocsira, amely az oltótoronyba szállítja a forró kokszt. Itt a kokszt nagy mennyiségű vízzel leoltják. A víznek az a része ami nem párolog el, összegyűjthető és felhasználható a következő oltásnál, megelőzve ezzel a szennyvíz emissziót.

A száraz koksztoltásként ismert módszernél az oltókocsi a forró kokszt egy függőleges oltókamrába viszi. Inert oltógáz cirkulál a levegőtől elzárt kamrában, így megakadályozva az égést a koks hűtése során. A gázt hőcserélőben hűtik le, a hőenergia visszanyerés céljából.

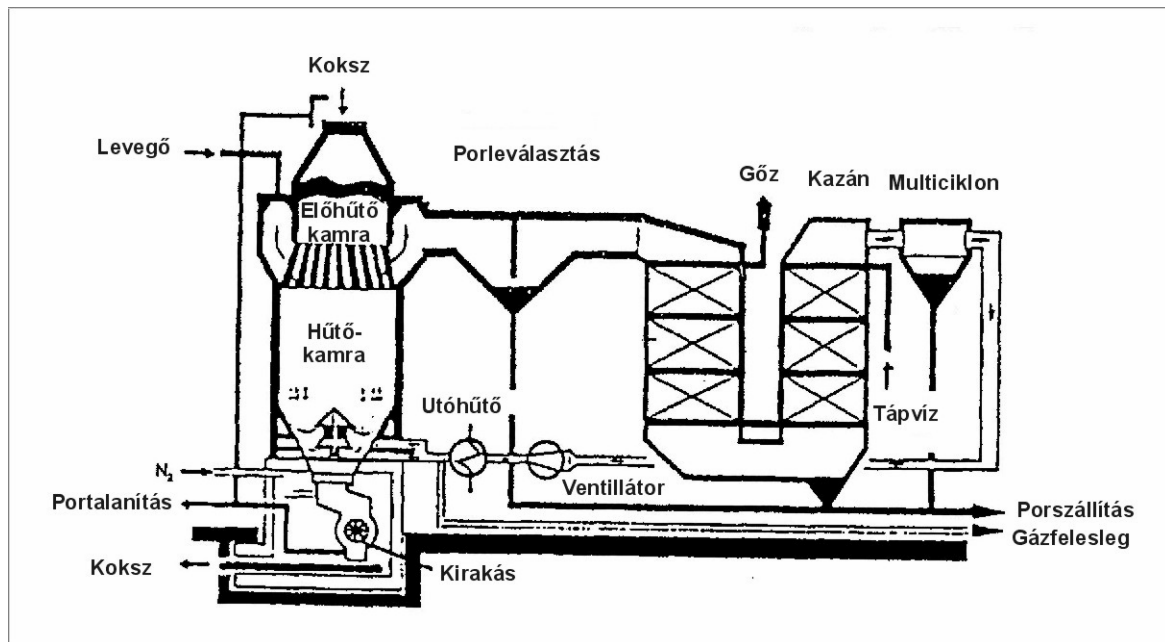


3.8 ábra: A koks tolása az oltókocsiba és a lehetséges kibocsátási pontok

#### SZÁRAZ KOKSZOLTÁS (PI/7)

Egy svájci szabadalomra alapozva, a koks szárazoltási eljárását (CDQ) ipari szinten elsőként a volt Szovjetunióban fejlesztették ki az 1960-as évek elején (úgynevezett Giprokoks eljárás). A cél olyan koksizálóművekben való alkalmazás, ahol nagyon hosszú, komoly hideg időszakok vannak, mint például Szibéria, Finnország, Lengyelország, ahol a koks nedves oltása nehézkes vagy éppenséggel lehetetlen. Emellett, az ilyen tartományokban lévő üzemek jelentős mennyiségű energiát igényelnek fűtési (gőz és/vagy villamos energia), csővezeték kísérő és kimelegítési céljára [Bussmann, 1985]. A későbbiekben, a japán energiaellátási piac speciális szerkezetében ott is alkalmazták a Giprokoks eljárást, ami további szisztematikus fejlesztéseken esett át hozzávetőleg 1973-tól kezdődően.

A 3.9. ábra egy jelenlegi szárazoltó berendezés elrendezését mutatja, ami egy aknaszerű hűtőegységből, a hőhasznosító kazánból és a gáz recirkuláló rendszerből áll.



3.9. ábra: A száraz koksoltó üzem sémája [Schönmuth, 1994]

A kiállott koksz eredetileg közvetlenül a blokkról, vagy egy konténer és egy emelőszerkezet segítségével a hűtőegységbe kerül, ahol a kokszot egy nyíláson keresztül az aknába ürítik. Ahogy a kokszoszlop állandó sebességgel halad lefelé, átadja az érzékelhető hőtartalmát az ellenáramban áramló inert gáztömegnek. A lehűtött kokszot (180–200°C) az akna alján adagoló segítségével kirakják az aknából és szállítószalaggal a megfelelő berendezéshez szállítják. A gáz, melyet a ventilátor recirkuláltat, 750–800°C-os, ellenáramú hőhasznosító kazánban hűl le, ahol gőz keletkezik [hőzárólag 0,5 t (480°C, 60 bar) gőz /t koksz]. Ezután a gáz visszajut a hűtőaknába. Durva-és finompor-leválasztók biztosítják, hogy a kazán és a ventilátor védve legyen a gáz által magával ragadott kokszportól. A koksz utólagos gázosodása következtében az inert gáz feldúsul szénmonoxidban és egyéb összetevőkben, ami szükségessé teszi időről időre a gáz elengedését. A gázfelesleget portalanító berendezésekben kezelik, célszerűen porzsákokban, hogy a maradék portartalom 5 mg/Nm<sup>3</sup> alatti legyen. Ezután a kokszolóblok fűtőgázába keverik bele [Schönmuth, 1994; Bussmann, 1985]. A hőzárólagosan 50 Nm<sup>3</sup>/t koksz esetében a gázfelesleg viszonylagosan kicsi.

A szó szoros értelmében vett száraz koksoltás alkalmazható mind az új, mind a meglévő üzemekben. A száraz koksoltás korlátozott alkalmazása következtében minden szárazoltó berendezéssel ellátott üzemnek szüksége van egy nedvesoltóra is.

A szárazoltó előnye a nedves oltással szemben az energia visszanyerés és a jobb környezeti teljesítmény (csökkentett por-, szénmonoxid- és kénhidrogén kibocsátás).

A szárazoltással hőzárólagosan 0,5 t (480°C, 60 bar) gőz/t koksz nyerhető, ami 1,5 GJ/t kokszot jelent, és elkerüljük a kiporzást. Mindamelllett meg kell oldani a kazánok jelentős eróziójának problémáját [Ritamäki, 1996].

Amikor a porkibocsátással foglalkozunk, figyelembe kell venni mind a koksoltást, mind pedig a koksz további kezelését és rostálását. Az egyik kokszolóműben például a koksz mozgatása és rostálása szükségessé tette kiegészítő hűtési lépcső beszerelését (mely a koksz

hőmérsékletét 80°C alá csökkenti). A száraz kokszot nedvesíteni kell, így 1% nedvességtartalom keletkezik. Általában nincs jelentős különbség a porkibocsátásban az ezekkel az intézkedésekkel ellátott szárazoltó és az emisszió-minimalizált nedvesoltó között (lásd EP.5).

Jelentős eltérés van a CO kibocsátásban, a gázfelesleg elengedése miatt a gázrecirkulációs rendszerből. A szárazoltó alacsonyabb H<sub>2</sub>S kibocsátása nem jelentékeny az integrált acélmű átfogó kénkibocsátásával összehasonlítva.

A száraz kokszoltó berendezés hátránya a szilárdanyag kibocsátás azokon a helyeken, ahol a száraz kokszot mozgatják [Eisenhut, 1988; Schönmath, 1994]. Ezeket a kibocsátásokat porlasztásos nedvesítéssel vagy zárt szállítószalagon történő szállítással lehet elkerülni. Elsősorban azokon a helyeken, ahol nagy távolságra kell szállítani a kokszot (például a nem integrált kokszolóműveknél) magas szintű szilárd anyag emisszió léphet föl.

A ventilátorok villamos energia fogyasztása, a különböző portalanító eszközök működtetése, stb. nem elhanyagolható tétel.

A száraz kokszoltó berendezés döntő tényezői a gazdasági szempontok. A beruházási és üzemeltetési költségek nagyon magasak. Hozzávetőleg 10–15-ször magasabb, mint egy nedvesoltó berendezés üzemeltetési költsége (beleértve az oltótornyot, ülepítő tartályokat, szivattyúkat, stb.). Mi több, nedvesoltót kell felszerelni kiegészítésként a száraz kokszoltó berendezés korlátozott használhatósága miatt. A jelentések szerint a beruházási költségek 15–20-szor magasabbak lehetnek. Következésképpen az EU-ban nem lehet gazdaságosan üzemeltetni egy száraz kokszoltó berendezést. Ez az oka annak, hogy ezt a technikát csak néhány esetben alkalmazzák. A gazdasági hatékonyság közvetlenül az energiaárak szintjétől függ.

#### ***A KOKSZKITOLÁS PORTALANÍTÁSA (EP/4)***

Több rendszert fejlesztettek ki, hogy csökkentsék a kitolás folyamán fellépő szilárdanyag emissziót:

Kokszoldali záróburkolat, beleértve az elszívást és portalanítást

A szilárdanyagot egy kokszoldali záróburkolat segítségével távolítják el és szűrőzsákok segítségével portalanítják.

Huzatszabályozó ernyőrendszer

A nedves mosótorony elvén működik és a porral telített gázok hőáramlását alkalmazza, mialatt szárazon tartja a kokszot, így elkerülve a kénhidrogén képződését.

Konténerkocsi

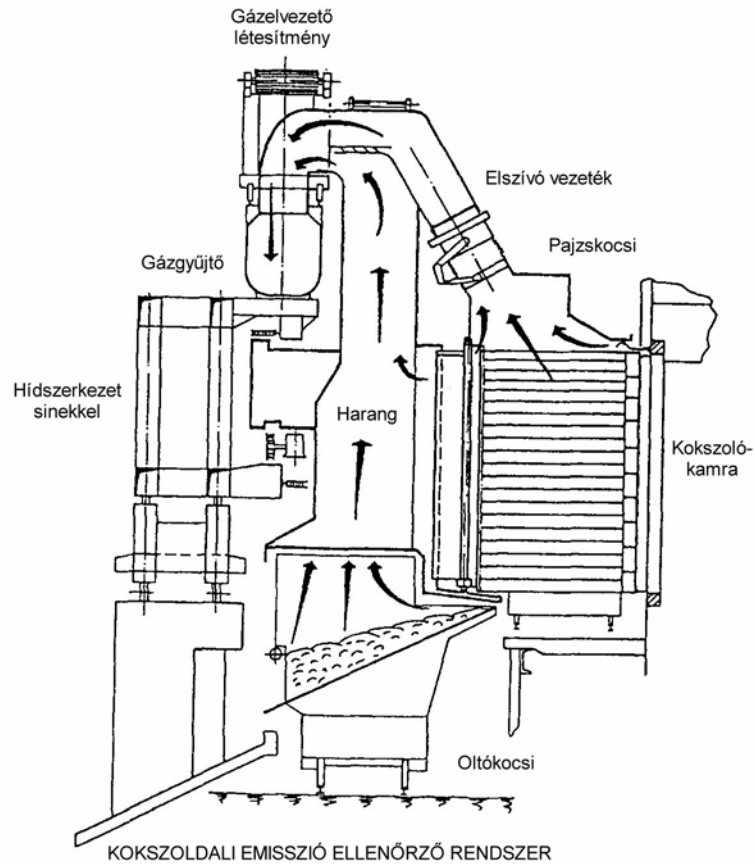
A kokszot a kamrából közvetlenül egy konténerkocsiba tolják ki. A koksz nem kerül kapcsolatba oxigénnel és csak kis mennyiségű szilárdanyag emisszió következik be. Általában a koksz szárazoltásával együtt alkalmazzák (lásd PI/7).

Kokszátadó gép (integrált) ernyővel és mobil portalanító készülékkel

A szilárdanyagot a kokszátadó kocsi integrált harang segítségével szívják el.

Kokszátadó gép (integrált) ernyővel és állandó vezetékkel és állandó gáztisztítóval, lehetőleg zsákos szűrővel (ld. 3.10. ábra), az úgynevezett „Minister Stein System”.

A teljes kitolási eljárás folyamán az oltókocsit a portalanító rendszer vízgyűjtő területére kell pozícionálni [egyponτος oltókocsi használata (integrált) ernyővel a koksztatadó kocsin].



**3.10. ábra: Példa a kokszkitolás portalanítási rendszerére**

A koksoldali portalanítás alkalmazható mind az új, mind a meglévő üzemeknél. A meglévő üzemeknél gyakran kell testre szabott megoldásokat alkalmazni. Néha a hely hiánya jelent megzorító körülményt.

A csökkentés nélküli szilárdanyag emisszió hozzávetőleg 500 g/t kocsz. A fent említett öt módszer közül a „Minister Stein System” adja a legjobb teljesítményt, több mint 99% hatásfokot érve el, összekapcsolva a jó munkakörülményekkel a kezelők részére (a koksoldali záróburkolatokkal összehasonlítva). 5 g szilárdanyag/t kocsz alatti (kéménynél mért) emissziós tényezők érhetők el (3.9 táblázat, ld. melléklet).

A meglévő üzemeknél szintén elérhető több mint 99% szilárdanyag eltávolítási arány. Kevesebb mint 30 mg/Nm<sup>3</sup> szilárdanyag koncentrációt értek el a portalanított levegőben. A rendszer állandó vezetéken keresztüli elszívást alkalmaz.

A levegőelszívó kapacitás gyakran 200 000 Nm<sup>3</sup>/h a „Minister Stein System”-et alkalmazó üzemeknél, de függ a kamra méretétől. Szűrővásznat használnak a szilárdanyag emisszió minimalizálására.

A jelentések szerint huzatszabályozó ernyőrendszer porfogó és eltávolító hatásfoka 95–96%.

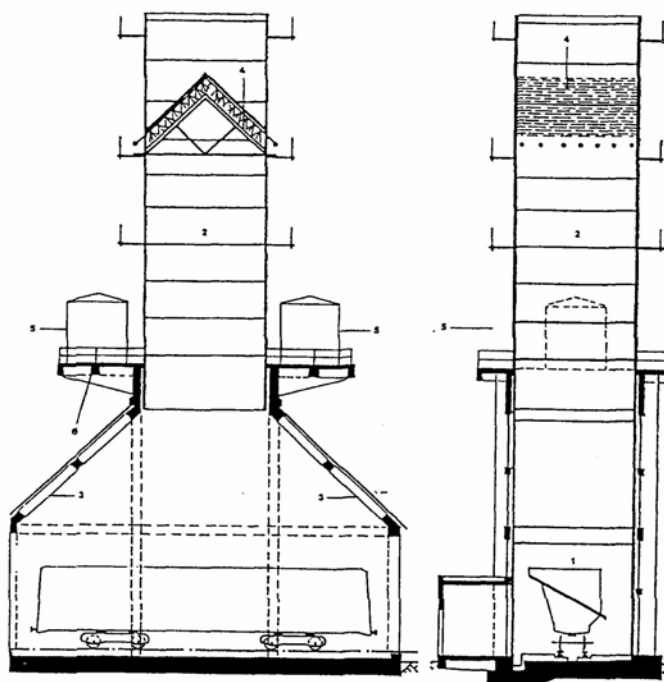
A portalanító eszközök működtetése energiát igényel a levegőelszívó ventilátorok hajtására. Az összegyűjtött szilárdanyagot vissza lehet vezetni a folyamatba.

#### **EMISSZIÓ MINIMALIZÁLÁS NEDVES-OLTÁSKOR (EP/5)**

A kokszt oltásakor az oltótoronyban szilárdanyag és vízköd keletkezik az oltóvíznek az izzó kokszon történő elpárolgása során, ami a gőzcsovával eltávozik. A csóva által magával ragadott szilárdanyag mennyiség a működési körülményektől, a kokszt tulajdonságaitól és a vízbeadás típusától függ. Kísérleteket végeztek a szilárdanyag és gőzkibocsátás minimalizálására konstrukciós és egyéb intézkedések segítségével; például a csóvát vízzel permetezik le.

Optimális megoldásként az oltótoronyban lamellás terelőlapokat és kedvező kivitel használatát foglalja magába (3.11. ábra).

Kiegészítésként „elárasztásos”/felső oltást lehet alkalmazni módosításként a kokszt vízzel történő oltására. Ekkor a vizet részben egy csővezeték rendszeren keresztül fecskendezik be az oltókocsi aljába (elárasztva a koksztot), és részben a kokszt tetejére porlasztják (míg a legtöbb oltó rendszerben a vizet kizárólagosan a kokszt tetejére porlasztják). A szilárdanyag kibocsátás csökken. Mindamellet maga az oltótorony ugyanolyan, mint a felső oltás esetében ugyanolyan porvisszatartási eszközökkel (3.11. ábra). Az „elárasztásos” oltás egyik hátránya az oltókocsiban a kokszt belsejében és az alatt „robbanásszerűen” keletkező gőz kocszdarabokat és az oltókocsi emisszióját okozza.



1 oltókamra	2 fa kémény kezelőhidakkal	3 oltókupola
4 emisszió csökkentő terelőlapok	5 oltóvíz tartály	6 tartálytartó szerkezet

**3.11. ábra: Emisszió csökkentő terelőlapokkal felszerelt oltótorony vázlata**

A teherbíró szerkezethez speciális fafajtát használnak. A jelenlegi porfogó berendezés egyedi keretekből áll, melyekben zsalu alakú műanyag lamellákat helyeznek el.

Alkalmazható mind új, mind meglévő üzemekben. A meglévő oltótornyok felszerelhetők emisszió csökkentő járatokkal. Minimálisan 30 m-es toronymagasság szükséges a megfelelő huzat biztosítására.

A nedvesoltás folyamán az emisszió-csökkentési intézkedések nélkül a szilárdanyag kibocsátás hozzávetőleg 200–400 g/t kocsz. A leírt rendszerrel minimum 50 g/t kocszra lehet csökkenteni (amikor a csökkentés előtt maximálisan 250 g/t kocsz az emissziós tényező és az oltóvízben a szárazanyag tartalom 50 mg/l alatti). Ezt az emissziós tényezőt egyetlen európai szállító garantálja [Nathaus, 1997]. A gyakorlatban általában kevesebb, mint 25 g/t kocsz kibocsátási tényezőt érnek el. Meg kell jegyezni, hogy reprezentatív méréseket nehéz végezni. Az említett tényezőket a VDI 2303 módszer (Útmutató a porkibocsátás mintavételezésére és mérésére nedvesoltásnál) szerint határozták meg.

### 3.1.3. Kocszkezelés és előkészítés/osztályozás

Az oltás után a kocszot deponálják, ahonnan szállítoszalagokkal (átrakóállomásokkal), közúton, vasúton vagy ezek bármely kombinációjával szállítják el. Végül a kocszot edzik és osztályozzák. A kisebb frakciót (<20 mm) elkülönítik a zsugorítási folyamathoz, a nagyobb frakciót (20-70 mm) pedig a nagyolvasztóban használják.

A kocszkezelés és osztályozás poremisszióval járhat.

### 3.1.4. A kamragáz összegyűjtése és kezelése, melléktermékek kinyerése

A nyers kamragáznak viszonylag magas fűtőértéke van a hidrogén, metán, szén-monoxid és szénhidrogén tartalma miatt. Továbbá a nyers kamragáz értékes termékeket tartalmaz, úgymint kátrányt, nyersbenzolt (amely főleg BTX-et (benzol, toluol, xilolok) tartalmaz)), valamint kenet és ammóniát. A 3.4. táblázat a nyers kamragáz összetételét mutatja. Számos ok miatt a kamragázt kezelni kell mielőtt tüzelőanyagként használnák.

3.4 táblázat: Nyers kamragáz összetétel – [InfoMill, 1997]

Nyersgáz hozam [m <sup>3</sup> /h/t szén]	Nyersgáz sűrűség[kg/Nm <sup>3</sup> ]	H <sub>2</sub> [térfogat %]	CH <sub>4</sub> [térfogat %]	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> [térfogat %]	CO [térfogat %]	CO <sub>2</sub> [térfogat %]	H <sub>2</sub> S [térfogat %]	BTX [g/Nm <sup>3</sup> ]	PAH [mg/Nm <sup>3</sup> ]	NH <sub>3</sub> [g/Nm <sup>3</sup> ]
12-25	0,53- 0,62	39- 65	32- 42	3,0-8,5	4,0-6,5	2-3	3-4	25-30	n/a.	6-8

Jelmagyarázat: n/a = nem elérhető

A kamragáz összetétele függ a kigázosítási időtől és a szén összetételétől. A megadott adatok a víz- és hamumentes szénre vonatkoznak. A megadott példában a H<sub>2</sub>S tartalom viszonylag magas. Más üzemekben ez az érték 3,5-4,5 H<sub>2</sub>S/Nm<sup>3</sup> között változik.

A nyers kamragázban található kátrány és naftalin dugulást okozhat a csővezetékekben és a berendezésekben, ezért ezeket kell először eltávolítani. Minden egyes tonna kokszt előállításával körülbelül 35-45 kg kátrányt lehet kinyerni. Számos termék nyerhető kátrányból, úgymint szurok, antracén olaj, mosóolaj, naftalin olaj, karbololaj (fenol) és könnyűolaj.

A kén vegyületek és az ammónia a csővezeték és a berendezés korrózióját okozzák és a kén vegyületek  $\text{SO}_2$  emissziót okoznak, amikor a kamragázt fűtőanyagként használják. Minden egyes tonna előállított kokszt körülbelül 3 kg ammóniát és 2,5 kg  $\text{H}_2\text{S}$ -t eredményez.

Néhány esetben nyersbenzolt, és különösen BTX-et nyernek vissza a nyers kamragázból, mint értékes mellékterméket. Maximum 15 kg nyersbenzolt lehet visszanyerni 1 tonna kokszt előállításakor. A nyersbenzolt benzolt, toluolt, xilolokat, nem aromás szénhidrogéneket, homológ aromás vegyületeket, fenolt, piridin bázisokat és más szerves összetevőket, úgy mint policiklusos aromás szénhidrogéneket (PAH).

#### ***A KOKSZOLÓBLOKK ALÁFŰTÉSÉBŐL SZÁRMAZÓ FÜSTGÁZOK $\text{NO}_x$ -MENTESÍTÉSE (EP/6)***

A kokszolóblokkok aláfűtéséből származó  $\text{NO}_x$ -kibocsátást lehetőségek szerint folyamat integrált intézkedésekkel minimalizálják, de csővégi technikákat szintén alkalmaznak.

Az SCR (szelektív katalitikus redukció) folyamatban a füstgázokban lévő  $\text{NO}_x$ -okat katalitikusan redukálják ammóniával ( $\text{NH}_3$ ) nitrogénné ( $\text{N}_2$ ) és vízzé ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Gyakran alkalmaznak katalizátorként titán-dioxid ( $\text{TiO}_2$ ) hordozóra felvitt vanádium-pentoxidot ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ), wolframoxidot ( $\text{WO}_3$ ). Más lehetséges katalizátor: a vasoxid és a platina. Az optimális üzemi hőmérséklet a 300–400°C közötti tartományban van. Az ilyen magas hőmérséklet csökkenti az energiahasznosítást a kokszolóblokkok regenerátoraiiban (az optimális 180–250°C), vagy a füstgázok kiegészítő fűtését igénylik.

Különös figyelmet kell fordítani a katalizátor aktivitásvesztésének, a robbanóképes ammónium-nitrát ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) feldúsulásának, az ammónia elszökésének és a korrózív  $\text{SO}_3$  képződésének.

A kokszolóblokkok aláfűtéséből származó füstgázok  $\text{NO}_x$ -mentesítését csak ritkán alkalmazzák. Alkalmazásával kb. 90%-os  $\text{NO}_x$ -mentesítést lehet elérni.

Az SCR technológia csak az új üzemekben, és amennyiben az elrendezés megengedi, teljesen átépített üzemekben alkalmazható.

A technológia alkalmazása következtében energiafelhasználás és ammónia felhasználás növekedés következik be. A katalizátor egy részét tárolni kell, miután teljes mértékben hatástalanná válik.

#### ***A GÁZKEZELŐ ÜZEM GÁZTÖMÖR ÜZEMELTETÉSE (EP/10)***

A gázkezelő üzemben a nyers kamragázt több lépcsőben tisztítják tüzelőanyagként történő későbbi felhasználás céljából. A kamragáz alkotóinak viszonylagosan illékony természete azt eredményezi, hogy kibocsátások következhetnek be a karimáknál, nyomástartó szelepeknél, szivattyúknál stb. A negatív környezeti hatásuk mellett a munkaegészségügyi megfontolások szintén nagyon fontosak, mivel egyes kamragáz alkotók közismerten rákkeltő hatásúak (pl. PAH és benzol). A gáztisztító üzembe integrált BTX üzem különösen jelentős ebből a szempontból. Ebben az üzemben a BTX-et (ami főleg benzolból, toluolból és xilolokból áll) mosófolyadék segítségével kimossák a kamragázból. Ezt követően a telített mosófolyadékot regenerálják és visszanyerik a BTX-et, amit értékesíteni lehet.

A gázkezelő üzem gáztömör működtetése elsősorban biztonsági kérdés.

Figyelembe kell venni minden intézkedést, mely lehetővé teszi az üzem gyakorlatilag gáztömör működését:

A karimák számának minimalizálása a csövek hegesztésével, ahol csak lehetséges;

Gáztömör szivattyúk használata (pl. mágneses vagy integrál szivattyúk);

A kibocsátások elkerülése a tárolótartályok biztonsági szelepeinél (Ezt gyakran úgy érik el, hogy a biztonsági szelep kimenetét a gázgyűjtő-csőre kötik. Ezeknek a gázoknak az összegyűjtése és utólagos elégetése vagy a gáz eltávolítása vagy mosása szintén lehetséges).

Alkalmazható mind új, mind meglévő üzemeknél. Az új üzemekben azonban valószínűleg könnyebb lehet a gáztömör működést megvalósítani, mint a már meglévőknél.

#### **3.1.4.1. Gázhűtés**

A forró kamragáz körülbelül 800 °C hőmérsékleten lép be a felszállócsövekbe. A nyeregcsőben közvetlenül lehűtik ammóniás öblítővíz permittel, egy körülbelül 80 °C körüli gőztelítettségi hőmérsékletre. Ez 2-4 m<sup>3</sup> ammónia oldatot igényel minden egyes tonna karbonizált szénhez.

A folyadékfázist, azaz a kondenzátumot, betáplálják a kátrány/víz leválasztóba, miközben a gázfázist az előhűtőkbe vezetik. Régebben az előhűtők közös vonása volt, hogy nyílt rendszerként működtették. Napjainkban a közvetett hűtés zárt rendszerben sokkal gyakoribb. Ha van megfelelő hőmérsékletű és elegendő hűtővíz, a gázt le lehet hűteni 20 °C alá, ha a környezeti hőmérséklet nem túlságosan magas. Ilyen körülmények között a legtöbb magasabb forráspontú vegyület és víz a gázból kondenzálódni fog.

A szívott oldalon lévő elektrosztatikus kátrányleválasztókban, a nyers kamragázban lévő cseppek és részecskék lecsapódásra kerülnek, mielőtt a mosógégekbe vezetik azt az exhausztorral. Esetenként az elektrosztatikus kátrányleválasztókat az exhausztorok nyomott oldalára telepítik. Az elektrosztatikus kátrányleválasztókban kicsapódó anyagot szintén a kátrány/víz szeparátorba vezetik.

Az exhausztor összennyomja a gázt és még ha csekély mértékben is, a hőmérséklet nem növelhető a további folyamatok feltételei miatt, ezért elengedhetetlenül fontos az ún. utóhűtők használata.

A utóhűtők lehetnek közvetett vagy közvetlen hűtésűek. Az utóbbi esetben, - a felhasznált hűtővíz abszorbeálja a kamragáz szennyeződéseit. Következésképpen a hűtési ciklus végén, a zártkörű hűtés során természetes légáramot vagy ventilátoros hűtést használva, elkerülhetetlenül emisszió jön létre. Ezért a zárt rendszereket általában előnyben részesítik az utóhűtéshez, bár a nyitott ciklusokat még mindig működtetik néhány üzemben.

#### **3.1.4.2. Kátrány kinyerése a kamragázból**

A víz legnagyobb része és a magas forráspontú szénhidrogének kondenzálódnak a kamragáz hűtése során. A szeparátorokból, csővezetékekből, valamint az elektrosztatikus kátrányleválasztókból származó kondenzátumot a kátrány/víz szétválasztóhoz vezetik, ahol a kátrányt kinyerik. A leválasztott vízfázist az ún. „gázvizet” átvezetik ammónia-kihajtón a további kezelés előtt.

A kondenzátumból a kátrány eltávolítására, gépi kaparókat alkalmaznak. A legalsó fázist, az ún. pernyéskátrányt rendszerint visszakeverik a szénelegyebe.

### ***A KÁTRÁNY (ÉS PAH) ELTÁVOLÍTÁSA A GÁZVÍZBŐL (EP/8)***

Az ammóniamentesített elfolyó szennyvíz általában nem tartalmaz kátrányt, de amikor tartalmaz, annak negatív hatása van a szennyvizek biológiai kezelésére. A kátrányban különösen a policiklusos aromás szénhidrogének (PAH) jelenléte okozhat problémát, mivel a PAH-nek toxikus hatásuk lehet az aktív iszapban lévő mikroorganizmusokra, és viszonylag nehezen bomlanak le. Következésképpen célszerű a kátrányt eltávolítani a gázvízből a víz biológiai kezelése előtt.

A kátrányt koaguláló vegyszerek hozzáadásával, majd ezt követő elválasztási technikákkal lehet eltávolítani, mint például:

- gravitációs ülepitést követő szűrés;
- a gázvíz centrifugálását követő szűrés;
- flotációt követő szűrés segítségével.

Ez a kezelés a kátrány legnagyobb részét eltávolítja a vízből nagyon koncentrált szűrőpogácsa vagy iszap formájában. Ezt a továbbiakban még kezelni kell, pl. visszajuttatni a koksizálókamrákba.

A kátránynak a szennyvizekből történő eltávolításának egy másik módja a faliszttal borított forgó vákuumdobos szűrők alkalmazása. Ezt a rendszert azért építik be, hogy csökkentsék a gázvizek PAH koncentrációját a biológiai kezelés előtt.

A kátrány eltávolítása a szennyvíz kezelése előtt alkalmazható mind az új, mind a meglévő üzemekben.

Az elfolyó szennyvizek koncentrációja a falisztes szűrők esetében 99%-os eltávolítási hatásfoknál 700–800 µg/l (EPA-PAH). A biológiai kezelés utáni kibocsátások jelentős mértékben csökkennek. Ez a biológia kezelés 150 µg/l EPA-PAH kibocsátás szintnek felel meg. A PAH-val telített falisztet a koksizálókamrákba juttatják vissza.

Mindegyik kátrányeltávolítási technikában keletkezik hulladék. Azonban ezt a hulladékot vissza lehet juttatni a koksizálókamrákba.

#### ***3.1.4.3. A kamragáz kéntelenítése***

A kamragáz kén-hidrogént ( $H_2S$ ) és különböző szerves kénvegyületeket (szén-diszulfid ( $CS_2$ ), szén-oxiszulfid (COS), merkaptánok stb.) tartalmaz. Minden kéntelenítési technika, amely jelenleg használatban van, igen hatékony a  $H_2S$  eltávolításában. Kevésbé hatékonyak a szerves kénvegyületek eltávolítására. A rentábilis kamragáz kéntelenítő eljárásokat két csoportba oszthatjuk:

##### **A/ Nedves oxidációs eljárás elemi kén gyártására ( $S^\circ$ )**

Eljárások, amelyek során elnyeletik és kihajtják a kénhidrogént, amelyet ezt követően kénsavvá ( $H_2SO_4$ ), vagy elemi kéné ( $S^\circ$ ) alakítanak.

A nedves oxidációs eljárás során reduktív-oxidációs katalizátort használnak, hogy megkönnyítsék a kénhidrogén oxidációját elemi kéné ( $S^\circ$ ), vagy szulfittá. Ezekre a folyamatokra jellemző a kénhidrogén hatékony eltávolítása ( $2 \text{ mg/Nm}^3$ ), viszont hátrányuk a keletkező erősen szennyezett szennyvíz és/vagy levegő, amely további bonyolult berendezések használatát teszi szükségessé a folyamat részeként. (UN-ECE, 1990.).

## B/ Abszorpciós/kihajtásos eljárások

Abszorpciós/kihajtásos eljárásokat általában alacsonyabb  $H_2S$  eltávolítás (0,5-1g/Nm<sup>3</sup> tisztítás után) jellemzi. Mivel nem adnak levegőt a regenerációs rendszerbe és nem toxikus katalizátorokat alkalmaznak, az eljárással kapcsolatos vegyszerek emissziója a levegőbe és a vízbe minimális vagy megszüntetésre kerül. Ezek az eljárások működtethetők kénsav ( $H_2SO_4$  üzemek) vagy nagytisztaságú elemi kén előállítására (Claus üzemek).

Gyakori eljárás-kombináció az  $NH_3/H_2S$  körfolyamatos gázmosás alacsony nyomáson és kálium-karbonátos gázmosás (vákuum karbonát folyamat) magas nyomáson, amely BTX mosóval kombinálható, - alacsony vagy magasabb nyomáson.

### **A KAMRAGÁZ KÉNTELENÍTÉSE (EP/7)**

Kénhidrogén ( $H_2S$ ) tartalma következtében (a 8 g/Nm<sup>3</sup>-t is elérheti), a tisztítatlan kamragáz nem felel meg a legtöbb ipari alkalmazásnak. Azonban amikor a gázt kéntelenítik, lehetővé válik alkalmazása sok technológiában. Napjainkban sok üzem haszonnal adja el a kéntelenített kamragázt. A kereskedelmi okokból történő kéntelenítés egybeesik a környezet „savas esők” elleni védelmének szükségességével, mivel a kéntelenített kamragáz csökkenti az  $SO_2$  kibocsátást a kamragáz eltüzelési helyszínén. Sok esetben a ként két lépcsőben vonják ki: egy alacsony nyomású és egy magas nyomású lépcső. Habár a kamragáz kéntelenítése még nem elterjedt gyakorlat az EU-ban, bevezetése egyre általánosabbá válik.

A kamragáz tartalmaz még számos szerves kénvegyületet is, [pl.: széndiszulfidot ( $CS_2$ ), szén-oxisulfidot ( $COS$ ), merkaptánokat stb. (hozzávetőleg összesen 0,5 g/Nm<sup>3</sup> mennyiségben)]. Mindemellett nagyon korlátozott ismeretekkel rendelkezünk a kamragáz szerves kénvegyületeinek visszanyerése tekintetében.

(Amint a 3.2.3.3-ban leírtuk), két fő kamragáz kéntelenítési eljárás típus létezik: a nedves oxidatív eljárások és az abszorpciós eljárások. Az abszorpciós eljárások kombinálják a  $H_2S$  eltávolítást és feldolgozást az ammónia ( $NH_3$ ) eltávolítással és feldolgozással. A 3.5. táblázat a különböző eljárásokat mutatja be főbb jellemzőikkel együtt.

### **3.5 táblázat: Kamragáz kéntelenítési eljárások és jellemzőik [UN-ECE, 1990; EC Coke, 1996]**

#### A/ Nedves oxidatív eljárások

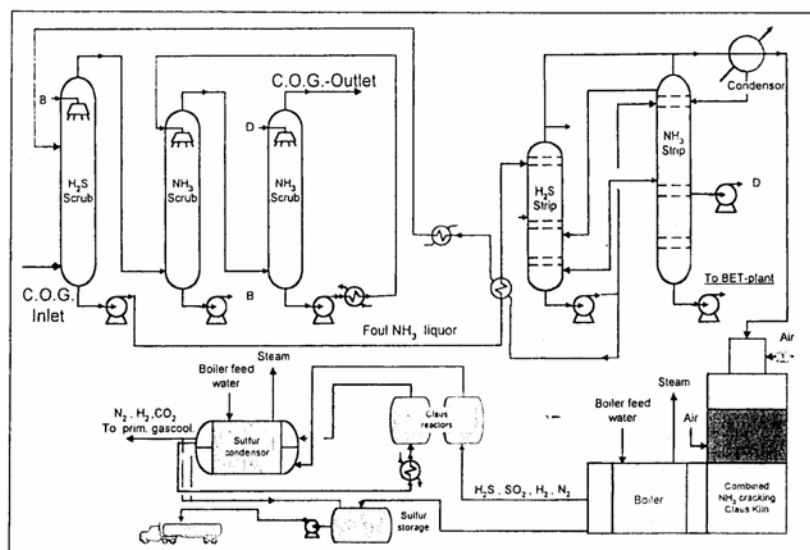
Név	Leírás
Stretford	A $H_2S$ -t a kamragázból nátrium-karbonát ( $Na_2CO_3$ ) oldattal mossák ki és elemi ként ( $S^0$ ) nyernek, vanadátot ( $VO_3$ ) használva köztes termékként. A mosófolyadék regenerálását levegőztetéssel ( $O_2$ ) valósítják meg, köztes anyagként antarakinon-diszulfonsavat (ADA) használva.
Takahax	A Stretford folyamathoz hasonló, ki-véve, hogy 1,4-naftokinon-2-szulfonsavat használnak köztes anyagként a regenerálásnál.
Thylox	A nátrium-tioarzenát ( $Na_4As_2S_5O_2$ ) megköti a $H_2S$ -t, a regenerálást oxigénes kezeléssel végzik. Elemi ként állítanak elő.
Perox	A gázt ammóniaoldattal mossák. Para-benzokinont használnak a kén oxidálására, és a mosófolyadék regenerálását oxigénnel végzik.
Fumaks-Rhodacs	A $H_2S$ -t pikrinsavval oxidálják a Fumaks fázisban, elemi ként állítva elő. A cianidokat a Rhodacs fázisban távolítják el.

## B/ Abszorpciós/kihajtó eljárások

Név	Leírás
Carl Still, Diamex vagy ASK*	A H <sub>2</sub> S-t NH <sub>3</sub> -oldattal mossák ki a kamragázból. Az NH <sub>3</sub> -oldat az NH <sub>3</sub> -mosóból származik. A H <sub>2</sub> S-t és az NH <sub>3</sub> -t gőzzel hajtják ki a mosófolyadékból és a gőzöket a Claus üzembe vagy a kénsav üzembe vezetik.
Vákuum karbonát	A H <sub>2</sub> S-t (és a HCN-t és a CO <sub>2</sub> -t is) nátrium-karbonát vagy kálium-karbonát (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> vagy K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) oldattal mossák ki a kamragázból. A káliumos változat nagyobb karbonát-koncentrációt tesz lehetővé. A mosófolyadékot oszlopban regenerálják, magas hőfokot és alacsony nyomást (0,12–0,14 bar) alkalmazva. A savas gázokat kihajtják a folyadékból, és feldolgozhatók Claus üzemben vagy kénsav üzemben.
Sulfiban	A kamragázt monoetanolaminnal (MEA) mossák. NH <sub>3</sub> -eltávolítás szükséges a H <sub>2</sub> S-eltávolítás előtt a mosófolyadék elszennyeződésének elkerülése céljából. A H <sub>2</sub> S-t gőzzel kihajtják a MEA oldatból, melyet a Claus üzemben vagy a kénsav üzemben lehet kezelni. Az oldhatatlan szerves kénvegyületeket szilárd hulladékként távolítják el a MEA oldatból.
DESULF	Tulajdonképpen azonos az ASK eljárással, de az NH <sub>3</sub> -t az NH <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> S gőzökből telítőben vonják ki, ammónium-szulfátot [(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] állítva elő.

\* ASK: Ammoniumsulfide Kreislaufwäscher

Európában a leggyakrabban alkalmazott eljárás az abszorptív eljárás ammóniaoldatot használva mosófolyadékként a kénhidrogén eltávolítására a kamragázból [Carl Still, Diamex vagy Ammoniumsulfide Kreislaufwäscher (ASK) eljárás]. A 3.12. ábra az ASK eljárás nemrégiben elkészített példáját mutatja.



3.12. ábra: Az 1997-ben épített kamragáz kéntelenítő üzem (ASK eljárás) folyamatábrája

A leggyakrabban alkalmazott nedves oxidatív eljárás a „Stretford” eljárás. A Stretford eljárás a kéntelenítés széles skáláján alkalmazható. Használják 400-110.000 Nm<sup>3</sup>/h kamragáz kéntelenítési berendezésekben.

A kamragáz kéntelenítésére mind a nedves oxidatív, mind az abszorptív típusok alkalmazhatók mind új, mind meglévő üzemekben. A választás a tisztított kamragázzal szembeni elvárásoktól, a gáztisztító üzembe történő integrálhatóságtól stb. függ.

A nedves oxidatív eljárások jobb kéntelenítési hatásfokkal rendelkeznek, mint az abszorptív eljárások. A nedves oxidatív eljárások hatásfoka meghaladja a 99,9%-ot, 1 mg/Nm<sup>3</sup> maradék H<sub>2</sub>S-koncentrációt érve el a kamragázban. Az abszorptív eljárások általában nem haladják meg a 95%-os kéntelenítési hatásfokot, és a kamragáz maradék H<sub>2</sub>S-koncentrációja általában 500–1000 mg/Nm<sup>3</sup> közötti.

Egyetlen rendelkezésre álló technika sem távolítja el nagy hatásfokkal a szerves kénvegyületeket. A gáztisztítás alacsony nyomású lépcsőjében a szerves kénvegyületek csak 0,5 g/Nm<sup>3</sup>-ről 0,2–0,3 g/Nm<sup>3</sup>-re csökkennek. [Eisenhut, 1988].

A kamragáz kéntelenítésére alkalmazott mindegyik nedves oxidatív eljárás eltávolítja a hidrogén-cianid legnagyobb részét is a kamragázból és nátrium-szulfocianidot képez a következő reakció szerint:  $2\text{HCN} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{S}^0 \rightarrow 2\text{NaCNS} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

A nátrium-szulfocianid és a melléreakciókban keletkezett kis mennyiségű nátrium-szulfát és –tioszulfát nem regenerálódnak az eljárásban és feldúsulnak a mosófolyadékban.

Következésképpen el kell engedni bizonyos mennyiségű folyadékot a feldúsulás megelőzése céljából. A Stretford eljárás esetében ez az elengedett folyadék vanádium vegyületeket, kinon- és hidrokinon vegyületeket (az ADA-ból), szulfocianidokat és tioszulfátokat tartalmaz. Ezen alkotóelemek elengedése sem környezetvédelmi, sem gazdasági szempontból nem kívánatos (vízszennyezés és költséges vegyszer veszteség).

A vegyszerfelhasználás csökkentése céljából a hidrogén-cianidot (HCN) el lehet távolítani a kéntelenítés előtt egy előmosóban, nátrium-poliszulfid vagy ammónium-poliszulfid oldatot használva. A HCN előzetes eltávolítása nem csökkenti a keletkezett elfolyások teljes mennyiségét.

#### **3.1.4.4. Ammónia kinyerése a kamragázból**

A koksizálás közben keletkezett ammónia megtalálható a kamragázban és a gáz párlatban (telítetlen mosófolyadék). Átlagosan az ammónia 20-30%-át tartalmazza a telítetlen mosófolyadék.

Az ammónia eltávolítására a kamragázból 3 féle technológiát alkalmaznak:

1/ Az NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>S gázmosási körfolyamat során az ammóniát ammóniamosóban kimossák a kamragázból, vizet vagy hígított oldatot használva mosófolyadékként. Az ammóniamosóból kilépő folyadékot mosóvízként használják a H<sub>2</sub>S mosóban. A H<sub>2</sub>S mosóból kilépő folyadék H<sub>2</sub>S-t és NH<sub>3</sub>-at tartalmaz, és az ammónia kihajtóba és a savtalanító oszlopba vezetik. (Ez az eljárás Carl Still, Diamex vagy ASK folyamatként is ismert.)

2/ Közvetlen kinyerés ammónia szulfátként ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Két folyamat használható: az Otto típusú abszorpciós és a Wilputte típusú alacsony differenciális koncentrációjú szabályozott kristályosítási folyamat. Mindkét technológia esetében a kamragázt hígított kénsavoldattal permetezik, és ammónium szulfát keletkezik.

3/ Közvetlen kinyerés vízmentes ammóniaként ( $\text{NH}_3$ ). A folyamat (USS PHOSAM) során az ammóniát a kamragázból ellenáramú érintkeztetéssel, ammóniaszegény foszfátoldattal (foszforsav) mossák ki. Az ammónia eltávolítás hatásfoka 98-99%. (UN-ECE, 1990)

#### ***AMMÓNIA KIHAJTÓ/KIGŐZÖLŐ (EP/9)***

Az ammónia koncentrációját alacsonyan tartva a kihajtóban és az elfolyó szennyvízben javítani lehet a biológiai szennyvíztisztító működését. Az eltávolítási hatásfok nagymértékben függ a lúg és gőz adagolástól és a kihajtó kivitelétől (pl. a tálcák számától). A nagyobb adag NaOH és a tálcák számának növelése jelentősen csökkentheti az elfolyó szennyvíz ammónia koncentrációját.

Amikor az üzemi elfolyó szennyvizek kezelése nitrifikációt és azt követően denitrifikációt tartalmaz, az ammónia kihajtás az elfolyó szennyvízből kevésbé kritikus folyamat. Ebben az esetben meg kell találni a környezetvédelmi és gazdasági optimumot az ammónia kihajtás és a biológiai szennyvíztisztítóban történő ammónia eltávolítás között.

Az elfolyó szennyvíz ammóniakoncentrációja 20-150 mg/l között változhat a gőz- és lúgadagolástól és a kihajtó kivitelétől függően. 20–40 mg/l közötti értékek elérhetők, de nem biztos, hogy szükségesek, ha megfelelő  $\text{BOI}_5/\text{P}/\text{N}$  arányt állítanak be a biológiai kezelés előtt.

A világon majdnem minden kokszolómű használ ammónia kihajtót.

A kihajtók gőz formájában (0,1–0,2 t gőz/ $\text{m}^3$  szennyvíz) energiát és lúgot (NaOH; 6–22 l/ $\text{m}^3$ ) használnak. Korábban meszet használtak NaOH helyett. A nagyobb mennyiségű gőz és lúg alacsonyabb ammónia koncentrációt eredményez az elfolyó szennyvízben. Továbbá, ammóniával (és  $\text{H}_2\text{S}$ -nel) szennyezett gőz keletkezik, amit kezelni kell, például kénsavgyárban, Claus üzemben vagy ammónium-szulfát kristályosító egységben.

#### ***3.1.4.5. Könnyűolaj (nyersbenzol) kinyerés a kamragázból***

Az ammónia abszorbereket elhagyó gáz könnyűolajat (nyersbenzolt), egy 0,88 fajsúlyú tiszta sárgásbarna folyadékot tartalmaz. Ez a kamragáz anyagainak több mint száz összetevőt tartalmazó elegye, 0 és 200 °C közötti forrásponttal. Ezek közül a legtöbb olyan alacsony koncentrációban van jelen, hogy visszanyerésük ritkán valósítható meg. A könnyűolajra (nyersbenzolra) gyakran hivatkoznak BTX-ként. A fő hasznosítható összetevők a benzol (60-80%), a toluol (6-17%), a xilolok (1-7%), valamint a szolventnafta (0,5-3%).

Három eljárás létezik a könnyűolaj (nyersbenzol) kinyerésére (UN-ECE, 1990) :

1/ Fagyasztás és összenyomás  $-70$  °C alá 10 bar-on

2/ Adszorpció szilárd szorbenseken. A gázból adszorbeálódik a könnyűolaj (nyersbenzol), miközben az aktív szén tölteten átáramlik. A könnyűolaj visszanyerése az aktív szén direkt vagy indirekt gőzfűtésével lehetséges.

3/ Az eltávolítás lehet oldószerek általi adszorpció, amely a kamragáz nyers mosóolajjal (kőszénkátrány párlat vagy más adszorbens) történő mosásából áll. Ezt a telített - adszorbens vízgőz-desztillációja követi a nyersbenzol kinyerése céljából.

### 3.1.5. Kokszolói vízáramok

Számos vízáram keletkezik a kokszolási folyamat és a kamragáz tisztítása közben. Az áramok közül néhány a kokszolással, néhány pedig a kamragáz kezelésével áll összefüggésben.

A 3.13-as ábra a lehetséges vízáramokat mutatja a kokszolóművekben; azonban több más alternatív elrendezés létezik.

A gázgyűjtőcsőben jelenlevő vízgőz számos forrásból ered: a szén víztartalmából „kémiai víz”-ből (bomlásvíz, amely a kokszolás során keletkezik) és gőzből vagy ammóniás folyadékból, amelyet a nyeregcsőben használnak a töltési gázok elszívására.

A nyers kamragázt keresztülvezetik az előhűtőn és az elektrosztatikus kátrányleválasztón, ahol a vízgőz és a kátrányköd kondenzálódik. A kondenzált vizet és kátrányt a gázgyűjtőcsőből, az elő- és utóhűtőből, valamint az elektrosztatikus kátrányleválasztótól a kátrány/vízülepítőbe vezetik.

A kátrány/vízülepítőből származó vizet, amely nagy koncentrációban tartalmaz ammóniát, az ammóniás víztároló tartályba vezetik.

Az ammóniás víztároló tartály vizet biztosít a hattyúnyaki permetező berendezésnek. A felszállócső fedelek vízzárral rendelkeznek. Az ammóniás víztároló tartályban lévő többlet vizet az ammónia kihajtóba és a lepárlóba vezetik.

Meg kell említeni, hogy rendszerint az összes vízáramot - kivéve a zárt hűtő rendszerből és a nedves oxidációs kénmentesítő rendszerből származó vizeket – végső soron az ammónia lepárlóból a szennyvízkezelő berendezésbe vezetik.

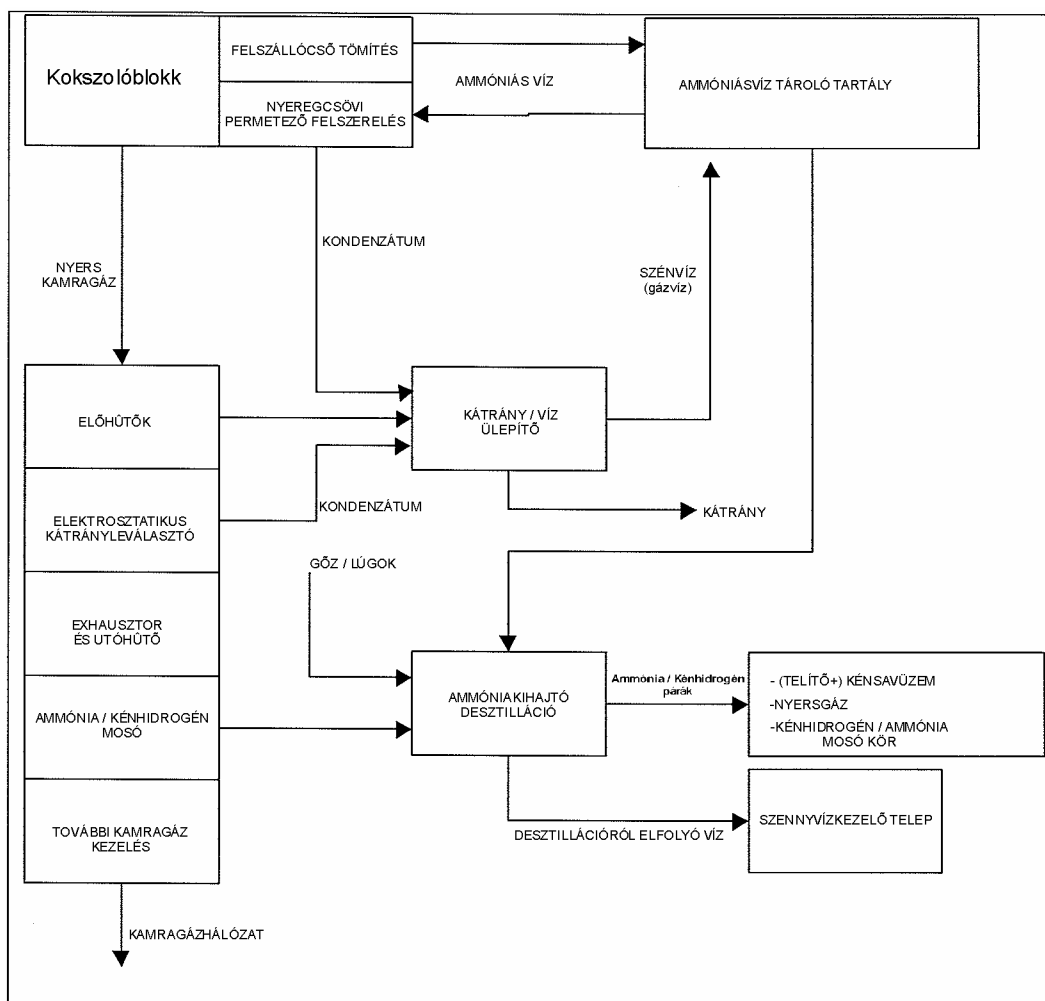
Az  $\text{NH}_3$  nagy koncentrációban van jelen az ammónia lepárlóban. Számos ok létezik amiért a víz  $\text{NH}_3$  koncentrációját csökkenteni kell a szennyvíztisztító telepre vagy a környezetbe engedése előtt:

Az ammónia visszanyerhető, mint értékes energiaforrás (kénsav üzemekben), vagy mint értékes melléktermék (ammónia szulfát, vagy vízmentes ammóniaként).

A szabad ammónia erősen mérgező a vízi ökoszisztémára (beleértve a biológiai szennyvízkezelő telepeket).

Az ammóniának különösen nagy a fajlagos oxigén igénye (a saját súlyánál 4,5-szer több oxigénre van szüksége a nitrátokká történő oxidációhoz), tehát fennáll a kockázata annak, hogy oxigénhiány lép fel a szennyvízkezelő üzemekben vagy fogadó vízben. Ez vezetett az ammónia kihajtók elhelyezéséhez jóformán minden kokszolóműben. Ez a készülék kihajtja a  $\text{H}_2\text{S}$ -t és az  $\text{NH}_3$ -at a folyadékból gőz és lúgos adalékanyagok segítségével. A párat következésképpen nyers gázba vagy  $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{S}$  mosókörbe (a  $\text{H}_2\text{S}$  mosó hatékonysága növelése érdekében) vagy a kénsavüzembe, ahol  $\text{NH}_3$ -at és  $\text{H}_2\text{S}$ -t közösen elégetik) vezetik. Néha az ammóniát eltávolítják az elegyből/gőzből a telítő készülékben, és ammónia szulfátot termelnek.

A leggyakrabban használt lúg a marónátron ( $\text{NaOH}$ ). Régebben mésztejet ( $\text{CaOH}_2$ )-t használtak.



**3.13 ábra: Egy kokszolómű lehetséges vízáramai**

Néhány lehetséges vízáramot nem jelölt a 3.13-as ábra:

1. A benzolkinyerőből (BTX kinyerés) származó szennyvíz a kátrány/víz elválasztóba kerül.
2. Fenol (koncentráció >3g/l) kinyerhető a szénvízből oldószer extrakciós eljárással, mielőtt a szénvizet az ammóniás víztároló tartályba vezetik.
3. Az oxidatív kéntelenítési folyamatokból származó szennyvizet rendszerint külön elengedik az előkészítést követően.
4. A kémiai vizet a kénsav üzemből a lepárlóba vezetik.
5. A Claus-eljárásból származó kémiai vizet rendszerint nem kondenzálják, hanem a levegőbe bocsátják kéményen keresztül. Egy lehetséges alternatíva, hogy a vizet a nyers gázba fecskendezik a kezelés előtt.
6. A hűtővíz. A közvetett gázhűtő vizét visszakeringtetik, tehát nem befolyásolja a szennyvíz mennyiségét. Közvetlen gázhűtés estén a hűtő vizet mosóvíznek tekintjük és a lepárlón keresztülvezetik.

### **SZENNYVÍZKEZELŐ ÜZEM (EP/11)**

A kokszolóműből származó szennyvizek viszonylag nagy koncentrációban tartalmazzák különféle szénhidrogének, cianvegyületeket és nitrogénvegyületek keverékét. Több módszer áll rendelkezésre ezeknek a vizeknek a kezelésére. Minden esetben, a szennyvizet ammónia kihajtón vezetik keresztül a további kezelésekre előtt.

A szennyvizet biológiailag vagy vegyileg lehet kezelni. Ha biológiai kezelést alkalmaznak, a kátrányt gyakran eltávolítják valamilyen vegyi/fizikai módszerrel (lásd EP/9), és a szennyvizet gyakran felhígítják, hogy elkerüljék, hogy a befolyó víz toxikus hatást gyakoroljon a mikroorganizmusokra, elsősorban a nitrifikáló baktériumokat gátolva.

A kokszolóművek szennyvizének kezelésére alkalmazott leggyakoribb biológiai kezelési technika az aerob biológiai rendszer aktív iszappal. Bizonyos esetekben különös figyelmet kell fordítani a nitrifikációnak és az (anoxikus = oxigénmentes) denitrifikációnak.

Bizonyos esetekben fluidágyon alapuló biológiai rendszert is alkalmaznak a szennyvizek kezelésére. Van olyan üzem is (UK), amelyben a szennyvizet nádasban kezelik.

#### **A/ Aerob rendszer aktív iszappal**

Az aktív iszapos aerob rendszerben a biológiailag lebontható alkotókat legnagyobb részben biológiailag bontják le CO<sub>2</sub>-ra, H<sub>2</sub>O-re és ásványi anyagokra, és a biológiailag le nem bomló, nem poláros alkotókat (mint a legtöbb PAH és nehézfémek) részben eltávolítják a vízből az aktív iszapon történő adszorpció révén.

A gyakorlatban a legtöbb potenciálisan veszélyes szennyezőanyagot – pl.: a fenolokat, cianidokat és aromás szénhidrogéneket – biológiailag lebontják és a nehézfémeket részben eltávolítják az aktív iszapon történő adszorpcióval.

Környezetvédelmi szempontból a kis táplálék-mikroorganizmus (F/M) arányú aktív iszapos rendszerek a kedvezőbbek. A kis F/M arány lehetővé teszi a biológiailag nehezen lebomló szerves anyagok biológiai lebontását is. Az F/M viszony a szerves anyagok és az aktív iszap arányát [mint folyadékegyben szuszpendált szilárd anyagot (MLSS)] „kg KOI/kg MLSS/nap” mértékegységben fejezi ki (ahol KOI a kémiai oxigén igény).

A levegőztetésre oxigént is lehet használni a környezeti levegő helyett. Ez javítja a folyamat vezérelhetőségét és csökkenti az illékonyabb alkotórészek „kihajtását” a vízből.

A 3.6 táblázat európai kokszolóművek aktív iszapos aerob rendszereinek teljesítményét mutatja be.

**3.6. táblázat: Aktív iszapos aerob szennyvízkezelést alkalmazó európai kokszolóművek elfolyó szennyvizének koncentrációi és fajlagos kibocsátásai (mind nagy, mind kis F/M aránnyal) – [EC Coke, 1996]**

Alkotó	Koncentráció	Mérték-egység	Fajlagos kibocsátási érték	Mérték-egység
KOI	140–700	mg/l	0,2 – 1	kg/t kocsz
N-Kjeldahl	20–120	mg/l	0,01 – 0,1	kg/t kocsz
NH <sub>3</sub>	<1–100	mg/l	0 – 0,1	kg/t kocsz
SCN-	<0,1–35	mg/l	0 – 0,05	kg/t kocsz
Fenol	<0,1–10	mg/l	0 – 0,005	kg/t kocsz
PAH	0,003–0,2	mg/l	0 – 0,001	kg/t kocsz

## B/ Nitrifikálási koncepció

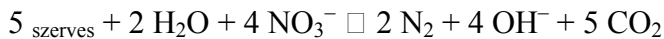
Egyes szennyvízkezelő üzemeket úgy terveznek, hogy nitrifikáció útján hatékonyan eltávolítsa az ammóniumot ( $\text{NH}_4^+$ ). Az ilyen fajta üzem kiindulópontjaként nagyon alkalmas az aerob aktív iszapos rendszer hagyományos kivitele. A rendszernek nagyon kicsi F/M aránya és nagy recirkulációs aránya kell legyen, hogy megelőzze a lassan szaporodó nitrifikáló baktériumok kimosását. A nitrifikáló baktériumok az ammóniumot nitráttá ( $\text{NO}_3^-$ ) alakítják át. Ilyen körülmények között a biológiailag nehezen lebontható szerves vegyületeket is nagy eltávolítási határfokkal lehet mineralizálni.

Általában a kisebb fajlagos terhelésű rendszerek jobb hatásfokúak és lehetővé teszik az ammónia lebontását nitrifikáció útján. A kis fajlagos terhelés javítja a nehezen bomló szerves anyagok lebomlását is. Amikor a „nitrifikációt” alkalmazzák, az elfolyó szennyvíz nitrát-koncentrációja ( $\text{NO}_3^-$ ) viszonylagosan magas lesz (200 mg/l nagyságrendű).

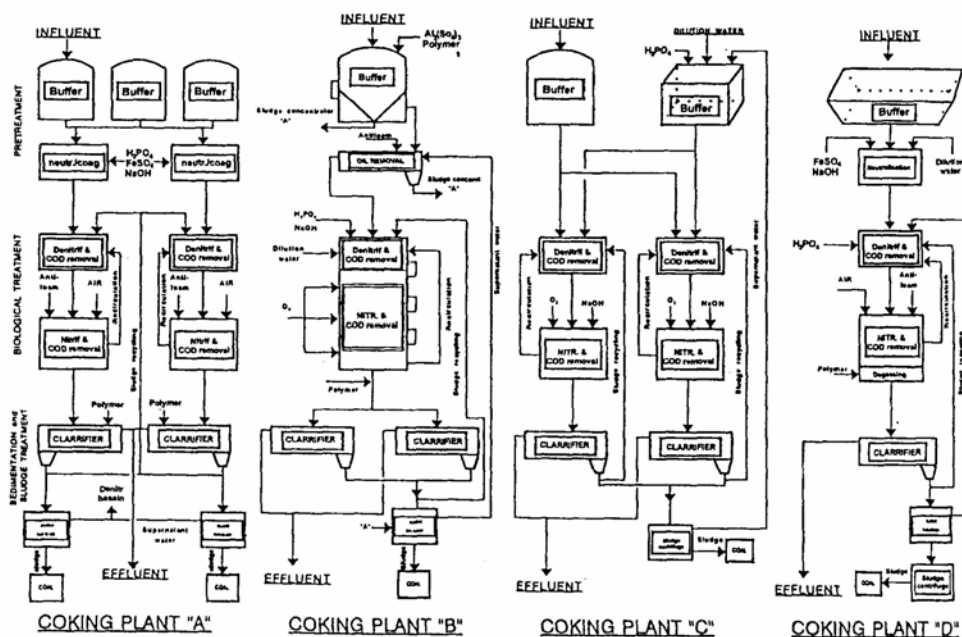
## C/ Nitrifikáló – denitrifikáló koncepció

Bizonyos esetekben a helyi hatóságok minden nitrogén vegyületre (beleértve a nitrátokat is) alacsony kibocsátást követelnek meg az elfolyó szennyvizekben. Ez a szennyvizek további anoxikus kezelését követeli meg. Több üzemi elrendezés lehetséges, de jó eredményeket azoknál a szennyvízkezelő üzemeknél értek el, ahol az úgynevezett elő-denitrifikációs koncepciót (pre-DN/N) alkalmazták.

A pre-DN/N rendszerben szintén az aerob aktív iszapos rendszert használják kiindulópontként. Azonban, még mielőtt a szennyvizet levegőztetnék, nitrátban dús vizet adnak hozzá a nitrifikációs lépcsőből. Oxigénmentes körülmények között a baktériumok oxigén ( $\text{O}_2$ ) helyett nitrátot használnak végső elektron akceptorként. A nitrogén molekuláris nitrogénként ( $\text{N}_2$ ) szabadul fel. A teljes reakció a következő:



A 3.14. ábra négy különböző kokszolói szennyvízkezelő üzem blokk-sémáját (nitrifikációs-denitrifikációs eljárással) mutatja be.



**3.14. ábra: Négy különböző kokszolói szennyvízkezelő üzem blokk-sémája nitrifikációs-denitrifikációs eljárással [Löhr, 1996]**

„A” üzem: Kokerei Kaiserstuhl, Dortmund, Németország

„B” üzem: Kooksfabriek Sidmar, Gent, Belgium

„C” üzem: Kooksfabriek ACZC, Hollandia

„D” üzem: Cokerie de Seremange, Franciaország

A nitrifikációs-denitrifikációs rendszereknél nagyon kicsi az F/M arány (0,05–0,2 kg KOI/kg MLSS/nap), és nagyon jó eredményeket érnek el a kokszolóművek szennyvizének kezelésében. Az ebből a rendszerből származó nitrogén emisszió különösen alacsony a nagy F/M arányú vagy a csak nitrifikációt tartalmazó rendszerekkel összehasonlítva. A belépő és kilépő vizek koncentrációját négy üzemre a 3.7. táblázat tartalmazza.

**3.7. táblázat: Belépő és kilépő koncentrációk és néhány szempont a pre-DN/N rendszerrel működő kokszolói szennyvíztisztító üzemek esetén [InfoMil, 1997; Löhr, 1996; Löhr, 1994]**

Szempont/Komponens	Mértékegység	Sidmar	Seremange	Kaiserstuhl	ACZC
Koksztermelés	Mt/év	1,180	0,630	2,0	0,605
Szennyvíz mennyiség	m <sup>3</sup> /h	42	16	71	20
Hígítás	m <sup>3</sup> /h	40	5	(15)***	40
Összes kilépő mennyiség	m <sup>3</sup> /h	86	30	72	59
Fajlagos elfolyó szennyvíz mennyiség	m <sup>3</sup> /t koksz	0,59	0,31	0,38	0,86
F/M arány (tápanyag/mikroorganizmus)	kg KOI/kg MLSS/nap	±0,15	n.a.	±0,15	0,17
Belépő szennyvíz	-				
pH	mg/l	n.a.	n.a.	9,5	9,3
Lebegő szilárd anyag	mg/l	30-40	n.a.	<10	n.a.
KOI (x±s)	mg/l	3650±310	4450±460	2250±590	3600±500
BOI5	mg/l	2100	n.a.	1340	n.a.
Fenol	mg/l	694	1000	350	900
SCN-	mg/l	355	380	200-250	72,5**
N-Kjeldahl	mg/l	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ammónia (x±s)	mg/l	83±61	82±105	43±30	25±15
Nitrit	mg/l	n.a.	n.a.	-	n.a.
Nitrát	mg/l	n.a.	n.a.	-	n.a.
Olaj és kátrány	mg/l	40	n.a.	n.a.	n.a.
PAH (6 Borneff)	±g/l	200	n.a.	106	n.a.
Kilépő szennyvíz					
pH	-	n.a.	n.a.	7,8	7,04
Lebegő szilárd anyag	mg/l	42	n.a.	43	28,6
KOI (x±s)	mg/l	189±30	486±315	228±48	117±29
BOI5	mg/l	19±2,8	±?	4±32	5,4±1,9
Fenol	mg/l	0,06	<2	0,16	0,1
SCN-	mg/l	3	<4	n.a.	0,9
N-Kjeldahl	mg/l	n.a.	n.a.	n.a.	7,0

Ammónia (x±s)	mg/l	0,7±0,8	32±53	1,3±0,2	0,05±0,6
Nitrit	mg/l	3	0	0,21	1,0
Nitrát	mg/l	65	0*	15,0	48,1
Olaj és kátrány	mg/l	5	n.a.	n.a.	n.a.
PAH (6 Borneff)	±g/l	<50	n.a.	11,7	27

n.a.adat nem áll rendelkezésre; x±s: számtani átlag ±: standard szórás

\* A Lorfonte számol be erről az értékről, habár elméletileg ez lehetetlen, de a magas maradék ammónia és elhanyagolható nitrát koncentráció a nitrifikálás gátlását jelzi.

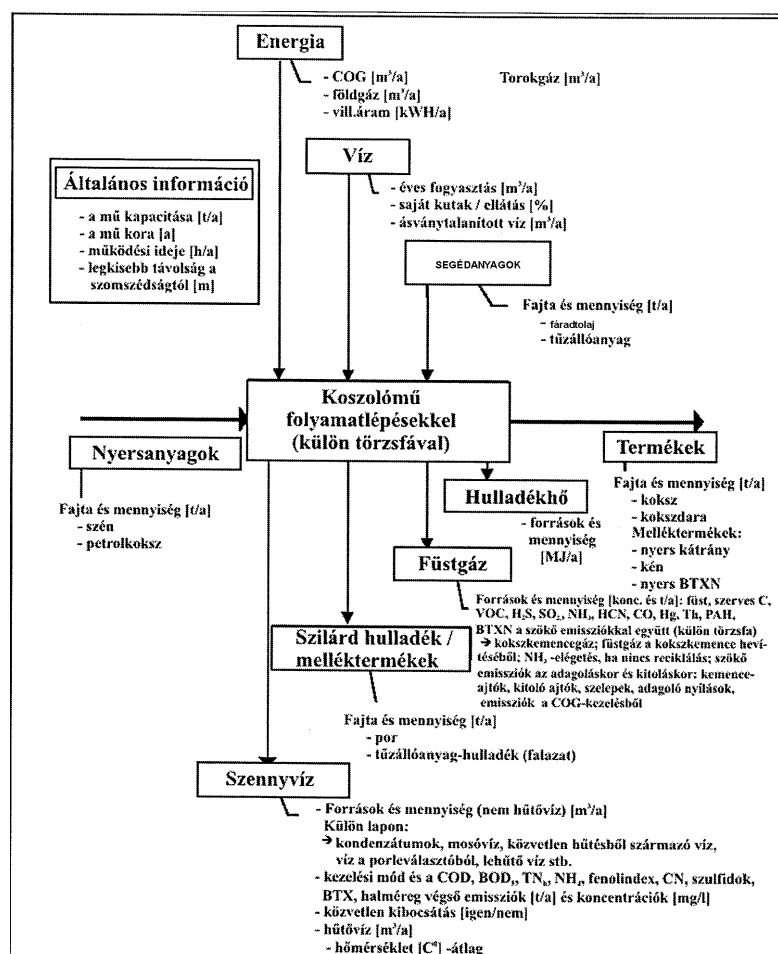
\*\* ACZC jelezte, hogy ez az érték túlzottan alacsony lehet, az alkalmazott mintavételi eljárás következtében

\*\*\* esővízből áll, így nincs folyamatosan hozzáadva [Löhr,1977]

### 3.2 JELENLEGI FOGYASZTÁSI / KIBOCSÁTÁSI SZINTEK

#### 3.2.1. A tömegáram áttekintése bemeneti / kimeneti adatok

A 3.15. ábra egy kokszolómű be- és kimeneti tömegáramainak áttekintését ábrázolja. Ez az áttekintés hasznos lehet a kokszolóművek adatainak összegyűjtésében.



3.15. ábra: Egy kokszolómű tömegáramai

A specifikus bemeneti tényezők valamint az emissziós tényezők kiszámíthatóak. Ezeket az adatokat a 3.8-es táblázat (lásd melléklet) mutatja. Az adatok 4 Európai Unió ország 11 kokszolóműjére vonatkoznak.

### 3.2.2 Információk a levegőbe történő kibocsátásokról

A kokszolóművek nagy számú emisszió forrással rendelkeznek. A kibocsátások ezekből a forrásokból időben változóak (pl: fél-folyamatos emisszió az ajtókon, fedőkön, felszálló csöveknél és a kitolásnál, oltásnál keletkező szakaszos emisszió). Ezeket az emissziókat mennyiségileg nehéz jellemezni. A különböző kokszolóművek emisszióinak összehasonlításánál figyelembe kell venni az egyes kokszolóműveket jellemző paramétereket. Például bizonyos ajtók emissziójának mértéke nagy mértékben függ az ajtók típusától, a kemencék méretétől és a karbantartás minőségétől. A karbantartás meghatározó tényező lehet. Valóban jó értékeket figyelhetünk meg hagyományos ajtóknál, ahol a kis kemencéket rendszeresen karbantartják, és rossz eredményeket azoknál a modern, flexibilis tömítésű ajtóknál, ahol a nagy kemencék nincsenek megfelelően karbantartva. Ezt figyelembe kell venni az egyes levegő emissziós források adatainak értékelésénél a 3.8-as és 3.9-es táblázatban (lásd melléklet).

Az emissziós értékek széles skáláját főként a karbantartási programmal, annak teljesítésére fordított figyelem fokával (stabil és egyenletes működési feltételek biztosítása) és az alkalmazott csökkentési technikákkal lehet magyarázni.

### 3.2.3. Információk a vízbe irányuló emissziókról

A vízbe történő kibocsátásokról és energiaigényről részletesebb információkat az alábbiakban adunk meg.

#### 3.2.3.1. Folytonos emisszió a vízbe

Számos eljárást, valamint azok változatait alkalmazzák a kamragáz kezelésére. A gázkezelő üzemekből származó szennyvíz mennyisége függ a vízszükséglettől, például a gőzmennyiségtől, a friss víz hozzáadásától a mosófolyadékokhoz. A szennyvíz mennyisége durván 1,5-3 szorosa a kokszolási folyamat során keletkezett víznek.

A kokszolási folyamat során keletkezett víz nagy része a szén nedvességtartalmából származik. A szén átlagos nedvességtartalma körülbelül 8-11%,  $0,08-0,4 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{szén}}$ . Egy jellemző  $780 \text{ kg}_{\text{koksz}}/\text{t}_{\text{szén}}$  hozam  $0,1-0,13 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{koksz}}$  vízmennyiséget eredményez.

A szén termikus bomlása során is keletkezik víz. A szén minőségétől függően 3-5% úgynevezett „kémiai víz” (bomlászvíz) termelődik, ami azt jelenti, hogy  $0,03-0,05 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{szén}}$  vízmennyiség  $0,040-0,06 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{koksz}}$ -nak felel meg.

Ha gőz befűvatást használnak a töltési gázok elszívására, ezen gőz kondenzációja további vízmennyiséget eredményez az előhűtőknél. A kondenzátum szintén a kokszolóból származó víz részét képezi.

A víz a felszállócsöveken keresztül hagyja el a kokszolóblokkot, majd a nyers kamragázból a kátránnyal együtt kondenzálódik. A kátrány és a víz keverékét a kátrány / víz elválasztóba vezetik, ahol az úgynevezett szénvizet (gázvizet) elválasztják. Ezt a vizet az ammónia folyadéktároló tartályba, és végül az ammónia kihajtóba vezetik.

### A kokszolóműből származó szennyvíz

A desztillációval történő ammónia eltávolítás után (3.15. ábra) az elfolyó szennyvíz különböző organikus anyagokat (mint például fenolokat) és szervesen összetevőket (ammónia, cianidok) tartalmaz. Közvetlen elvezetés esetén ezek az összetevők negatív hatással vannak a befogadóra. A lepárlót elhagyó folyadékot rendszerint a szennyvíztisztító telepen kezelik az elvezetés előtt.

A szennyvíz kezelés előtti összetételét jellemző adatok azt mutatják, hogy jelentősen eltérnek üzemről üzemre, mind a koncentráció, mind az előállított koksz tonnájára vonatkoztatva. A nagyszámú eltérés főbb okai a következőkben keresendők: a gázkezelő eljárás, a kokszolási eljárás típusa (gravitációs- vagy döngöléses töltés) és az egyes kokszolóművekben használt szén típusa.

A 3.10. táblázat a tisztítandó víz tulajdonságait mutatja a biológiai kezelőtelep legfontosabb tervezési paramétereire.

#### 3.10. táblázat: *Belgiumban, Németországban, Franciaországban és Hollandiában lévő kokszolóművekből származó szennyvíz jellemzői*

Paraméter	Koncentráció [mg/l]		Emissziós együttható [g/tonna koksz]
	Átlagérték	Szórás	
Kémiai oxigénigény (KOI)	2250-4450	310-590	430-1700
Ammónia (NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	25-85	15-105	5-30

A KOI (kémiai oxigénigény) mint egy összegparaméter, a különböző szerves kémiai vegyületek számos változatát tartalmazza; mint például a fenol (1000-2000 mg/l), szerves nitrogén vegyületek (Kjeldahl-N: 250-500 mg/l) és a policiklusos aromás szénhidrogéneket (PAH, 30 mg/l-től) [InfoMill, 1997]. Az ammónián kívül más szervesen nitrogén tartalmú összetevők is jelen vannak, mint pl: a tiociánok (150-350 mg/l).

### A nedves oxidációs kéntelenítő eljárásokból származó szennyvíz

A nedves oxidációs kéntelenítés során keletkezett szennyvíz kezelése külön történik, olyan összetevők jelenléte miatt, amelyek káros hatással vannak a biológiai szennyvíztisztító telepre.

A 3.11. táblázat két nedves oxidációs kéntelenítő eljárás szennyvizének összetételét mutatja. A többi nedves oxidációs eljárás közül az egyik alkalmazása arzénvegyületek vízbe történő emissziójához vezethet pl: (Thylox eljárás), 1,4-naftakinon-2-szulfonsav (Takahax), pikrinsav és tiocianidok (Fumaks/rhodacs eljárás).

#### 3.11. táblázat: *Két nedves oxidációs kéntelenítési folyamatból származó szennyvíz összetétele – [EC Coke, 1996]*

Összetevő	Stretford kéntelenítés (g/l)	Perox kéntelenítés (g/l)
NH <sub>3</sub> (szabad)	0,1	7,5 - 24
NH <sub>3</sub> (kötött)	n.a.	48 - 61
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5,7 - 65	-
CO <sub>2</sub>	?	13 - 34
SCN-	80 - 300	61 - 73
Cl-	n.a.	1,5

H <sub>2</sub> S	n.a.	0,04 – 0,2
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	50	35 - 127
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	12,2	7 - 23
Vanadát (VO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1,2	-
Tartarát V <sub>4</sub> O <sub>9</sub> <sup>2-</sup> )	1	-
ADS	1,9	-
Hidrokinon	-	0,3 – 0,6
pH	n.a.	8,7

### Hűtővíz

A legtöbb hűtővizet a kamragáz kezelésnél használják közvetett hűtésre. A hűtővizet a körfolyamatban újrakeringtetik. A friss víz felhasználás, az elpárolgó és elfolyó víz mennyiségét pótolja 6-10 m<sup>3</sup>/h (0,06 m<sup>3</sup>/t<sub>kokszt</sub>).

A kamragáz közvetlen hűtésére ammóniás folyadékot (öblítővizet) használnak, zárt körfolyamatban. A körfolyamat áramlása óránként körülbelül 6 m<sup>3</sup>/t<sub>kokszt</sub>.

#### 3.2.3.2. Szakaszos víz emisszió

### Nedves koksztoltás

Szakaszos vízbe irányuló emissziót idézhet elő a nedves koksztoltási folyamat. Viszont ha az oltást helyesen végzik, akkor a felesleges vizet összegyűjtik, és a következő oltásnál újra felhasználják. Ennek a többletvíznek más eljárásban történő hasznosítása is lehetséges. Ez megakadályozza a vízbe irányuló emissziót.

### 3.2.4. Energiaigény

A 3.12. táblázat a koksztolóművek energiaigényét tartalmazza, a kamragáz kezelést nem számítva. A 3.8-as táblázat adatai alátámasztják ezeket az értékeket. A táblázat tartalmazza az energiafelhasználást is, amely rávilágít a jelentős energiaveszteségekre (amely megközelítőleg 3 GJ/t<sub>kokszt</sub>). A koksztolóművekben termelt kamragáz fontos szerepet játszik az energiaellátásban, és az integrált acélművek működésében.

**3.12. táblázat: Egy koksztolómű energiaegyensúlya (nem tekintve a kamragáz kezelést) – [UN-ECE, 1990]; a feltételezett kokszt hozam 780 kgkokszt / tszén**

Energia bevitel		Energia kimenet	
Energiahordozó	GJ/tonna kokszt	Energiahordozó	GJ/tonna kokszt
Szén	40,19	Szén	27,05
Koksztolókemence tüzelés	3,01	Kamragáz	8,08
Kémiai reakciók	0,32	Energiaveszteség	3,33
		Járulékos termékek (S, kátrány stb.)	2,56
		Koksztveszteség osztályozás	1,92
		Koksztpor	0,26
Összesen	43,52	Összesen	43,20

### 3.2.5. Talajszennyezés

A kamragázkezelő üzemekben kátrányt és más szerves összetevőket (pl: BTX) nyernek ki a kamragázból. Ezen anyagok kiömlése vagy szivárgása talajszennyezéshez vezethet, a helyi talajviszonyoktól függően. Ezen kívül a szénvíz (gázvíz) kiömlése, vagy szivárgása is okozhat talajszennyezést.

Ebben a dokumentumban csak egy rövid leírást adunk a lehetséges intézkedésekről:

a/ minimalizálni kell a peremek és tartozékok számát;

b/ a csövek és peremek vizsgálata lehetséges legyen (pl. föld fölé helyezve, vagy burkolt csövek alkalmazása), hacsak a kokszolómű kora és kivitelezése nem teszi ezt lehetővé;

c/ azon anyagok tárolását és szállítását, amelyek potenciális talajszennyezők lehetnek, úgy kell megoldani, hogy elkerülhető legyen a szennyezés.

## 4 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 felelőségeket, a gyakorlati megoldásokat, eljárásokat és műveleteket, valamint erőforrásokat a környezeti politika kifejlesztése, bevezetése, karbantartása, áttekintése és monitorozása folyamán. A környezetvédelmi vezetési rendszerek akkor működnek a leghatásosabban és legcélszerűbben, ha az üzemeltetés és az átfogó irányítás elválaszthatatlan részét képezik.

Miközben mind a szabványosított rendszerek (EN ISO 14001:2004<sup>3</sup> és EMAS<sup>4</sup>), mind a nem-szabványosított (“vevőre alkalmazott”) rendszerek elvben a *szervezet*-et tekintik egységnek, addig az IPPC esetében megengedett a szűkebb értelmezést használni, melybe nem tartozik bele a szervezet összes tevékenysége, amiatt, hogy a szabályozott egység a 193/2001. (X. 19.) Korm.rendelet értelmében a *létesítmény*.

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

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

---

3 Környezetközpontú irányítási rendszerek

4 Közösségi környezetvédelmi vezetési és hitelesítési rendszer

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.

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 felelőségi, 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 kölcsönhatásaiknak leírása, és útmutatás nyújtása a vonatkozó dokumentációk eléréséhez),
- hatékony folyamat-szabályozás (a folyamatok megfelelő szabályozása minden üzemenlési 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 üzemenlési tevékenységek kontrollját és a berendezés környezeti céljainak és feladatainak való megfelelést),
- korrekciós és megelőző cselekmények, tevékenységek,
- a feljegyzések karbantartása,

- ahol lehet, ott független belső auditálás annak érdekében, hogy meghatározzák, a környezetvédelmi vezetési rendszer megfelel-e vagy nem felel meg a tervezett tevékenységeknek és értékeknek, és megfelelő volt-e a bevezetés és a karbantartás.
- A felső vezetés részéről az áttekintés, figyelemmel kísérés.

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

- Akkreditált tanúsító testület vagy egy külső tanúsító szerv által megvizsgált, ellenőrzött és érvényesített menedzsment-rendszer és auditálási eljárás.
- Egy szabályos környezeti nyilatkozat elkészítése és közzététele (és lehetőleg külső érvényesítése), amely a létesítmény valamennyi lényeges környezeti vonatkozását leírja, és ami lehetővé teszi az évről-évre való összehasonlítást a környezeti szempontú célkitűzések és a feladatok terén, valamint a gazdasági-ipari szektor benchmark<sup>5</sup>-jellegű más mutatószámaival való összehasonlítást, ha lehetséges.
- Egy nemzetközileg elfogadott rendszer bevezetése és az ennek megfelelő működés, ilyen például az EMAS és az EN ISO 14001:2004. 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:

a/ 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).

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

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

---

<sup>5</sup> Benchmark: viszonyítási pont (általában index)

## 5 KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK

A kocszgyártásra vonatkozó kibocsátási határértékek a következő jogszabályokban kerültek megállapításra:

### Levegőtisztaság-védelem

14/2001. (V. 9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet a légszennyezettségi határértékekről, a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről

1/2000. (VII. 21.) KöViM-KöM együttes rendelet a nem-közúti mozgó gépekbe építendő belsőégésű motorok gáznemű és részecskékből álló szennyezőanyag-kibocsátásának korlátozásáról

10/2001. (IV. 19.) KöM rendelet az egyes tevékenységek és berendezések illékony szerves vegyület kibocsátásának korlátozásáról

23/2001. (XI. 13.) KöM rendelet a 140 kWth és az ennél nagyobb, de 50 MWth-nál kisebb névleges bemenő hőteljesítményű tüzelőberendezések légszennyező anyagainak technológiai kibocsátási határértékeiről

### Vízminőség védelem

220/2004. (VII. 21.) Korm.rendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól

28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól

### Talaj- és talajvíz védelem

10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet a felszín alatti víz és földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről

### Zaj- és rezgésvédelem

8/2002. (III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a környezetvédelmi hatóság az EKH engedélyben nem állapít meg kibocsátási határértéket „kocszolási” tevékenységek (a 272/2004. (IX. 29.) Korm.rendelet 1. számú mellékletében szereplő) szén-dioxid (üvegházhatású gáz) kibocsátásaira, amennyiben biztosított, hogy jelentős helyi szennyezés nem következik be (ld. a 193/2001. (X. 19.) Korm.rendelet 6. számú melléklet 1.e) pontját).

Az egyes létesítmények üvegházhatású gázkibocsátásainak engedélyezéséről, nyomon követéséről és jelentéséről, valamint ennek az egységes környezethasználati engedélyezési eljárással való kapcsolatáról a 272/2004. (IX. 29.) Korm.rendelet –az egyes létesítmények üvegházhatású gázkibocsátásának engedélyezéséről, nyomon követéséről és jelentéséről– rendelkezik.

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

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

A szükséges többletinformációkat a táblázat vastag, dőlt kiemeléssel jelöli.

Közös számozás	A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm.rendelet szerinti követelmények, illetve a szokásos KHT (környezeti hatástanulmány) felépítés	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.		<i>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 forgalmazznak stb.)	b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői d) a létesítmény, illetve az ott folytatott tevékenység és annak jellemző termelési kapacitása, beleértve a telephelyen lévő műszakilag kapcsolódó létesítményeket f) a létesítményben, illetve technológiában felhasznált, valamint az ott előállított anyagok, illetve <b><i>energia jellemzői és mennyiségi adatai</i></b>
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. <b><i>Részletesnél: a hatótényezők jellege, nagysága, időbeli változása, térbeli</i></b>	c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza a szennyező források bejelölésével, <b><i>egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével</i></b> 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
	<i>kiterjedése bemutatása.</i>	
6.	A vizsgálandó terület környezeti állapotának bemutatása <b>Részletesnél:</b> <i>A hatásterület kiterjedése a rendelet 2. mellékletében foglaltaknak megfelelően meghatározva. A hatásterületnek a tevékenység megvalósítása nélkül fennálló környezeti állapotának ismertetését.</i>	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembe-vételével
7.	A hatások előzetes becslése a tevékenység szakaszaiként elkülönítve, és az esetlegesen környezetterhelést okozó balesetek vagy meghibásodások előfordulási lehetőségeire figyelemmel. <b>Részletesnél:</b> A hatásfolyamatokat környezeti elemenként külön-külön és összességükben is elemezni kell. Fel kell 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 áterjedő környezeti hatások is felléphetnek.	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása ... kiemelve az esetleges országhatáron áterjedő hatásokat
8.	A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változások részletes leírása	h) a létesítményből származó kibocsátások ..... várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan
9.	A környezeti hatások értékelése	
10.	<b>Részletesnél:</b> A tevékenység környezeti hatásainak köszönhető társadalmi és gazdasági következmények bemutatása.	
11.		j) a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére szolgáló technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások, valamint ezeknek a mindenkori elérhető legjobb technikának való megfelelése k) szükség esetén a hulladék

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
		<p>keletkezésének megelőzésére, a keletkezett hulladék hasznosítására, valamint a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezést, illetve -károsítást kizáró módon történő ártalmatlanítására szolgáló megoldások</p> <p>l) minden olyan intézkedést, amely az energiahatékonyságot, a biztonságot, a szennyezések megelőzését, illetve csökkentését szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére</p>
12.		<p>m) a létesítményből származó kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések</p>

**A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT ÉS AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLY TARTALMI KÖVETELMÉNY-RENDSZERÉNEK ÖSSZEJETÉSE**

A szükséges többletinformációkat a táblázat vastag, dőlt kiemeléssel jelöli.

Közös számozás	A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció kötelező tartalma	Az egységes környezethasználati engedélyhez szükséges tartalmi követelmények
1.	<b>1. Általános adatok</b>	
1.1.	1.1. A környezetvédelmi felülvizsgálatot (a továbbiakban: vizsgálat) végző neve (megnevezése), lakhelye (székhelye), a jogosultságát igazoló engedély/okirat száma.	
1.2.	1.2. Az érdekelt neve (megnevezése), lakhelye (székhelye), a tevékenység végzésére vonatkozó engedély száma.	a) az engedélykérő azonosító adatai
1.3.	1.3. A telephely(ek) címe, helyrajzi száma, a település statisztikai azonosító száma, átnézeti és részletes helyszínrajz	c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza <b>a szennyező források bejelölésével, egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével</b>
1.4.		<b>b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői</b>
1.5.	1.4. A telephely(ek)re vonatkozó engedélyek és előírások felsorolása és bemutatása.	
1.6.	1.5. A telephely(ek)en a vizsgálat időpontjában folytatott tevékenységek felsorolása, a TEÁOR-számok megjelölésével és az alkalmazott technológiá(k) rövid leírásával.	
1.7.	1.6. A telephely(ek)en az érdekelt által korábban (a tevékenység kezdetétől, de legfeljebb 5 év) folytatott tevékenységek bemutatása különös tekintettel a környezetre veszélyt jelentő tevékenységekre, a bekövetkezett, környezetet érintő rendkívüli eseményekkel együtt.	
2.	<b>2. A felülvizsgált tevékenységre vonatkozó adatok</b>	
2.1.	2.1. A létesítmények és a tevékenység részletes ismertetése, a tevékenység megkezdésének időpontja, a felhasznált anyagok listája, az előállított termékek listája a mennyiség és az összetétel feltüntetésével.	d) a létesítmény, illetve az ott folytatott tevékenység és annak jellemző termelési kapacitása, beleértve a telephelyen lévő műszakilag kapcsolódó létesítményeket f) a létesítményben, illetve 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 <i>energia jellemzői és mennyiségi adatai</i>
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.		<i>e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése</i>
3.	3. A tevékenység folytatása során bekövetkezett, illetőleg jelentkező környezetterhelés és igénybevétel bemutatása	
3.1.	<p>3.1. Levegő</p> <p>A jellemző levegőhasználatok ismertetése (szellőztetés, elszívás, energiaszolgáltatási és technológiai levegőigények nagyságának, időtartamának változása).</p> <p>A környezeti légtérből beszívott és tisztított levegő előállítását szolgáló berendezések és technológiák leírása.</p> <p>A légszennyezést okozó technológia részletes ismertetése, a szennyezésre hatást gyakorló paraméterek és jellemzők bemutatása.</p> <p>A használt levegő (füstgáz, véggáz) tisztítására szolgáló berendezések és hatásfokuk ismertetése, valamint a tisztítóberendezésben leválasztott anyagok kezelésének és elhelyezésének leírása.</p> <p>A helyhez kötött pontszerű és diffúz légszennyező források jellemzőinek bemutatása, a kibocsátott füstgázok jellemzőinek és a levegőszennyező komponenseknek az ismertetése (bűz is), a megengedett és a tényleges emissziók bemutatása és összehasonlítása.</p> <p>A felülvizsgált tevékenységekkel</p>	<p>g) a létesítmény szennyező forrásai</p> <p>h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan</p> <p>i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembe-vételével, kiemelve az <i>esetleges országhatáron áttérjedő hatásokat</i></p>

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

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

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

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

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

## 7 JELENLEGI FELHASZNÁLÁSI ÉS KIBOCSÁTÁSI SZINTEK

A koksizáló tömegáramát a 3.15 ábra szemlélteti. Az áttekintést fel lehet használni az egyes koksizológépekből származó adatok összegyűjtésére.

Ezt követően fajlagos beviteli tényezőket és fajlagos emissziós tényezőket lehet kiszámítani. Ilyen tényezőket tartalmaz a 3.8-es táblázat. A táblázat 11 koksizológépu adatai alapján készült.

Az emissziós tényezők 1 tonna nyersacélra kerültek meghatározásra azért, hogy az egyes acélművek jobban összehasonlíthatóak legyenek.

A levegőbe jutó emissziókkal kapcsolatban a karbantartás fontosságára és a megfelelő emissziócsökkentő technika megválasztására kell felhívni a figyelmet.

Az emissziók nagy része szakaszos (pl. koksizkolás, kamratöltés) és félfolyamatos (pl. ajtók, felszálló csövek, fedelek stb.). Mivel az egyes koksizológépek kialakítása nagyon eltérő lehet, így az emissziók összehasonlítása nehéz.

## 8 IRODALOMJEGYZÉK

Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel, Sevilla; December 2001

40 éves a kohókokszyártás a Dunai Vasműben, Dunaújváros 1996

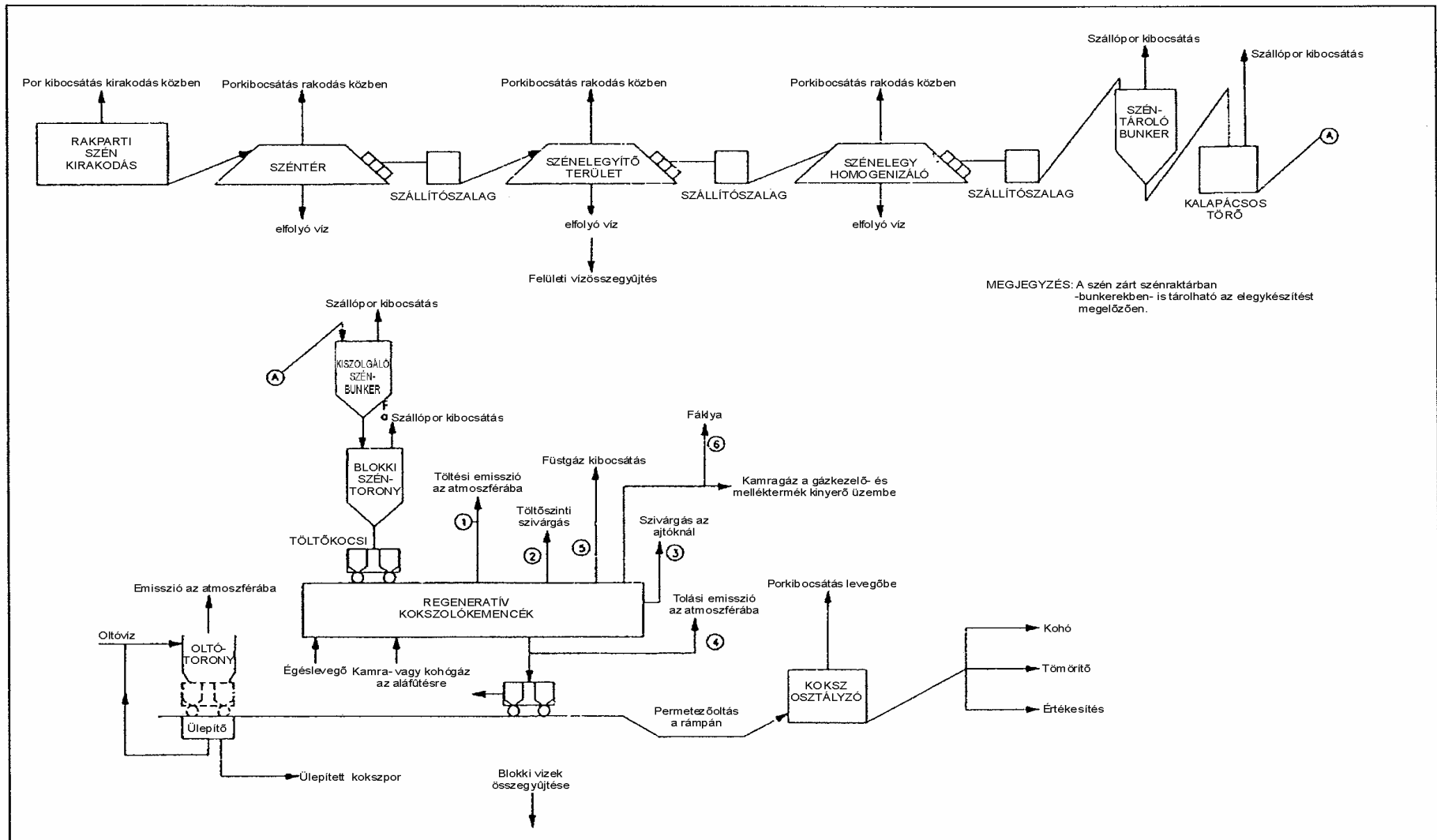
Adatszolgáltatások a DUNAFERR DBK Kokszyoló Kft. részéről, Dunaújváros 2004 – 2005

## **9 MELLÉKLET**

3.2. ábra: Egy kokszyológymű általános folyamatábrája, mely bemutatja az emisszióforrásokat [UK Coke, 1995]

3.8. táblázat. Tömegáram és emissziós adatok

3.9. táblázat: Emissziós adatok



3.2 ábra: Egy kokszolómű általános folyamatábrája, mely mutatja az emisszió forrásokat [UK Coke, 1995]

### 3.8 táblázat: Tömegáram és emissziós adatok

Bemenet	Nyersanyagok		Kimenet	Termékek	
Szén (száraz)	Kg/kocsz tonna	1250-1350	Kocsz (száraz)	Kg/tonna	1000.0
			Kamragáz* <sup>3</sup>	MJ/t LS	2500-3200
			Gőz* <sup>3</sup>	MJ/t LS	3-90/500* <sup>4</sup>
Energia					
Kohógáz + kamragáz	MJ/kocsz tonna	3200-3900	Gáz, emisszió		
Elektromosság	MJ/kocsz tonna	20-170*1	Por	g/t LS* <sup>3</sup>	17-75* <sup>1</sup>
			SO <sub>x</sub>	g/t LS	27-950* <sup>5</sup>
			NO <sub>x</sub>	g/t LS	230-600* <sup>1</sup>
			NH <sub>3</sub>	g/t LS	0,8-3,4
			H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	g/t LS	0,7* <sup>6</sup>
Gőz	Mj/kocsz tonna	60-300*2	HCN	g/t LS	0,02-04
			H <sub>2</sub> S	g/t LS	4-20* <sup>1</sup>
			CO	g/t LS	130-1500*1
Sűrített levegő	Nm <sup>3</sup> /kocsz tonna	7-15	CO <sub>2</sub>	kg/t LS	175-200
			CH <sub>4</sub>	g/t LS	27* <sup>7</sup>
			VOC* <sup>8</sup>	g/t LS	4-8
Technológiai víz	m <sup>3</sup> /kocsz tonna	0,8-10	Benzol	g/t LS	0,3-15* <sup>9</sup>
PAH* <sup>10</sup>	mg/t LS	170-500*11			
Melléktermékek					
Benzol	kg/kocsz tonna	8-15	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> * <sup>6</sup>	kg/kocsz tonna	4-9
Kátrány	kg/kocsz tonna	25-46	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> mint SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> * <sup>12</sup>	kg/kocsz tonna	1,7-3,4
Kén * <sup>13</sup>	kg/kocsz tonna	1,5-2,3	Szennyvíz	m <sup>3</sup> /kocsz tonna	0,3-0,4

Jelmagyarázat: LS = folyékony acél (nyersacél); COV = illékony szerves szén; PAH = policiklusos aromás szénhidrogének

\*1 magas érték régi üzemekhez (20 évnél régebbi); \*2 régi üzemeknek (20 évnél régebbi ) lehet 1200 MJ/ kocsz tonna gőz felhasználásuk; \*3 használt átszámítási tényező (az összes európai nagyolvasztó és oxigén konverter súlyozott átlaga): 358 kg kocsz/nyersvas tonna; 940 kg nyersvas/LS tonna; \*4 magas értékek száraz kocszoltás esetén (gőz formájú hővisszanyeréssel); 90 MJ/LS érték két üzemből, amelyek 14, illetve 15 éve működnek; 500 MJ/t LS érték egy üzemből, amely körülbelül 7 éve működik (lásd 7.P); \*5 magas érték nem kéntelenített kamragáz esetén; a fajlagos SO<sub>2</sub> emisszió 27-300 g/t LS kéntelenítés esetén (ezen tartomány legmagasabb értéke hiányos kéntelenítést jelöl); \*6 SO<sub>2</sub> abszorpció esetén H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-vé, mint végső melléktermékké; \*7 csak egy üzem adatai elérhetőek; \*8 kamragáz metán nélkül; \*9 alacsony érték egy modern üzemhez (körülbelül 5 éves); \*10 PAH mint EPA 19 (a következő 16 PAH összege: (FLU+PYR+TRI+CPP+BaA+CHR+BNT+BeP+BbF+BkF+BaP+DbahaA+BghiP+INP+ANT+COR)); \*11 csak két üzem adatai elérhetőek; \*12 SO<sub>2</sub> abszorpció esetén ammónia oldattal; \*13 SO<sub>2</sub> abszorpció és kénvisszanyerés esetén mint elemi kén

### 3.9 táblázat: Emissziós adatok

Működés		PM (g/t LS)	CH <sub>4</sub> (g/t LS)	ali.HC (gC/t LS)	benzol (mg/t LS)	BaP (mg/t LS)	PAH* <sup>2</sup> (mg/t LS)	CO (g/t LS)	SO <sub>2</sub> (g/t LS)	H <sub>2</sub> S (g/t LS)	NH <sub>3</sub> (g/t LS)	NO <sub>x</sub> (g/t LS)
Töltés	üzemek * <sup>3</sup>	1-1,5	17		34	3,5		7-13				
	1990				34-570	0,5-5* <sup>5</sup>	5-74* <sup>5</sup>					
	Coke 1993	0,1-3,5	0,02-25	0,003-10	2-400	0,007-1,5		0,02-24	0,003-3		< 0,1	
	Kaiserstuhl '96* <sup>4</sup>	0,3			3	0,01		0,3				
Kokszolás												
Huzet szabályozó reteszek	üzemek * <sup>3</sup>	4			335	19						
	Eisenhut 1990				2700-4700* <sup>6</sup> 70-100* <sup>7</sup>	19* <sup>6</sup> 0,1-5* <sup>7</sup>	3-1250* <sup>5</sup>					
	Coke, 1993	0,1-2	1,5-25	0,3-7	70-4700	1,5-15		0,5-10	0,05-0,5	0,006-0,3	0,03-0,5	0,01-0,15
	Kaiserstuhl '96* <sup>4</sup>	0,3			30	0,3						
Fedelek	üzemek * <sup>3</sup>				270	3						
	1990				270-9000* <sup>8</sup>	1-90* <sup>5</sup>	40-1100* <sup>5</sup>					
	Coke 1993	0,06-0,3	1,5-8,5	0,5-3	270-2700	3-5		0,5-3	0,05-0,3	0,003-	0,03-0,1	0,01-0,05
	Kaiserstuhl '96* <sup>4</sup>				0,03	0,05						
Felszállócsövek	üzemek * <sup>3</sup>											
	1990				3-600* <sup>9</sup>	0,1-11* <sup>9</sup>						
	Coke 1993	< 0,07	0,1-1	0,03-0,3	3-33	0,1-1		0,001-0,1	0,003-0,03	< 0,003	< 0,003	
	Kaiserstuhl '96* <sup>4</sup>							2	5			

Jelmagyarázat: LS = folyékony acél (nyersacél); PM = szemcsés anyag; ali. HC = alifás szénhidrogének; BaP = benzo(a)pirén; PAH = policiklusos aromás szénhidrogének:

\*1 használt átszámítási együtthatók (minden európai nagyolvasztó és oxigénes konverteres acélmű súlyozott átlaga): 358 kg koksz/nyersvas tonna; 940 kg nyersvas/tonna LS; \*2 PAH mint EPA 16 (a következő 16 PAH összege (FLU+PYR+TRI+CPP+BaA+CHR+BNT+BeP+BbF+BkF+BaP+DbahaA+BghiP+INP+ANT+COR)); \*3 adatok (Hein et al. 1996) régi üzemekből eredő, amelyek a modern "Kaiserstuhl", D-Dortmund üzemre cseréltek (lásd\*<sup>4</sup>); \*4 adatok (Hein et al. 1996); \*5 a magasabb értékek a régi, rossz állapotban lévő üzemekhez tartoznak, az alacsonyabbak az új, jó állapotban lévőkhöz; \*6 merev kalapács kés tömítés; \*7 flexibilis huzatszabályozó retesz lezárás (pl. membránok); \*8 magas értékek, ha a fedeleket nem óvatosan és/vagy megfelelően zárták le; \*9 magas értékek fém/fém elzáráshoz, alacsony értékek a víz elzárásához

**3.9 táblázat: Emissziós adatok (folyt.)**

Működés		PM (g/t LS)	CH4 (g/t LS)	ali.HC (gC/t LS)	benzol (mg/t LS)	BaP (mg/t LS)	PAH*2 (mg/t LS)	CO (g/t LS)	SO2 (g/t LS)	H <sub>2</sub> S (g/t LS)	NH <sub>3</sub> (g/t LS)	NO <sub>x</sub> (g/t LS)
Kitolás	"régí üzemek" *3	135- 200*10				17						
	Eisenhut 1990	<2*11			170*12 7- 25*13	0,001- 17*14						
	EC Coke, 1993	>70	0,3-2					2-12	2-8			
	Kaiserstuhl '96*4	0,3				<0,001						
Oltás	"régí üzemek" *3	20-40						30-50		22	1,5	
	Eisenhut 1990				15- 1000*15	0,003- 3*5	0,2-33					
	EC Coke, 1993	45-ig						100- 470		17-27	1-3	
	Kaiserstuhl '96*4	5										
Osztályozás		2*16										
Melléktermék üzem					30- 8000*17	0,02- 0,03	0,5-1,5					
Aláfűtés *18									27- 100*19 100-500*20 1250*21-ig			80-600

Jelmagyarázat: LS = folyékony acél (nyersacél); PM = szemcsés anyag; ali. HC = alifás szénhidrogének; BaP = benzo(a)pirén; PAH = policiklikus aromás szénhidrogének

\*1 használt átszámítási együtthatók (minden európai nagyolvasztó és konverteres acélmű súlyozott átlaga): 358 kg koksz/tonna nyersvas; 940 kg nyersvas/tonna LS; \*2 PAH mint EPA 16 (a következő 16 PAH összege (FLU+PYR+TRI+CPP+BaA+CHR+BNT+BeP+BbF+BkF+BaP+DbahaA+ BghiP+INP+ANT+COR)); \*3 adatok (Hein et al. 1996) régi üzemekből eredő, amelyeket a modern "Kaiserstuhl" D-Dortmund üzemre cseréltek (lásd\*4); \*4 adatok (Hein et al. 1996); \*5 a magasabb értékek a régi, rossz állapotban lévő üzemekhez tartoznak, az alacsonyabbak az új, jó állapotban lévőkhöz; \*10 adatok a változatlan emisszióhoz; \*11 a német TA Luft szerint (TA Luft, 1986) 5 g/koksz tonnát vagy 1,7 gPM/tonna LS-t kell elérni; \*12 kokszoldali kocsi, \*13 huzatszabályozó harang kocsival; \*14 az alacsony értéket zsákos porszűrők érik el, a magasat portalanító eszköz nélkül fordul elő