



Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium



Környezetbiztonsági Főosztály

Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a  
**cukorgyártás**  
terén

Budapest

2005. május

## Előszó

Ezen útmutató tervezet a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium megbízásából készült az elérhető legjobb technika meghatározásához a cukorgyártás terén, 2004-ben.

A dokumentum elkészítését az OKTVF Integrált Szennyezés-megelőzési és Környezetállapot-értékelési Főosztálya koordinálta, a szakmai anyagot a Cukoripari Kutatóintézet állította össze, melyért köszönetet mondunk.

A dokumentum elkészülését a környezetvédelmi felügyelőség szakemberei is segítették.

### **Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság**

Integrált Szennyezés-megelőzési és Környezetállapot-értékelési Főosztály

Babcsány Ildikó főosztályvezető

Nyári Eszter tanácsos, koordinátor

### **Cukoripari Kutatóintézet**

Boros Ilona laboratóriumvezető

Dr. Eszterle Matild osztályvezető

Kulcsár Katalin mérőrészlég-vezető

Völgyi Lajos műszaki igazgató

Dr. Zsigmond András igazgató

### **Környezetvédelmi felügyelőségek**

Bánki Zoltán vezető főtanácsos, Észak-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség

Biki Gyöngyi vezető főtanácsos, Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség

Dr. Dernei Lászlóné osztályvezető, Észak-magyarországi Környezetvédelmi Felügyelőség

Lenti László vezető főtanácsos, Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség

Molnár Tibor vezető tanácsos, Tiszántúli Környezetvédelmi Felügyelőség

### **Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium**

Dr. Haller Gábor vezető főtanácsos, Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium

Az IPPC-vel kapcsolatos további információ:

OKTVF IPPC és Környezetállapot-értékelési Osztály

Telefon: (1) 209-1000

Fax: (1) 209-1001

E-mail: [ippc@kgi.ktm.hu](mailto:ippc@kgi.ktm.hu)

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

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. Általános információk.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Bevezetés .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 A BAT alkalmazása új és meglévő üzemek esetén .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Az engedély megszerzésére vonatkozó határidők .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Az engedélykérelem.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5 Az egységes környezethasználati engedélyezés hatálya alá tartozó létesítmények .....</b>	<b>9</b>
<b>1.6 Az ágazat főbb környezeti hatásai .....</b>	<b>10</b>
<b>1.7 Az ágazat magyarországi helyzetének bemutatása .....</b>	<b>11</b>
<b>1.8 Az ágazat jellemző tevékenységeinek áttekintése .....</b>	<b>13</b>
1.8.1 A cukor fő jellemzői.....	13
1.8.2 A cukorgyártás rövid bemutatása.....	14
<b>2. A cukoriparban alkalmazott technológiák leírása .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Nyersanyag beszállítása .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Nyersanyag kezelése, tárolása, előkészítése a feldolgozásra.....</b>	<b>17</b>
2.2.1 A répa kiürítése a szállító járművekből.....	17
2.2.2 A répa tárolása.....	18
2.2.3 A répa mozgatása a cukorgyár területén .....	18
2.2.4 A répa mosása .....	20
<b>2.3 A cukorrépa feldolgozás technológiai folyamata.....</b>	<b>21</b>
2.3.1 Lényerés .....	21
2.3.1.1 Szeletvágás .....	21
2.3.1.2 Denaturálás (szeletforrázás) .....	22
2.3.1.3 Extrakció .....	22
2.3.1.4 Szeletpréselés .....	24
2.3.2 Léztisztítás .....	24
2.3.2.1 Előderítés.....	25
2.3.2.2 Főderítés .....	26
2.3.2.3 Első szénsavazás és első szűrés.....	26
2.3.2.4 Második szénsavazás és szűrés .....	27
2.3.2.5 Híglé lágyítása ioncserével.....	28
2.3.3 Bepárlás .....	29
2.3.4 Kristályosítás .....	31
<b>2.4 Kész- és melléktermékek kezelése, tárolása, csomagolása, kiszállítása.....</b>	<b>34</b>
2.4.1 Fő termékek.....	34
2.4.1.1 Kristálycukor kezelése .....	34
2.4.1.2 Porcukor gyártás.....	35
2.4.1.3 Kockacukor gyártás.....	35
2.4.1.4 Termékek kiszállítása .....	35
2.4.2 Melléktermékek.....	36
2.4.2.1 Préselt szelet.....	36
2.4.2.2 Szárított szelet .....	36
2.4.2.3 Melasz .....	36

2.4.2.4 Mésziszap .....	36
<b>2.5 Segédüzemek.....</b>	<b>37</b>
2.5.1 Mészállomás .....	37
2.5.2 Erőtelep .....	38
2.5.3 Hűtőrendszerek.....	38
2.5.4 Melasz és fűtőolaj tárolás .....	38
<b>2.6 Kiegészítő üzemek .....</b>	<b>39</b>
2.6.1 A cukorgyártás vízkörei, szennyvízkezelés .....	39
2.6.1.1 Technológiai vízkörök.....	40
2.6.1.2 Csapadékvíz rendszer .....	41
2.6.1.3 Frissvíz beszerzés és szennyvízkörök .....	41
2.6.1.4 Szennyvíztisztítási technológiák .....	43
<b>2.7. Szeletszáritás.....</b>	<b>48</b>
2.7.1. A szeletszáritás berendezései .....	49
<b>3. Jelenlegi felhasználási szintek és kibocsátások a cukoriparban .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Nyersanyag: cukorrépa felhasználás.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2 Energiafelhasználás.....</b>	<b>51</b>
<b>3.3 Segédanyag és vízfelhasználás.....</b>	<b>52</b>
<b>3.4 Környezeti kibocsátások .....</b>	<b>56</b>
3.4.1 Kibocsátások a levegőbe .....	56
3.4.1.1 Erőtelep .....	56
3.4.1.2 Szeletszáritás .....	57
3.4.1.3 Mészállomás, technológia .....	58
3.4.1.4 Gépjármű és rakodógép forgalom .....	58
3.4.1.5 Porelszívó rendszerek a cukor tárolásánál, kiszerelésénél, száraz szelet raktározásánál és pelletálásánál.....	59
3.4.1.6 Hűtőtornyok .....	59
3.4.1.7 Szennyvíztisztítók, tározók .....	59
3.4.2 Talajba, talajvízbe történő kibocsátások .....	60
3.4.2.1 Felszíni vízbe történő kibocsátások.....	60
3.4.3 Zajkibocsátások.....	60
3.4.5 Hulladékok .....	61
<b>4. Javaslatok, módszerek az Elérhető Legjobb Technika (BAT) kialakítására .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1 Módszerek és BAT követelmények a répafeldolgozásban.....</b>	<b>63</b>
4.1.1 BAT módszerek a répa fogadására, tárolására és mosására.....	63
4.1.2 BAT módszerek a répafeldolgozás technológiai folyamatában.....	64
4.1.2.1 Lényérés .....	64
4.1.2.2 Létisztítás .....	65
4.1.2.3 Bepárlás, kristályosítás.....	68
<b>4.2 Módszerek és BAT követelmények az energiatermelésben és –gazdálkodásban.....</b>	<b>70</b>
<b>4.3 Módszerek és követelmények a vízgazdálkodásban.....</b>	<b>71</b>
<b>4.4 Kibocsátás csökkentési technológiák.....</b>	<b>75</b>
4.4.1 További, a BAT szempontjából figyelembe vehető, szennyvíztisztítási eljárások.....	75
4.4.1.1 Kommunális és technológiai szennyvízkezelés, csapadékvíz.....	75
4.4.1.2 Hűtőkör.....	78

4.4.1.3 Technológiai berendezések vízkörei .....	78
4.4.2 Hulladékgazdálkodás .....	79
4.4.2.1 Veszélyes és nem veszélyes hulladékok .....	79
4.4.2.2 Hulladékhasznosítás vagy elhelyezés.....	79
4.4.3 Levegőbe történő kibocsátások csökkentése.....	80
4.4.4 Talajba és talajvízbe történő kibocsátások csökkentése.....	82
4.4.5 Diffúz kibocsátások csökkentése felszíni vízbe, csatornahálózatba és talajvízbe .....	82
4.4.6 Zajkibocsátás csökkentése.....	83
<b>5. Környezetvédelmi vezetési rendszerek.....</b>	<b>85</b>
<b>5.2 Munkabiztonság .....</b>	<b>88</b>
5.2.1 ágazat-specifikus veszélyforrások.....	90
5.2.2 Folyamatirányítás .....	91
<b>6. Kibocsátási és terhelési határértékek.....</b>	<b>93</b>
<i>Felhasznált források.....</i>	<i>97</i>
<i>Cukoripari szakkifejezések.....</i>	<i>98</i>
<i>Ábrajegyzék.....</i>	<i>99</i>
<i>Táblázatok jegyzéke.....</i>	<i>99</i>
<b>Mellékletek.....</b>	<b>100</b>
1. melléklet: általános anyagforgalmi séma .....	101
2. melléklet: általános vízséma 1.....	102
3. melléklet: általános vízséma 2.....	103
4. melléklet: Szabályozás és monitoring.....	104
5. melléklet: Az egységes környezethasználati engedélyezés, a KHV és a teljes körű felülvizsgálat tartalmi követelmény rendszerének összevetése .....	106

# 1. ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

## 1.1 BEVEZETÉS

Az Integrált Szennyezés-megelőzés és Csökkentésről szóló, 96/61/EK tanácsi irányelvet (IPPC<sup>1</sup> direktíva) 1999. október 30-ig kellett az Európai Unió valamennyi tagországának a nemzeti jogrendbe átültetnie.

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

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

Az IPPC új, alapvető követelménye az Elérhető Legjobb Technika (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.

---

<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

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

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

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

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

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

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

## **1.2 A BAT ALKALMAZÁSA ÚJ ÉS MEGLÉVŐ ÜZEMEK ESETÉN**

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

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

Amikor a BAT előírások alkalmazhatósága új vagy meglévő létesítmény esetében meghatározásra kerül, indokolt esetben lehetőség van az ettől való eltérésre (megj. A jogszabályokban rögzített kibocsátási határértékeknél kevésbé szigorúbbakat a hatóság nem állapíthat meg). A legalkalmasabb technológia függ a helyi sajátosságoktól, ezért a lehetséges műszaki megoldások helyi költség-haszon viszonyainak elemzése lehet szükséges a legjobb megoldás kiválasztásához.

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

A költségek csak a következő esetekben vehetők helyi szinten számításba:

- a.) 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;
- b.) abban az esetben, ha számos költségigényes fejlesztésre van szükség, egy fázisokra osztott program/fejlesztési terv is elfogadható, mindaddig, amíg végrehajtása nem igényel olyan hosszú időt, ami egy alacsony színvonalú, korszerűtlenné váló technológia támogatásának tűnhet.

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

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

### **1.3 AZ ENGEDÉLY MEGSZERZÉSÉRE VONATKOZÓ HATÁRIDŐK**

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

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

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

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

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



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

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

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

#### **1.4 AZ ENGEDÉLYKÉRELEM**

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

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

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

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

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

Jelen műszaki útmutató tárgyát képező cukorgyártási tevékenységet a Korm.rendelet 1. sz. mellékletének 9.2 pont b) bekezdése tartalmazza:

„Élelmiszer-termékek termeléséhez kezelő és feldolgozó üzemek növényi nyersanyagokból kiindulva 300 tonna/napnál nagyobb késztermék termelő kapacitással (negyedévi átlagban).”

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

Mindazonáltal a környezetre kifejtett hatások szélesebb körűek lehetnek, mint az adott telephelyen folytatott tevékenység hatásai. Az Útmutató és a Korm.rendelet egyaránt feladatokat fogalmaznak meg a létesítményen kívüli tevékenységekre is, mint pl. a hulladékok elhelyezésére, szennyvízkezelésre stb.

## 1.6 AZ ÁGAZAT FŐBB KÖRNYEZETI HATÁSAI

A kibocsátásokat a technológia ismertetésénél alkalmazott felosztás szerint ismertetjük, és táblázatban foglaljuk össze.

1. A cukorrépa beszállítása
2. A cukorrépa gyártelepi kezelése, tárolása, előkészítése a feldolgozásra
3. A cukorrépa feldolgozása
4. A kész és melléktermékek kezelése, tárolása, csomagolása, kiszállítása
5. A feldolgozáshoz szükséges segédüzemek (mészállomás, erőtelep, hűtőrendszerek, répalaboratórium, melasz és fűtőolaj tárolás)
6. Kiegészítő üzemek (Szeletszárítás, pelletálás, frissvíz beszerzés, szennyvízkezelés, csapadékvíz gyűjtés)

Megnevezés	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Levegőbe	gépjárművek, rakodógépek kipufogó gázai	rakodógépek kipufogó gázai	CO <sub>2</sub> , CO, gőz, NH <sub>3</sub> ,	por, gépjárművek kipufogó gázai	por, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, füstgáz, NOx pára, gőz	por, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO,
Zajkibocsátás	gépjárművek, rakodógépek	szabadban működő gépi berendezések, rakodógépek	gépi berendezések	gépjárművek, rakodógépek, ventilátorok, csomagológépek	rakodógépek, mészkemence töltése	
Talajba talajvízbe						szennyvíztározó
Felszíni vízbe						tisztított víz, csapadékvíz leeresztése
Szennyvíz-kezelőre		csurgalék vizek	felesleges melegvizek, mosóvizek		gázmosó, kazánház, répalabor szennyvize	

### *1. táblázat: Kibocsátások a cukorgyártásban*

A környezeti hatásokról bővebb leírás a 3.4. fejezetben található.

## 1.7 AZ ÁGAZAT MAGYARORSZÁGI HELYZETÉNEK BEMUTATÁSA

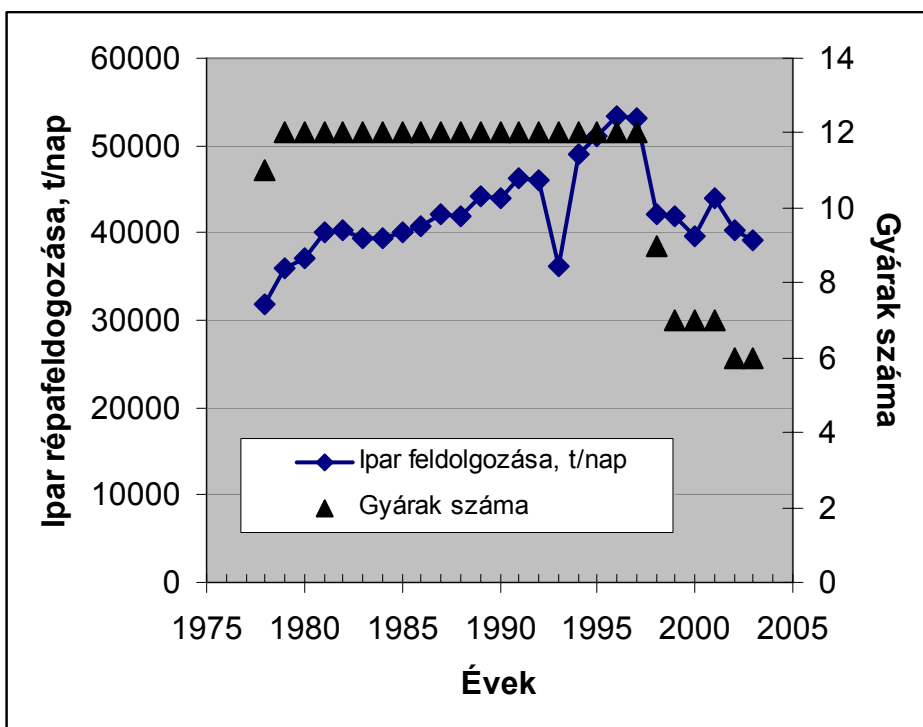
Magyarországon a rendszerváltás után a cukorgyárakat fokozatosan multinacionális vállalatok vásárolták meg. Az 1989 előtti 12 cukorgyárral szemben Magyarországon jelenleg hat cukorgyár van három multinacionális vállalat tulajdonában. A Mátra Cukor Rt. (Hatvan), a Szerencsi Cukorgyár Rt. és a Szolnoki Cukorgyár Rt. a Nordzucker tulajdonába került 2004-ben, a két dunántúli cukorgyár, a Petőházi Cukorgyár és a Kaposvári Cukorgyár a Magyar Cukor Részvénytársasághoz tartozik, amely az osztrák Agrana (Ausztria) tulajdona. A legnagyobb kapacitású magyar cukorgyár, a kabai gyár a több multinacionális vállalat által alapított Eastern Sugar Rt. tulajdona.

A cukorgyárak 2003. évi feldolgozási és termelési mutatói a 2. táblázatban láthatók.

<b>Cukorgyár</b>	<b>Feldolgozott répa (tonna)</b>	<b>Gyártott cukor (tonna)</b>	<b>Gyártott melasz (tonna)</b>
Mátra Cukor Rt.	159800	22888	8768
Szerencsi Cukorgyár Rt.	313950	44616	12905
Szolnoki Cukorgyár Rt.	261213	35061	12747
MC Rt. Kaposvári Cukorgyára	216915	29826	5335
MC Rt. Petőházi Cukorgyára	420204	56618	9820
Eastern Sugar Rt.	488156	63201	23029
Összesen:	1860238	252210	72604

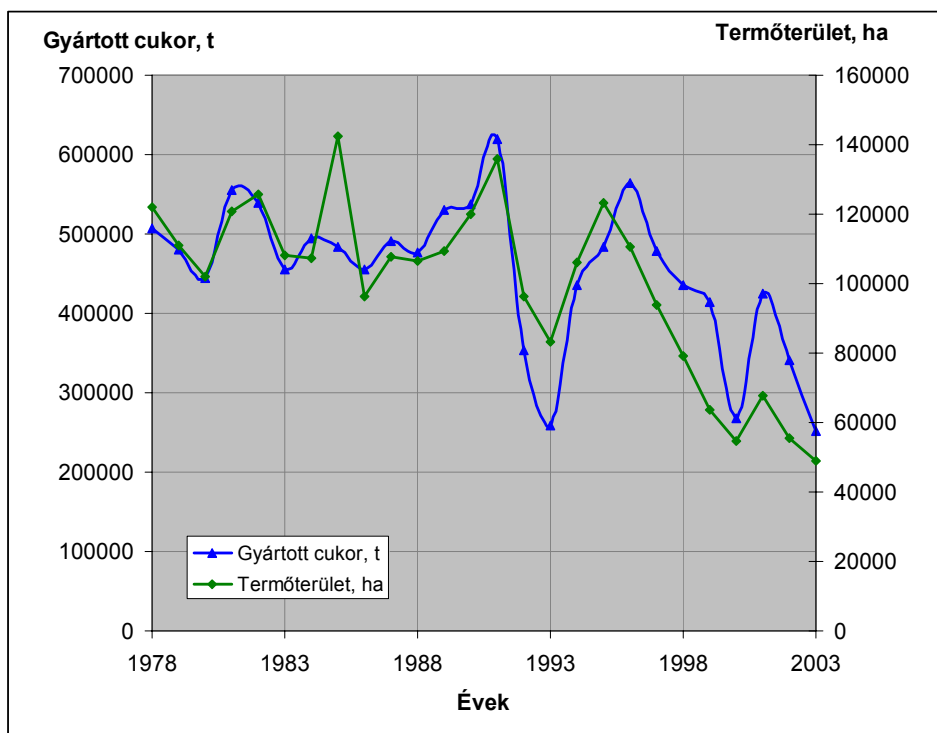
### *2. táblázat: A magyarországi cukorgyárak répafeldolgozása, cukor- és melasztermelése a 2003. évi kampányban*

A gyárak számának a csökkenése a gyárak feldolgozási kapacitásának növekedésével járt együtt (1. ábra). A termelés koncentrációja több hatékonysági és gazdaságossági mutató javulását eredményezte az elmúlt évtizedben, de ehhez hozzájárult a javuló répaminőség is.



1. ábra: A cukorgyárak száma és az ipar feldolgozó kapacitásának alakulása 1978-2003

Magyarországon a cukorrépa termesztésébe bevont mezőgazdasági termőterület és az évente gyártott cukor mennyiség alakulása a 2. ábrán látható. A cukoripar termelése az elmúlt évtizedben alapvetően a belföldi ellátás biztosítását fedezte, a cukor importja és exportja kis arányt képviselt.



## 2. ábra: A cukorrépa termőterület (hektár) és gyártott cukor 1978-2003

Magyarország csatlakozása az Európai Unióhoz a cukoripar számára az EU cukorpiaci rendtartásához való csatlakozását jelenti. A cukoripar felkészült ezekre a változásokra, az előcsatlakozási tárgyalások keretében Magyarország számára megállapított termelési kvóta 400 454 tonna ún. „A” cukor és 1230 tonna ún. „B” cukor. A kvótát tekintve az elkövetkező években a cukoripar termelése némileg növekedhet. A hosszabb távú termelési kilátások attól függenek, hogy az EU cukorpiaci rendtartásának tervezett reformja milyen ütemben és mértékben fog végbemenni.

## 1.8 AZ ÁGAZAT JELLEMZŐ TEVÉKENYSÉGEINEK ÁTTEKINTÉSE

### 1.8.1 A CUKOR FŐ JELLEMZŐI

A cukor - empirikus kémiai nevén szacharóz - az ún. „nem redukáló” (szabad karbonil-csoportot nem tartalmazó) diszaharidok közé tartozik: két egyszerű cukor, a glükóz és fruktóz molekulája kapcsolódik benne glikozidos kötéssel. Kémiai neve:  $\beta$ -D - frukto-furanozil -  $\alpha$  - D-glüko-piranozil, összegképlete:  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $M_s=342,3$ .

A növényekben tartalék szénhidrát szerepét betöltő, fotoszintézissel keletkező szacharóz az egyik leggyakoribb természetes cukor. Az ipari feldolgozás céljából termesztett cukorrépa és a cukornád szacharóz tartalma kimagasló (14-18%). A cukoripari növényekre utalva a cukrot „répacukor” és „nádcukor” néven is nevezik. Ezen elnevezések alatt a nagy tisztaságban (szacharóz >99,7%) cukornádból vagy cukorrépából gyártott kristálycukrot értjük. Az ennél kisebb szacharóz tartalmú cukrokat a nyerscukor névvel különböztetik meg.

A cukor – mint szénhidrát – az emberi táplálkozásban fontos szerepet tölt be. Tápértéke (3,0-3,4 kcal/g ill. 12,5-14,5 kJ/g) mellett legfontosabb tulajdonsága az édes íze. Cukrot - bár kevésbé finomított formában, mint napjainkban - az ókor óta használnak édesítésre, a 18. század vége óta pedig a legelterjedtebb édesítő szer. Hazánkban az egy főre jutó éves cukorfogyasztás az elmúlt tíz évben 20-23 kg között változott. A táplálkozás tudomány legújabb eredményei cáfolták a cukornak tulajdonított specifikus egészségkárosító hatásokat. A cukor az összes elfogyasztott táplálék energiatartalmában átlagosan 8-12%-ot képvisel Magyarországon, ami azonban széles határok között ingadozik az egyes speciális fogyasztói csoportokban.

A cukorgyártás elsődleges célja tehát a táplálkozási igények kielégítése, melyen belül az élelmiszer- és üdítőital-ipari felhasználás/feldolgozás aránya folyamatosan növekszik a közvetlen fogyasztáshoz képest.

A szacharóz élelmiszerként történő felhasználása mellett fontos megemlíteni, hogy vegyipari, finomvegyipari, gyógyszeripari *alapanyag* is. Bár az ilyen irányú felhasználás egyelőre csekély, a szacharóznak, mint *megújuló nyersanyag*nak szerepe a jövőben növekedhet, mert a környezet megóvása egyre fontosabbá válik.

A cukoripar legfontosabb mellékterméke a kb. 50% szacharóz tartalmú *melasz*. A melasz megújuló nyersanyag, amelyből élelmiszeripari, vegyipari termékek és *megújuló energiahordozó* (elsősorban bioalkohol) állíthatók elő.

## 1.8.2 A CUKORGYÁRTÁS RÖVID BEMUTATÁSA

A szacharózt világszerte két növényből, a cukornádból és a cukorrépából nyerik. Magyarország éghajlati viszonyai a cukorrépa termesztését teszik lehetővé, ezért ebben a dokumentumban kizárólag a répacukorgyártással foglalkozunk. A cukorrépa (*Beta vulgaris L. convar. altissima*) kétéves növény, ipari feldolgozása az első vegetációs évben kifejlődött (nem felmagzott) növényből történik, amikor a gyökértestben tartalék szénhidrátként felhalmozódott szacharóz tartalom még nem csökken.

A betakarított, levelektől és a koronától (alvórügy koszorú) megtisztított (fejelt) növény az *ipari cukorrépa*, amely legalább 14% szacharózt tartalmaz („Ipari cukorrépa” MSZ 17045:2002 sz. Magyar Szabvány). A cukorrépa szacharóz tartalma és egyéb összetevői sok tényezőtől (időjárás, művelés, fajta, stb.) függenek, a cukortartalom 14-18%, az összes szárazanyag tartalom 22-26% között változik. A répa minőségétől függően a kinyerhető cukor a répa cukortartalmának 78-86%-a.

A cukorgyártás célja a szacharóz kivonása a cukorrépából, megtisztítása a cukorrépa sokféle oldható összetevőitől (cukorgyári terminológiában összefoglaló néven „nemcukrok”) és elválasztása a répa fő alkotórészétől, a víztől (kb. 75%). A cukorgyártás ennek megfelelően elválasztási műveletek sorozata, amelynek eredményeképpen a szacharózt közel 100%-os tisztaságban nyerik ki. A szacharóz nemcsak élelmiszer, hanem az egyik legtisztább olyan vegyület, amit nagyipari méretekben gyártanak.

A répacukorgyártás története az 1700-as évek végén kezdődött, az első gyárat 1801-ben Sziléziában építette meg *F. C. Achard*. A cukorgyártás az elmúlt 200 évben folyamatosan fejlődött. A jelenleg is alkalmazott cukorgyártási módszer alapvető fizikai és kémiai folyamatai mintegy 50-60 éve alakultak ki.

*A gyártás folyamata röviden a következő:*

A cukrot a megmosott, felszeletelt répából *vizes extrakcióval* vonják ki. A 12-18% cukortartalmú, de szennyezései miatt kristályosításra alkalmatlan *nyerslevet* mésztejjel *derítik, majd szénsavazzák*. A szennyezéseket tartalmazó szénsavazási csapadékokat kiszűrik, és a sárga színű, de átlátszóan tiszta *híglevet bepárolják*. Ezután a 60-75 % szárazanyag tartalmú *sűrűléből* további elpárlás mellett a szacharózt több lépcsőben *kikristályosítják*. A kristályokat centrifugákon választják el szörptől. A nem megfelelő tisztaságú cukrot átkristályosítják. A kristályos cukrot a centrifugán vízzel mossák, szárítják, csomagolják és/vagy tárolják.

Az utolsó kristályosítás anyaszörpje a *melasz*, aminek a cukortartalma gazdaságosan már nem kristályosítható ki. A cukorgyárban *melléktermékként* gyártott melaszt a fermentációs iparokban (elsősorban szeszipar) *alapanyagként* alkalmazzák. Emellett állati takarmányok értékes komponense.

Az extrakció után visszamaradt cukormentes répaszeletből a cukorgyár a víz kipréselésével vagy további szárítással *melléktermékként takarmányt* gyárt.

Bár a cukorgyártás vázolt alapfolyamata az utóbbi évtizedekben csak finomodott, a cukoripari technológia és alkalmazott technikák nagy fejlődésen mentek keresztül. A hatékonyság növelése

érdekében a cukoripar alkalmazza a *vegyipari műveletek, a folyamatirányítás és irányítástechnika*, valamint a *gépészet* általános eredményeit, nevezetesen a következőket:

*Folytonos technológiai műveletek:* a lényeréstől a kristályosításig minden cukorgyárban folyamatosak az anyagáramok. A kristályosításban szakaszos és folytonos berendezések is vannak, melyek időeltolódásos működése optimálisan illeszkedik a folytonos feldolgozóhoz.

*Berendezések, reaktorok kialakítása:* az egyes részfolyamatok optimális kivitelezésében döntő szerepe van a reaktoron belüli áramlásnak, különösen ott, ahol heterogén fázisok (folyadék/szilárd/gáz) közötti történik anyagátadás vagy reakció. A jól tervezett reaktornak/berendezésnek olyan a kialakítása, hogy az biztosítja az anyagok optimális tartózkodási idejét és megfelelő érintkezését.

*Anyagok recirkulációja, újrahasznosítása:* a cukorgyártásban minden olyan közbelső anyagáramot visszavezetünk a folyamatba, amely ott valamiképpen hasznosul, ezért hulladék elenyésző mennyiségben keletkezik. Például a répával a feldolgozási folyamatba bevitt vizet különböző célokra hasznosítjuk. A technológia egyes pontjain pára vagy víz formájában keletkező és visszanyert, különböző tisztaságú vizek ismételt felhasználásával, zárt körökbe történő elkülönítésével a cukorgyár frissvíz felhasználása és szennyvíz kibocsátása lényegesen csökkenthető. Hasonlóan jó példa a szénsavazáskor keletkező iszapok visszaforgatása a létszűrésbe, ahol azok abszorbensként és szűrési segédanyagként hasznosulnak, de említhetjük a szennyvízmentes ioncserélő technológiákat, amelyeket úgy alakítottak ki, hogy a regenerálás után kapott elfolyókat a technológia legmegfelelőbb pontjába visszavezetik.

*Energihatékonyság* növelése: az energia termelésében és felhasználásában, melynek eszközei: az ellennyomós villamos energiatermelés (kapcsolt hő- és villamos energiatermelés), többfokozatú bepárlás, a párák, kondenzátumok hőtartalmának hasznosítása hőcserélőkben, hulladékhők hasznosítása. Az optimális energia- és hősema tervezés biztosítja, hogy a gőz formájában bevitt hőenergiát mindaddig *újrahasznosítjuk* ismételt elpárlásra vagy melegítésre, amíg annak hőmérséklete (exergiája) olyannyira csökken, hogy tovább már nem nyerhető vissza a rendelkezésre álló berendezésekben a folyamatok megszabott hőmérsékletén.

A cukoriparban alkalmazzák azokat a *folyamatirányítási elveket*, amelyeket egy-egy művelet optimális kivitelezésében és a művelet sorok optimális egymáshoz illesztésében értek el. Ennek megvalósítási eszköze az *automatizálás és számítástechnika*. A paraméterek (anyagáramok, nyomások, hőmérsékletek, fizikai, kémiai jellemzők, stb.) ellenőrzése és megfelelő/optimális értéken tartása számítógépes hálózaton keresztül történik, amely a folyamatba beépített on-line érzékelőket és beavatkozó szerkezetet tartalmaz, melyek működését magas szintű szaktudáson alapuló szoftverek (programok) irányítják. *A napi több ezer tonna répát folyamatosan feldolgozó* gyárakban a személyzet irányítóteremből felügyeli a folyamatokat.

A technika és a technológia minősége a hatékonysági mutatókkal, azaz a fajlagos nyersanyag-, segédanyag és energiafelhasználási értékekkel jellemezhető, ami a gazdaságosság döntő meghatározója. Azonban az IPPC irányelvek és a BAT szempontjából azt kell hangsúlyoznunk, hogy a *hatékonyság* növelése nem csupán és nem elsősorban gazdaságossági kérdés, mert a *környezeti terhelés* a fajlagos (termékre vonatkoztatott) energia-, nyersanyag- és segédanyag felhasználással *arányos vagy közvetlen kapcsolatban* van. A cukoripar hatékonysági mutatói az elmúlt évtizedben folyamatosan javultak, és többnek értéke szorosan megközelíti az adott technológiával/technikával elérhető legjobb határt.

## 2. A CUKORIPARBAN ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIÁK LEÍRÁSA

Az 1.8.2 pontban röviden és a 2.3 pontban részletesen ismertetjük a cukorgyártás fő műveleteit, vagyis a cukorkinyerés egyes lépéseit a feldolgozásra előkészített mosott répából. Az ismertetett technológia az ún. *meszes-szénsavas létisztítás és elpárlásos kristályosítás*. Más elveken és műveleteken alapuló létisztítási és kristályosítási technikák (membránszűrés, hűtőkristályosítás, mészmentes módszerek, stb.) a szakirodalom tanulmányozása alapján e dokumentum elkészülésekor Magyarországon nem tekinthetők elérhetőnek, mert:

- kutatási-fejlesztési stádiumban vannak,
- legfeljebb félüzemi tapasztalatok állnak rendelkezésre,
- nem készült átfogó környezeti hatáselemzés róluk.

Ez az oka annak, hogy a cukorrépa feldolgozására szinte kizárólagosan az ebben a dokumentumban is ismertetett meszes-szénsavas létisztítást és elpárlásos kristályosítást alkalmazzák az egész világon. Alapvetően más technológiát alkalmazó gyár jelenleg ötnél kevesebb van a világon és ezek egyelőre kis kapacitásúak. A meszes-szénsavas létisztításnak és elpárlásos kristályosításnak vannak különböző variációi, kiegészítő műveletei, amelyeket főleg a répa ingadozó minősége indokol. Az egyes technológiai variánsok közötti választás azonban kisebb hatással van a környezeti terhelésre, mint az, hogy egy adott variáns esetében a technológia vezetése jó vagy kevésbé jó.

A cukorgyártásban a környezetbe történő kibocsátás fő tömege nem közvetlenül a répából, illetve a cukortartalmú lé feldolgozásából történik, hanem a folyamatot kiszolgáló és kiegészítő nagy rendszerekből, melyek:

- energiatermelés
- nyersanyag előkészítése: répa beszállítása, mosása
- mészgyártás és szénsavazó gáz gyártása.

Ezért a cukorgyártáshoz szorosan kapcsolódó műveletek hatása a környezetre döntően nem a kibocsátásokkal, hanem a fajlagos energia-, nyersanyag- és segédanyag felhasználással jellemezhető. Ennek megfelelően a 2. fejezetben, amelyben a jelenleg alkalmazott cukoripari technikákat ismertetjük, a szorosan vett technológiai folyamatokat viszonylag kisebb részletességgel írjuk le, kiemelve azokat a módszereket és paramétereiket, amelyek a fajlagos anyag- és energiafelhasználás csökkentése érdekében lényegesek.

Az alkalmazott technikák ismertetésében ennek megfelelően nagyobb hangsúlyt fektetünk a környezetbe közvetlen kibocsátással járó, a technológiát kiszolgáló folyamatokra, azaz:

- *a répa feldolgozásra történő előkészítésére,*
- *a cukorgyári vízgazdálkodásra és víztisztításra,*
- *a mész- és szénsavazó gáz gyártására,*
- *a cukorgyár energia- és hőellátását biztosító erőművi-, kazánházi- és hőrendszerekre.*

*Az előkészített nyersanyagból, a mosott cukorrépából egyetlen környezeti kibocsátás származik: kis mennyiségű ammónia szabadul fel a cukorgyártási folyamatokban, ami a cukorrépa szerves savamidjainak bomlásából származik. Az ammónia illékonyasága miatt a párákba, majd a kondenzvizekbe kerül, felhalmozódik a kondenzvíz körben, majd az ezzel kapcsolatban levő külső vízkörökben és végül a szennyvízben. Hangsúlyozni kell, hogy a cukorgyárban az ammónia természetes forrásból – a répából – származik, tehát nem szintetikus anyag. Ha az ammónia a*



talajba visszakerül, lényegében körfolyamat záródik be. Bármennyire is helytálló ez az érvelés, az ammónia koncentrált kibocsátását a közvetlen környezetben el kell kerülni az ott lévő élővilág megóvása érdekében. Az ammónia lebontása nitrogénné a szennyvíz biológiai tisztításával történik.

A környezetbe történő CO<sub>2</sub> kibocsátást és primer tüzelőanyag felhasználást az *opcionálisan előállítható melléktermék, a szárított szelet gyártás* nagymértékben befolyásolja. A gyakorlatilag cukormentes répaszelet elsősorban állati takarmányként hasznosítható. Az extrahált répaszeletből a vizet kipréselik (a présvizet újra felhasználják a cukor kioldására), a kb. 20-28 % szárazanyag tartalmú *préselt szelet* közvetlenül értékesíthető állati takarmány alapanyagként. A préselt szeletből a cukorgyár kiválóan tárolható *szárított szeletet* is gyárthat. A szelet szárítása energiaigényes folyamat, kb. 30-40%-kal növeli meg a *feldolgozott répára* vonatkoztatott primer tüzelőanyag felhasználást és ezzel arányos szén-dioxid kibocsátást. Ezt az energiát nem számítjuk be a cukor gyártásának fajlagos energiaszükségletébe, mert a szárított szelet gyártása nem szükségszerű kísérője a cukorgyártásnak.

Az alkalmazott folyamatok és technikák ismertetésekor *P.W. van der Poel, H. Schiweck, T. Schwartz: Sugar Technology* (Verlag Dr. A. Bartens KG – Berlin, 1998.) c. monográfiára támaszkodunk, amely korunk színvonalának megfelelően, objektíven, széleskörű szakirodalom feldolgozásával tárgyalja a cukoripari technikákat (továbbiakban hivatkozás: *ST, fejezetszám*). Ezen belül - mivel ez a dokumentum a magyar cukoripar számára készült-, a magyar cukoripar helyzetét, az ott alkalmazott és elérhető technikákat tárgyaljuk a Cukoripari Kutató Intézet és a cukoripar szakemberei ismereteire alapozva. Megfelelő helyeken utalunk a cukoripart érintő szabványokra, jogszabályokra, stb.

## **2.1 NYERSANYAG BESZÁLLÍTÁSA**

A nyersanyag beszállítása a cukorgyárba két formában történik, közúton tehergépjárművekkel, vagy vasúton. A kétféle beszállítás aránya gyáranként változó, nagymértékben függ attól, hogy a gyártó üzem a termelő körzet mely részén helyezkedik el. Általában a közel fekvő termőterületekről közúton történik a beszállítás, míg a távolabbi területekről vasúton. Ha a termelő területek közel vannak a feldolgozó üzemhez, a szállítás történhet kizárólag közúton is. A beérkező szállítmányok mennyiségének meghatározása közúti illetve vasúti hídmérlegeken történő mérlegeléssel történik. A répa minőségét folyamatosan szállítmányonként ellenőrzik a répalaborban. A laboratóriumot segédüzemek tárgyalásánál ismertetjük a 2.6.1.1.4 pontban.

## **2.2 NYERSANYAG KEZELÉSE, TÁROLÁSA, ELŐKÉSZÍTÉSE A FELDOLGOZÁSRA**

A beérkező nyersanyagot a szállító járművekből kiürítik. Az ürítés módja függ a szállítás módjától.

### **2.2.1 A RÉPA KIÜRÍTÉSE A SZÁLLÍTÓ JÁRMŰVEKBŐL**

#### *Száraz ürítés*

A száraz ürítés önjáró, vagy helyhez kötött billentő berendezésekkel történik, melyek a tehergépjárművek oldalra, vagy hátra billentésével ürítik a gépjárműveket. A kiömlő répa egy fogadó garatba, majd egy szállítószalag rendszer segítségével közvetlenül feldolgozásra, vagy tárolásra kerül. Az önjáró berendezések meghajtása erőgéppel vagy villamos meghajtással történhet. A helyhez kötöttek minden esetben villamos meghajtásúak. Ezt a módszert csak tehergépjárművek és vontatók ürítésére használják.

### *Nedves ürítés*

A víznél kisebb fajsúlyú cukorrépát a szállító járműből erős vízszugárral az úgynevezett zárt úsztató csatornába ürítik. Az ún. Elfa berendezés a közúti, illetve vasúti jármű fölé benyúló csővezeték, aminek a végén levő forgatható fejjel a járművek minden részéből a répa erős vízszugárral kimosható. Az ürítést a berendezésre épített kezelő fülkéből irányítják. A zárt úsztató csatornarendszer kettős funkciót lát el. Egyrészt a cukorgyáron belül biztosítja a répa szállítását, másrészt fellazítja a répára tapadó szennyeződésekkel. A nedves ürítési módszer alkalmas vasúti és közúti járművek ürítésére.

## **2.2.2 A RÉPA TÁROLÁSA**

A feldolgozás folyamatosságának biztosítására a répát a cukorgyárakban betonozott, úsztató csatornákkal és szellőztető berendezéssel ellátott tároló tereken tárolják. A tároló tereket a száraz ürítő berendezések töltik fel a nyersanyaggal. A répa kitárolása a tároló terekről az úsztatócsatornába vízszugárral történik. A csatornák földalatti betoncsatornák, vagy földfeletti oszlopokon álló lemez csatornák.

A 6-8 m magas répaprizmákban a szellőztetést a prizmákba benyúló csőrendszer biztosítja, amelybe ventilátorral levegőt fűvatnak. Szellőztető rendszerre a répa minőségének megóvása miatt van szükség. A cukorrépa hosszabb tárolásánál kedvezőtlen élettani folyamatok indulnak be, ez a cukortartalom csökkenéséhez és bizonyos nemcukor összetevők mennyiségének növekedéséhez vezet. Az ún. légzési folyamatok a répa szellőztetésével szoríthatók vissza.

## **2.2.3 A RÉPA MOZGATÁSA A CUKORGYÁR TERÜLETÉN**

A cukorrépa gyáron belüli szállítása vízben történő úsztatással történik. A répa mozgatásához nagy mennyiségű vízre van szükség (**600%-800% répára**), ami a korszerű vízfelhasználás szempontjából (BAT) csak úgy valósítható meg, ha a vizet megtisztítjuk és visszaforgatjuk.

Az úsztatóvízbe kerülő répa sok szennyező anyagot tartalmaz, elsősorban a répára tapadt földet. A tapadó föld mennyisége sok tényezőtől függ, elsősorban a betakarítás módjától és az időjárástól. Gaz és levélmaradványok, a répa szállítása vagy tárolása közben felszedett kő, föld, homok is kerül az úsztatóvízbe. Ezek, és a répa sérülésekor keletkező répatörmelék növelik az úsztatóvíz szilárd szennyezőanyag tartalmát. A répából, főleg a sérült réparészekből cukor és egyéb anyagok oldódnak ki, melyek az úsztatóvíz oldott szervesanyag tartalmát növelik.

Az úsztatóvíz minőségi követelményei:

- szilárd szennyezőanyagtól mentes legyen (lebegőanyag tartalma **1,5 g/l** alatt )
- ne tartalmazzon növényi maradványokat (gaz, levél, répatörmelék)
- hőmérséklete 30 °C alatt, hogy minimális legyen a cukorkioldódás a répából
- pH: az ülepedést elősegítő anyagoktól függően széles tartományban mozoghat
  - mésszel történő beállításnál a 11 pH-nál magasabb érték a kívánatos
  - egyéb ülepedést elősegítő anyagoknál a segédanyag előírásainak megfelelően
- oldott szervesanyag tartalom: nincs előírás
- ammónia tartalom: nincs előírás

Az úsztatóvíz visszakeringtetésének feltétele, hogy a szilárd szennyezőket eltávolítsuk. Ez mechanikai tisztítással történik. Az úsztatás során alkalmazott mechanikus tisztító berendezések mind a földalatti, mind a földfeletti csatornarendszerbe beépíthetők.

Az erre szolgáló berendezések, gépek a következők:

- kőfogók
- gaz- és levélfogók

Az úsztatással mozgatott répát a feldolgozás megkezdése előtt görgős vízleválasztókon a szállító víztől elválasztják. A leválasztott vizet mechanikusan tovább tisztítják. Erre szolgáló berendezések a következők.

- törmelékfogók
- foszlányfogó
- homokfogók
- ülepitők (földmedrű kazettás, radiális)

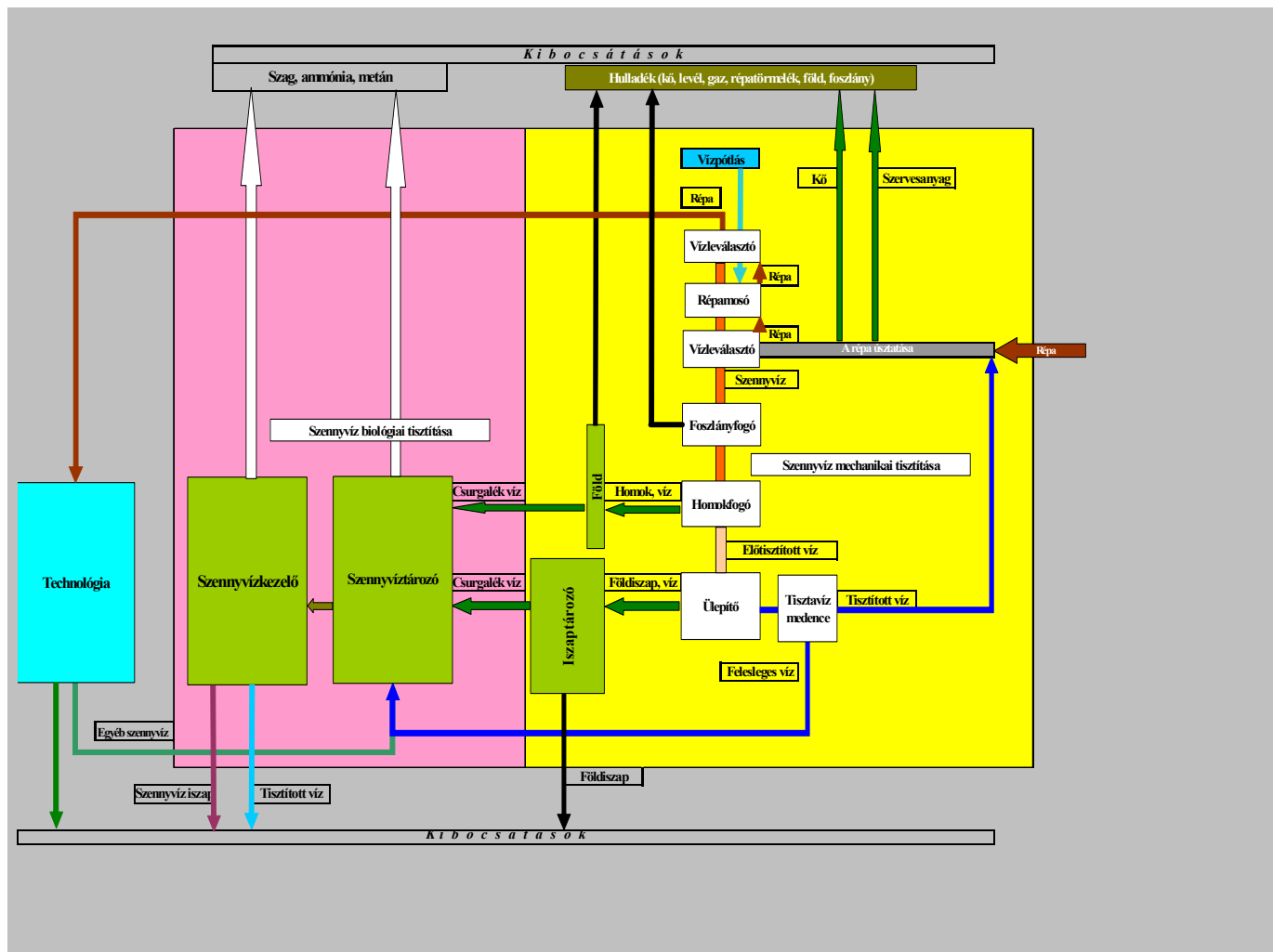
Az ülepitők tiszta vize már visszaforgatható az úsztatócsatornába.

Az úsztató körből távozó, környezetszennyezés szempontjából számba jöhető anyagok:

- kő
- homok, föld
- répatörmelék
- répalevél, gaz
- kisméretű növényi eredetű foszlányok
- ülepitőről távozó zagy

Ezekkel az anyagokkal, mint hulladékokkal a 4.4.3 (Hulladékok kezelése), illetve a távozó zaggal, a 2.6.1.4. szennyvíztisztítási fejezetben foglalkozunk.

A répa feldolgozásra történő előkészítésének folyamatát (2.2 pont) a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: A répa fogadás, gyáron belüli mozgatás, úsztatóvíz-kör és kapcsolata más vízkörökkel és a szennyvíztisztítással

A víz tisztításának folyamatát a 2.6.1.4 pontban tárgyaljuk.

### 2.2.4 A RÉPA MOSÁSA

Az úsztatóvíztől elválasztott répát mossák. A mosással eltávolítják a maradék szilárd szennyezéseket a répáról, és biztosítják a megkívánt mikrobiológiai tisztaságot. A mosás történhet frissvízzel, vagy a répából kinyert hűtött vízzel (kondenzvíz).

A répa mosására szolgálnak a répamosó berendezések. Ezek lehetnek:

- többrekeszes teknős répamosók
- vízsugaras répamosók

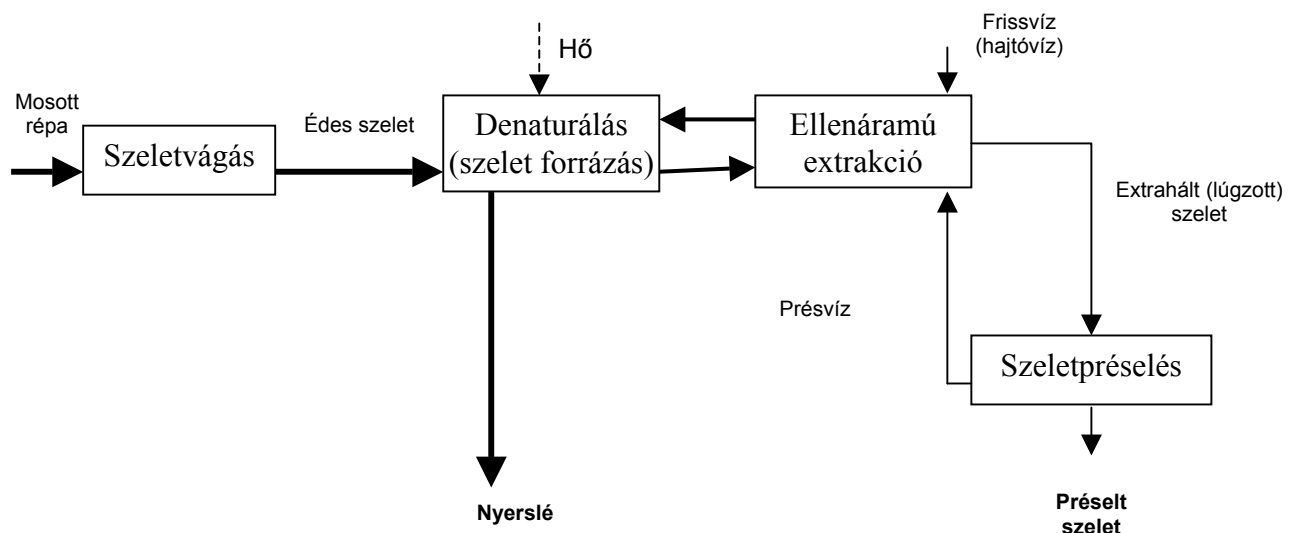
A mosás során szennyeződött víz kezelése az úsztatóvíz kezelésével együtt történik. Ezzel befejeződött a répa előkészítése, az előkészített nyersanyag feldolgozásának technológiáját a 2.3 pontban tárgyaljuk.

## 2.3 A CUKORRÉPA FELDOLGOZÁS TECHNOLÓGIAI FOLYAMATA

A mosott cukorrépa feldolgozása négy fő szakaszra bontható: cukortartalmú oldat (lé) kinyerése a répából, a lé tisztítása, bepárlása és a cukor kikristályosítása a sűrű léből.

### 2.3.1 LÉNYERÉS

A lényerés célja a szacharóz kinyerése a répából vizes oldat formájában. A lényerés során arra kell törekedni, hogy a szacharóz kinyerése a répából minél teljesebb legyen, a répából minél kevesebb egyéb anyag (cukorgyári terminológiában „nemcukor”) kerüljön a vizes oldatba, és mindez a lehető legkevesebb vízmennyiséggel és energiafelhasználással valósuljon meg. Ezt a célt leggazdaságosabban az *ellenáramú folytonos extrakcióval* lehet elérni, amelynek hatékonyabb alternatívája jelenleg nincs. A répa cukortartalma az extrakció folyamán 97,5-98,5%-ban a nyerslébe kerül. A fő folyamat még a 4. ábrán látható részfolyamatokkal egészül ki, amely vázlatosan mutatja a fő cukortartalmú anyagáram útját (vastag vonal):



4. ábra: A lényerés fő műveletei

#### 2.3.1.1 Szeletvágás

A művelet célja, hogy a répát a cukor kioldása szempontjából a legmegfelelőbb méretre és formába hozzuk. Az anyagátadás sebességét a répaszeletek mérete, és geometriája határozza meg. Az anyagátadáshoz rendelkezésre álló felületet – ami a kioldás időtartamával fordított arányban van - a répaszelet fajlagos felülete szabja meg. Emellett a szelet/lé keverék hidrodinamikai tulajdonságai is fontos szerepet játszanak a folyamatban. A szacharóz diffúzió elméleti modellje alapján a háztető formájú szeletek geometriájuk, hidrodinamikai és mechanikai tulajdonságaik miatt optimálisak. A megfelelő méret és geometria mellett a jó szeletvágás kritériuma a répasejtek sérülésének, zúzódásának elkerülése a vágás során. A sérült sejtekből és a zúzott répából a vizes

fázisba kerülő anyagok (szilárd foszlányok, sejtplazmában levő makromolekulák) csökkentik a kapott cukoroldat – *a nyerslé* - tisztaságát, növelik a kolloid tartalmat, ami megnehezíti a lé tisztítását, azaz növeli a mézsfelhasználást és romlik a tisztított lé minősége. A répa minősége mellett a kések beállítása és élessége szabja meg a szeletvágás minőségét. A tárolás során *károsodott és/vagy fagyott répa* vágáskor sérülékenyebb. A vágás után kapott édes szelet méretét és geometriáját mérőszámokkal (Szilin-szám vagy ún. szelethossz) jellemzik, a répa zúzódásának mértékét a törmelékhányaddal mérik. Ezeket a paramétereket a gyári laboratóriumban előírt gyakorisággal ellenőrzik, és összehasonlítják az előírt értékekkel. A késeket az üzemben élezik és a készeletrényt cserélik.

A mosott répát a vágógépek garatjába szállítják, amelynek aljában a vágógép helyezkedik el. Az időnkénti késtisztítás és -csere miatt tartalék vágógép szükséges a gyár folytonos működésének fenntartása érdekében. Jelenleg tárcsás-, dob-, és centrifugális vágógépeket alkalmaznak (ST 6.2.1.2 fejezet)

### 2.3.1.2 Denaturálás (szeletforrázás)

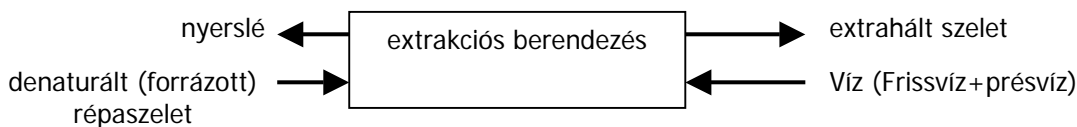
A répaszelet extrakció előtti denaturálásának (2.3.1/4 ábra) célja a sejtfal permeabilitásának biztosítása a szacharóz diffúziójához. A sejtfal nem specifikus membrán, a sejtplazmában levő, a szacharóznál kisebb (szerves és szervetlen sók, savamidok, betain, stb.) és nagyobb oldott molekulákat (oligoszaharidok, pektinek, peptidok, proteinek) is - diffúziós állandójuktól függő mértékben - többé-kevésbé átengedi. A denaturálás hő hatására megy végbe a szelet-extrakciós lé keverékben. Az optimális hőmérséklet 70-77 °C, a szükséges idő (10-20 perc) a hőmérséklettel fordított arányban van. Magasabb hőmérséklet káros, mert a sejthártya dezintegrálódik, a sejtfal pektin-poliszaharid komplex pektintartalma bomlik, a bomlástermékek a lé minőségét rontják. A szelet állaga a préselés szempontjából kedvezőtlenebb, puhább lesz, a szelet „elfő”. Alacsonyabb hőmérsékleten viszont a denaturálás ideje hosszabb, a sejtfal fehérjék nem fixálódnak a sejthártyában.

A 60-as évektől kezdődően a denaturálást a forró nyerslével végzik hőcserélőkben. A hőcserélők lehetővé teszik a nyerslé hőtartalmának hasznosítását is a répaszelet felmelegítésére, ami energiahatékonysági szempontból kedvező. A hőcserélőket az egyes extraktor típusokhoz fejlesztették ki. Szerkezetileg külön berendezések, vagy magába az extrakciós berendezésbe építik be (ST 6.2.2.2 fejezet: különböző szelet/nyerslé hőcserélők).

A nyerslé és a szelet keverék erősen habzik, ezért habzásgátló adagolásra és külön habszeparáló berendezésre van szükség. A szelet-nyerslé keverékből egy szita választja el a lehűlt nyerslevet, ami – esetenként foszlányfogón áthaladva – melegítés után az előderítőbe kerül.

### 2.3.1.3 Extrakció

Az ellenáramú extrakciós berendezésben a répaszelet és a kioldó folyadék (víz) egymással ellentétes irányban áramlik, ahogy azt az 5. *elvi* ábra szemlélteti. Az ellenáram biztosítja, hogy a diffúzió hajtóereje, azaz a szacharóz koncentráció különbsége a répaszeletekben és a folyadéokban nem csökken, hanem a berendezés minden pontján közel állandó. A cukorban egyre szegényedő szelet tiszta vízzel találkozik a szelet kilépési pontján. Ennél a módszernél ezért az extrahált (lúgzott) szeletben maradt cukor elenyésző, és a kapott *nyerslé* cukor koncentrációja megközelíti a cukorrépa sejtnedvében kezdetben fennálló cukor koncentrációt. A folyamat időtartama (tartózkodási idő) a cukorgyári extrakciónál 60-75 perc.



**5. ábra: A folytonos ellenáramú extrakció elve**

Folyamatjellemzők az extrakcióban:

**Lélelhúzás:** a nyerslé mennyisége betáplált répaszeletre vonatkoztatva tömeg- vagy térfogat százalékban. Az értéke kissé meghaladja a 100%-ot (100-115%). Túl alacsony lélelhúzásnál nő a diffúziós cukorvesztés, míg túl nagy értéknél alacsonyabb a nyerslé koncentrációja, ami a későbbiekben többlet elpárlási igényt (hőenergia) jelent.

**Extrakció pH-értéke:** az extrakciós folyamatban a pH gyengén savas (pH=5,5-6,5), ami az extrahált szelet préselhetősége (állaga) szempontjából kedvező. A savanyítás mértékét korlátozza a szacharóz savas hidrolízise, ami a pH mellett az aktuális hőmérséklettől is függ. A pH-értéket a berendezés több pontján mérik és ellenőrzik. A gyenge savasságot a hajtóvízbe adagolt sav biztosítja (hajtóvíz savanyítás). Manapság kizárólag kénsavat használnak savanyításra. A foszforsav magas ára miatt szorult ki, a kénessavat pedig a kén égetéséből adódó esetleges levegőszennyezési gondok miatt nem használják.

**Hajtóvíz (extrakcióba bevezetett friss víz) keménysége:** Az extrahált szelet állaga a préselés szempontjából kedvezőbb, ha a szeletet többértékű kationt tartalmazó vízzel extrahálják. Ezt a szerepet általában  $\text{Ca}^{++}$ -ion tölti be, amely ioncserés mechanizmussal épül be a sejtfalba. A kívánt keménységet mész vagy kalcium-só (pl. gipsz) adagolással állítják be.

**Hőmérséklet profil:** a denaturálás és az extrakció optimális hőmérséklete a berendezésben a helytől függően az 50-75 °C tartományban van, de károsodott répánál alacsonyabb is lehet.

**Mikrobiológiai állapot:** a répaszelet, a nyerslé kitűnő táptalaja a különböző mikroorganizmusoknak. A mikroorganizmusok elszaporodását és a mikrobiológiai tevékenységet azonban meg kell akadályozni, mert jelentős cukorvesztést okoz, és a mikroorganizmusok által termelt anyagcsere termékek (tejsav, ecetsav, dextrán stb.) rontják a lé minőségét, és feldolgozási nehézségeket okoznak. Az extrakció mikrobiológiai állapotát rendszeresen ellenőrzik különböző gyors vizsgálati módszerekkel. Fertőzés esetén hagyományosan formaldehidet adagolnak. De ezen kívül manapság számos más fertőtlenítőszer is forgalomban van (peroxi-vegyületek, karbamátok, stb.). Ezeket a szereket kis mennyiségben (10-500 ppm (milliomod rész) nagyságrendben) adagolják a lébe. Az extrakcióban a fertőzést elsősorban a répa szeletvágás előtti alapos mosásával lehet visszaszorítani, de esetenként a vágógépek feletti répaabunkerbe is adagolnak fertőtlenítőszerrel.

Az extrakciós berendezés típusa függ a cukorgyári kapacitásoktól, a jelenlegi, több ezer tonna/nap feldolgozású cukorgyárakban három típus terjedt el (ST 6.2.6 fejezet):

- DDS extraktor

- Torony extraktor
- RT extraktor (Magyarországon nincs ez a típus)

#### 2.3.1.4 Szeletpréselés

A répa rostos anyagait tartalmazó *extrahált (lúgzott) szeletet* a nyerslétől történő elválasztás után víztartalma csökkentése érdekében préselik. A művelet célja, hogy az extrahált szelet belsejében maradt kis cukortartalmú (1-1,5%) levét kipréselve a cukorvesztéseket csökkentsék. A szeletpréselés másik előnye, hogy az extrahált szeletből kipréselt víz – a *préslé* - extrakcióba történő visszaforgatásával mintegy 35-60%-kal *csökken az extrakcióhoz szükséges víz*. A takarékos vízfelhasználás legfontosabb feltétele a présvíz visszavezetése. A présvizet egyébként szennyvíznek kellene tekinteni, ezért a visszavezetés egyúttal biztosítja a technológia szennyvíz-mentességét is.

A préselésnél minél nagyobb szárazanyag tartalomra törekednek, aminek azonban a szelet minősége és az alkalmazott berendezések szabnak határt. A jelenleg alkalmazott *csigás présekkel* 22-33% szárazanyag tartalomra préselhető ez eredetileg 7-12 % szárazanyag-tartalmú extrahált (lúgzott) szelet. Ennél nagyobb szárazanyag tartalom – ami már a kapilláris pórusokban levő, nehezen eltávolítható vizet érinti - csak különleges, drága berendezésekkel, jóval nagyobb nyomással (50 bar) és préselési segédanyagok adagolásával lenne elérhető, ami egyelőre nem gazdaságos.

A *préselt szelet* cukoripari *melléktermék*, amelyet cukorgyár közvetlenül állati takarmányként értékesíthet, de hosszú ideig tárolható *szárított szeletet* is gyárthat melléktermékként. A szelet szárítása nem okvetlenül kapcsolódik a cukor gyártásához, ezért külön tárgyaljuk (2.6 pont). A takarmány értékét a répa rosttartalma adja. A réparost különböző sejtfalalkotó poliszaharidokat tartalmaz: cellulózt, pektineket és ún. hemicellulózokat (arabán, galaktán). Hamutartalma (2-4 % sz.a.) főleg értékes ásványi anyagokból (kalcium és magnézium) adódik. A csekély szacharóz tartalom általában tejsavvá bomlik le mire a répaszeletet takarmányozásra (elsősorban szarvasmarha) felhasználják.

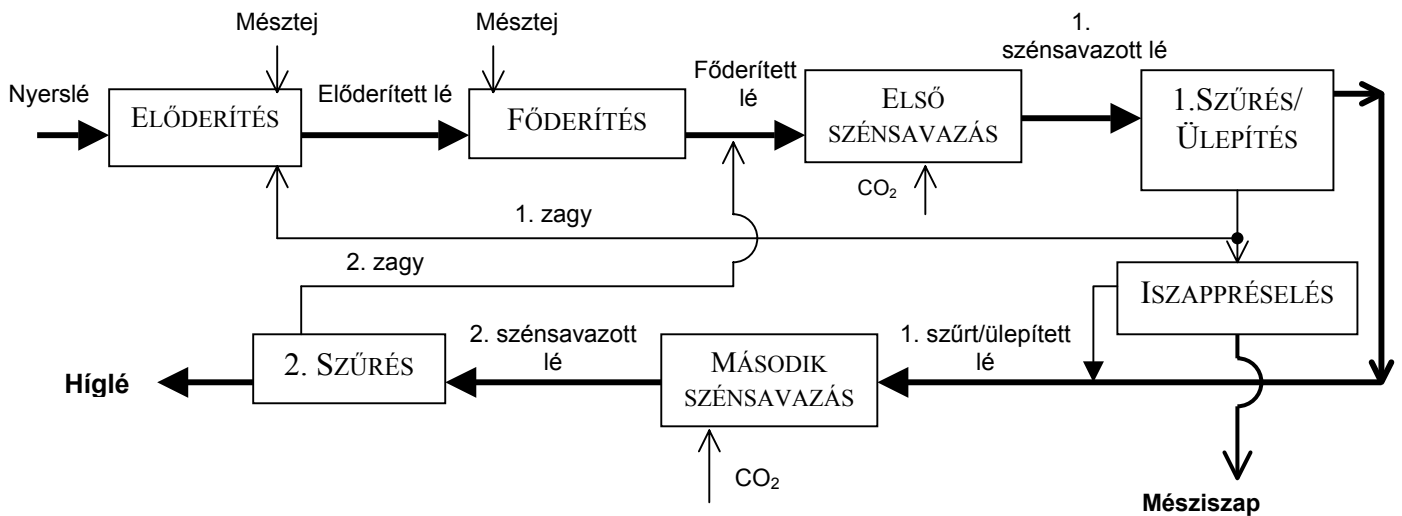
*Összességében vízbe, légtérbe, talajba történő kibocsátás a lényerési folyamatból nincs.*

A nyerslétből a szitán kifogott csekély mennyiségű finom rost (répa foszlány) hulladéknak lenne tekinthető, azonban ez az anyag összetételénél fogva a préselt szeletbe keverhető, és így azzal együtt értékesíthető.

#### 2.3.2 LÉTISZTÍTÁS

A létisztítás célja olyan lé előállítása, amelyből a bepárlás után a cukor megfelelő minőségben kristályosítható. Az extrakcióból kilépő nyerslé erre a célra alkalmatlan. A Magyarországon kizárólagosan alkalmazott klasszikus létisztítás folyamatai vázlatosan a 2.3.2/4. ábrán láthatók. A nyerslevet mésszel két lépcsőben derítik, majd két lépcsőben szénsavazzák és szűrik. A tisztított lé a híglé, amelyből a bepárlás után a cukrot kristályosítják.





6. ábra: A lésztisztítás fő folyamatlépcsői

### 2.3.2.1 Előderítés

A Magyarországon kizárólagosan alkalmazott ún. *progresszív előderítéskor* a nyerslevet fokozatosan derítik 200-240 g CaO/l koncentrációjú mésztejjel, melynek mennyisége összesen 0,20-0,35% CaO/répa. A mésztej hatására a nyerslé pH-ja a 6 körüli értékről fokozatosan növekszik 10-11 pH-ra. A töltéssel bíró makromolekulák (pektinek, arabánok, galaktánok, proteinek és melaninek) izoelektromos pontjukon flokkulálnak, azaz mikroszkopikus méretű aggregátumokat, kolloidokat képeznek. A flokkulációs folyamatok optimális kivitelezése döntő hatással van az 1.szénsavazási csapadék szűrhetőségére, ami a gyár működése és a lésztisztítás hatékonysága szempontjából alapvető fontosságú.

A legjobb flokkuláció érdekében a pH és a lúgosság (alkalitás) közel egyenletes növekedését kell biztosítani az előderítés közben. A flokkulációs folyamatok sebessége a hőmérséklet függvénye. Az előderítés 30-75 °C tartományban végezhető. 30 °C-on kb. 70 perc, 60 °C-on kb. 40 perc az optimális tartózkodási idő az előderítő reaktorban (ST 9.1.7. fejezet, 9/8 ábra).

Az előderítőbe az első és esetenként a második szénsavazásban keletkező iszapot is adagolnak (*zagy recirkuláció*), amely fő tömegében CaCO<sub>3</sub>. A finom CaCO<sub>3</sub> szemcséken megtapadnak a flokkulálódó molekulák, adszorbeálódnak a színyanyagok. Ezáltal a kicsapódó szennyezések könnyebben szűrhető, nagyobb szemcseméretű csapadékot képeznek a szénsavazáskor. A szűrési segédanyagként funkcionáló iszap tehát csökkenti a szükséges mésztej mennyiséget, amelynek alsó határa a kívánt kémiai hatás kifejtése (pH és alkalitás növekedése).

A folytonos progresszív előderítő reaktorok függőleges vagy vízszintes kiépítésűek lehetnek (ST 9.3.1.1 fejezet). Közös bennük, hogy a nyerslé belépőhelyével ellentétes oldalon adagolják be a mésztejet, amelyet beépített visszakeverő (irányító) szerkezetek, lapátok a nyerslé áramlásával ellentétes irányba terelnek, ezáltal biztosítják a pH és alkalitás progresszív növekedését a nyerslé előrehaladása közben. A visszakeringtetett szénsavazási zagyot a reaktor középtáján adagolják be.

A magyarországi gyárakban a kamrákra osztott U-alakú kádhoz hasonló, vízszintes, *Brieghel-Müller* típusú előderítő (ST 9.3.1.1 fejezet, 9/30 ábra) a legelterjedtebb.  
*Vízbe, légtérbe, talajba történő kibocsátás az előderítési folyamatból nincs.*

### 2.3.2.2 Föderítés

Ebben a lépcsőben további mésztejet (0,6-1,4% CaO/répa) adagolnak a felmelegített (85-90 °C) lébe. A lé pH-ja 12,0-12,5-re emelkedik, a mész a cukorral sókat (szaharátokat) képez. Az előderítéssel szemben, amikor elsősorban fizikai folyamatok mennek végbe, a föderítés célja kémiai reakciók lefolytatása:

- Invertcukor (glükóz, fruktóz) elbontása: magas hőmérsékleten és lúgos közegben a szacharózt kísérő monoszaharidok elsősorban savakká ( $\beta$ -dehidroxisavak), kisebb részben színanyagokká (melanoidin) bomlanak le. Ha az invertcukrot nem bontanák el a létisztításban, az a bepárlásnál bomlana le, ahol ez a reakció erős színeződést és savasodást okozna.
- Szerves savamidok (elsősorban glutaminsav) részleges elszappanosítása (hidrolízise): ez a reakció is hozzájárul az optimális pH biztosításához a további lépcsőkben.
- Rosszul oldódó Ca-sók kicsapása: szulfát, foszfát, citrát, oxalát. Ezeket a sókat majd 1. szűrésnél (ld. később) eltávolítjuk a léből.

Az invertcukor és savamidok elbontásának elsődleges célja a további lépcsőkben a lé stabil, gyengén lúgos (7,5-9,3) pH értéken történő tartása. Ebben a pH tartományban stabil a szacharóz molekula. Mind savas, mind erősebben lúgos közegben különböző átalakulások, bomlások mennének végbe, ami cukorvesztéshez vezetne.

A föderítő reaktor méretezésénél az invertcukor bomlásához szükséges tartózkodási időt kell biztosítani, ami a pH-tól és hőmérséklettől függően 3-10 perc. Az amidok részleges elszappanosításához hosszabb idő szükséges, ezért általában ennél nagyobb, 15-20 perces átlagos tartózkodási időt szoktak biztosítani. Mivel a túl kicsi és túl nagy tartózkodási idő is káros hatással van a lé minőségére, lehetőleg az ún. dugószerű áramlásra kell törekedni a reaktor kialakításánál. Ez leginkább az ún. „cső a csőben” típusú reaktorokban valósul meg, pl. *Putsch* föderítő (ST 9.3.1.2 fejezet, 9/36 ábra)

*Vízbe, légtérbe, talajba történő kibocsátás a föderítési folyamatból nincs.*

### 2.3.2.3 Első szénsavazás és első szűrés

Az 1. szénsavazás és szűrés célja a mésszel derített lében levő szennyeződések – nemcukrok - (kolloidok, színanyagok, rosszul oldódó kalcium-sók) jól szűrhető, durva szemcsés csapadékba történő átvitele és eltávolítása a csapadék szűrésével a fő anyagáramból.

Az 1. szénsavazás során a forró föderített lébe a mészkemencéből kilépő 33-40% CO<sub>2</sub>-t tartalmazó *szénsavazó gázt* vezetnek, aminek hatására a Ca(OH)<sub>2</sub>-tartalmú léből CaCO<sub>3</sub> válik ki. A szénsavazást addig folytatják, amíg a lé pH-ja kb. 11-re csökken. A képződő csapadék adszorbeálja és magába zárja a szennyeződések, a flokkulálódott kolloidokat, oldhatatlan színanyagokat, melyek így a kolloid állapotból a jól szűrhető, nagyobb szemcseméretű CaCO<sub>3</sub> csapadékba kerülnek. Az adszorpciós folyamat 11 pH körül a leghatékonyabb.

A csapadék szűrésével eltávolítják a szennyezőket (színanyagokat, pektint, rosszul oldódó kalcium-sókat (szulfát, foszfát, citrát, oxalát)). A visszamaradó *1.szűrt lé* átlátszóan tiszta, sárga oldat, ami még ki nem csapott Ca(OH)<sub>2</sub>-t tartalmaz. A meszes-szénsavas létisztítási módszerrel a

répából eredő, és a lé tisztaságát csökkentő oldható nemicukrok 30-35%-át lehetséges eltávolítani, és ezen felül a vízben oldhatatlan kolloid természetű anyagok jelentős (40-60%) része is távozik a csapadékkal.

A szénsavazó reaktoroknak sokféle típusa van (ST 9.3.2.1 fejezet). A gáz és az iszapos folyadék közötti intenzív érintkezést a bevezetett gáz finom eloszlata biztosítja, aminek célja a CO<sub>2</sub> lehető legtökéletesebb elnyelése a lében. Magyarországon leggyakrabban a *természetes belső cirkulációs* berendezéseket alkalmazzák (ST 9.3.2.1 fejezet, 9/37. ábra). A reaktor méretezésénél kb. 10-15 perces átlagos tartózkodási időt kell biztosítani. A megelőző létisztítási lépések helyes kivitelezése, az optimális paraméterek betartása alapvető fontosságú a csapadék szűrhetősége szempontjából.

A 1. szénsavazóból kilépő *1. szénsavazott léből* a csapadék elválasztására különböző ülepitési és szűrési technikákat, illetve ezek kombinációját alkalmazzák (ST 9.3.3.1-9.3.3.7 fejezet). Bármilyen is a berendezés, a cél az, hogy a csapadékot minél tökéletesebben válasszák el a létől, gyakorlatilag cukormentes legyen, minél magasabb szárazanyag tartalom mellett. A csapadék elválasztása két lépcsőben történik. Először az 1. szűrőállomáson vagy ülepitőben az iszapos levet tiszta fázisra és viszonylag híg, kis szilárdanyag tartalmú (kb. 20%) zagyra (1. zagy) választják el. A zagy egy részét visszakeringtetik az előderítőbe, másik része az iszapprésekre kerül, ahol 60-75% szárazanyag tartalomra sűrítik be. Az iszapot a lé kipréselése előtt vizes mosással „leédesítik”, és a cukortartalmú levet visszaviszik a fő anyagáramba. Az 1. iszap jó elválasztása a lé tisztasága, további feldolgozása, és a gyár folyamatos működése szempontjából alapvető fontosságú.

Az iszappréseket elhagyó 60-75% szárazanyag tartalmú, kb. 75 % sz.a. CaCO<sub>3</sub>-ot és a répából származó szerves és szervesetlen anyagokat tartalmazó szilárd anyag a *mésziszap*, amelyet a cukorgyár *talajjavító melléktermékként* értékesíthet. A mésziszap mennyisége szárazanyagban kifejezve 3-4 % répara. A mennyiség és összetétel elsősorban a létisztításban felhasznált mész mennyiségétől függ, de a répa minősége és a létisztítási paraméterek is erősen befolyásolják. A mésziszap komponenseivel és felhasználásával a 4.1.2.2.3 fejezetben foglalkozunk részletesebben.

#### 2.3.2.4 Második szénsavazás és szűrés

A 2. szénsavazás célja az 1. szénsavazás után kapott lében levő Ca<sup>++</sup>-ionok minél tökéletesebb kicsapása CaCO<sub>3</sub> formájában. A Ca<sup>++</sup>-ionok a bizonyos, a lében előforduló anionokkal (karbonát, oxalát, citrát, foszfát, stb.) rosszul oldódó sókat képeznek, amelyek koncentrációja a bepárlás során oldhatóságuk fölé nő. A kiváló sók a bepárló csöveken lerakódásokat képeznek, rontják a hőátadást. Energiagazdálkodási szempontból ezért alapvető fontosságú a Ca<sup>++</sup>-ionok koncentrációjának a csökkentése, aminek alsó lehetséges határát a CaCO<sub>3</sub> oldhatósága szabja meg a cukorgyári lében. Mivel a CaCO<sub>3</sub> oldhatósága – itt nem részletezett okok miatt – a lében magasabb, mint a tiszta vízben, a 2. szénsavazásban kialakult Ca<sup>++</sup> koncentráció még mindig túl magas. A Ca<sup>++</sup>-ion koncentráció csökkenthető, ha a második szénsavazás előtt lúgot (NaOH) vagy szódát (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) adagolnak a lébe, mert a lúg és szóda hatására további CaCO<sub>3</sub> válik ki. A lé maradék keménysége a 2. szénsavazás után kationcserével tetszőleges mértékben csökkenthető (2.3.2.5 pont).

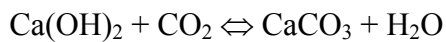
A 2. szénsavazást egyszerű, gázelosztóval ellátott berendezésben végzik 90-95 °C-on, amelyben kb. 10 perc tartózkodási időt biztosítanak. Mivel ez az idő nem elegendő a kémiai egyensúly beállításához, a szénsavazott levet egy keverővel ellátott utóreaktorba, „pihentető tartályba” vezetik. A jól szűrhető, gyakorlatilag tiszta CaCO<sub>3</sub>-ot tartalmazó csapadékot finom pórusú szűrőn szűrik a több szűrőt magába foglaló szűrőállomáson. A kiszűrt csapadékot visszavezetik az 1. szénsavazás elé, ami így végeredményben szintén a mésziszapba kerülve távozik a rendszerből.

A 2. szénsavazás után kapott szűrt lé a *híglé*, amely a lé tisztítási folyamatok „végterméke”. A híglé szárazanyag tartalma 14-20%, tisztasága 88-94 %, átlátszó, sárga színű, kb. 9 pH-s oldat.

*Kibocsátások a levegőbe az 1. és 2. szénsavazási folyamatokból:*

- Szén-dioxid

A szénsavazásba bevezetett szén-dioxid az 1. szénsavazásnál kb. 90%-ban, a 2. szénsavazásban, ahol a pH alacsonyabb, kb. 70%-ban nyelődik el:



A lé tisztítás során a lébe adagolt meszet közel 100%-ban kicsapjuk, a kémiai reakcióegyenlet azt is kifejezi, hogy a mészkemence kibocsátása szempontjából a felhasznált mészsavval egyenértékű szén-dioxid nem jut a levegőbe, mert az ismét mészkővé alakul és szilárd formában a mészsavval távozik a gyártási folyamatból. Ezért a cukorgyári mészkemencék szén-dioxid kibocsátása lényegesen kisebb, mint a nem cukorgyárban működő mészkemencéké, ahol a szén-dioxidot nem hasznosítják. A cukorgyári mészkemencéből csak a feleslegben keletkezett – első közelítésben a tehát a tüzelőanyagból – szén-dioxid kerül a levegőbe.

- Szén-monoxid

A mészkemence nem optimális működésekor keletkezett szén-monoxid a nyitott szénsavazó berendezésekből a levegőbe jut, mert nem nyelődik el a lében. A szén-monoxid kibocsátást a cukorgyár ellenőrzi. A mészkemence működését optimalni kell.

- Ammónia

A répából származó savamidok elszappanosításakor (hidrolízisekor) keletkező ammónium-sókból (elsősorban glutaminsavas ammónia) az erősen lúgos közegben az ammónia részben kiszabadul. Az ammónia elsősorban a szénsavazáskor távozik, ahol az áramló gáz kihajtja az ammóniát.

A fentiek szerint tehát a szénsavazó berendezésekből ammóniát és szén-dioxidot, esetenként szén-monoxidot tartalmazó, meleg, vízgőzzel telített gázkeverék távozik.

Az ammónia tartalom miatt szagkibocsátással kell számolni.

A szénsavazóból távozó gáz kezelését, a kibocsátások csökkentését a 4.2.2.2 pontban ismertetjük.

### **2.3.2.5 Híglé lágyítása ioncserével**

A híglében a 2. szénsavazás után maradt  $\text{Ca}^{++}$ -ionok eltávolítása kationcserélő gyantákkal lehetséges, amelyekkel a  $\text{Ca}^{++}$  (és  $\text{Mg}^{++}$ )-ionokat alkáli-ionokra és kisebb mértékben hidrogén-ionokra cserélik ki. Híglé lágyító jelenleg nem üzemel magyar cukorgyárban. Az utóbbi években javult a répa minősége, ezért a híglé  $\text{Ca}^{++}$ -tartalma is csökkent. Különösen a rövid kampány miatt a bepárlók elrakódása kisebb gondot okozott. Ez azonban a jövőben változhat és egy-egy gyár a körülményektől függően mérlegelheti ennek a lépcsőnek a beiktatását. E helyen eltekintünk a többféle híglé lágyítási módszer ismertetésétől. Azt a 4 módszert soroljuk csak fel, amelyek nem termelnek szennyvizet:

- Gryllus módszer
- NRS módszer
- RDN módszer
- Karboxil-gyantás módszer (korlátozottan szennyvízmentes).

Ezek az eljárások működés közben a környezetet nem terhelik. Minden ioncserés technológiára érvényes, hogy a már nem használható (elporlott, inaktiválódott) műgyantát szerves szintetikus hulladéknak kell tekinteni. A műgyanták több évig használhatók.

### 2.3.3 BEPÁRLÁS

A bepárlás célja a 65-75% szárazanyag tartalmú, cukorra közel telített koncentrációjú lé előállítása a víz elpárlásával. A besűrítést *többfokozatú, egyenáramú, páraelvételes bepárló rendszerben* végzik.

A *több fokozatú bepárlás* hőenergia igénye töredéke az egy fokozatban történő bepárlásénak, mert az első fokozatban képződő párát a második fokozat fűtésére használják, ott az kondenzálódik, és így tovább az utolsó fokozatig. Minél több fokozat van, annál jobb az első fokozatba bevitt gőz entalpiájának kihasználása. A cukorgyárak általában 5 fokozatú bepárló rendszert használnak, amelynek további növelése már technikailag komoly nehézségekbe ütközne, mert a hőátadáshoz szükséges hőmérséklet-különbség nem biztosítható a hőátadó felületeken. A cukorgyári bepárláskor a villamos energiát termelő ellennyomású turbinát elhagyó, még magas energiatartalmú gőzzel (3-3,5 bar, 130-140 °C) fűtik az 1. fokozatot. A 2. 3. és 4. fokozatokban keletkezett párát nemcsak a következő bepárlófokozat fűtésére használják, hanem megosztják, és a kristályosítás és a lémelegítők hőenergia-igényét is innen elégítik ki (*páraelvétel*). A lé és a gőz a cukorgyári bepárló rendszerben *egyenáramban* halad, vagyis az első fokozatba vezetik be a fűtőgőzt és a híglevet. Ez a módszer a lé színeződése szempontjából kedvezőbb, mert a színeződésre hajlamosabb koncentráltabb levét a későbbi fokozatokban alacsonyabb hőmérsékleten párolják be, amikor a színeképződés kevesebb. A gőz entalpiája (nyomása és hőmérséklete) fokozatonként csökken. Az utolsó bepárló test páraterének nyomása már atmoszférikus nyomás alatt van.

A bepárlás legfontosabb paraméterei:

- hőmérséklet (85 °C-130 °C)
- lé pH-értéke (7,8-9,0).
- a kilépő sűrűlé szárazanyag tartalma (65-73 %)

Olyan körülményeket kell biztosítani, hogy a bepárló testekben a lé tartózkodási ideje a lehető legrövidebb legyen. Adott híg lé minőségénél ezek a paraméterek határozzák meg a lé cukorbomlásból eredő színeződését a bepárlási folyamatban, amit lehetőleg minimalizálni kell a cukor színminőségének biztosítása és a veszteségek érdekében.

A bepárlás különböző berendezéseit ld. ST. 11. 4.2-11.4.5 fejezetben.

A fő berendezés típusok:

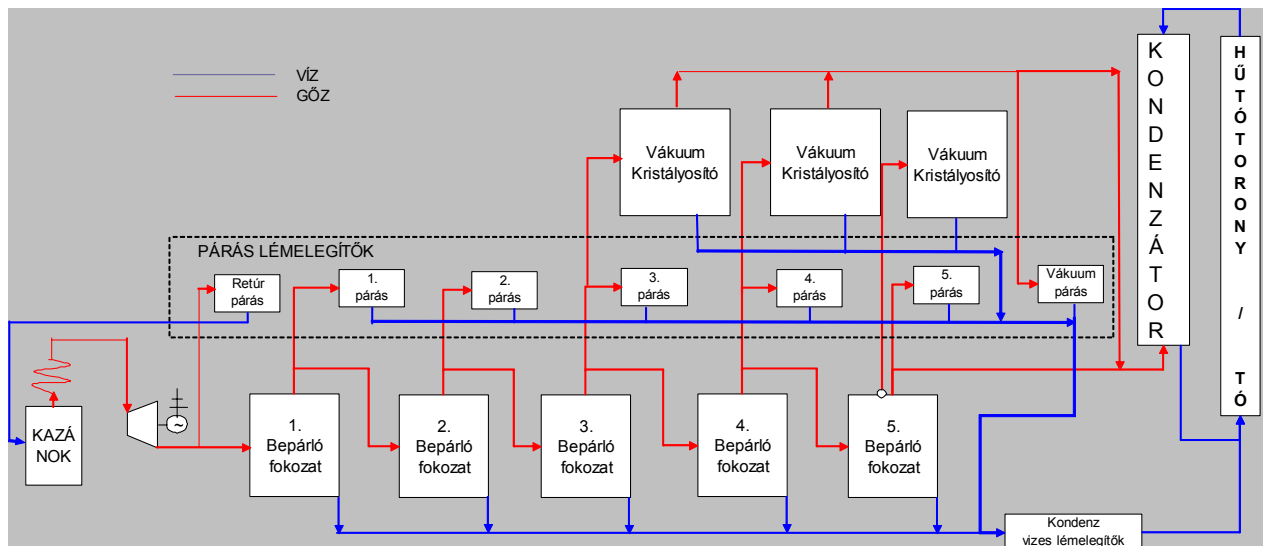
- természetes cirkulációjú csököteges bepárlók
- egyszeri átömlésű kúszóáramú csököteges bepárlók
- esőáramú bepárlók (csököteges vagy lemezes)

A korszerű cukorgyári bepárló rendszereknél a bepárló gyakorlatilag nem jelentkezik gőzfogyasztóként, hanem csak gőzelosztóként és egyidejűleg sűrítőként. Ebből következik, hogy a bepárló első fokozatába annyi és csak annyi gőzt vezetnek be, amennyi a különböző technológiai gőzfogyasztók ellátásához szükséges. A megfelelő elpárlást az egyes páraelvételek alacsonyabb

nyomásfokozatból történő elvételével biztosítják, ami természetesen a bepárló és a hőfogyasztók fűtőfelületeinek megnövelését igényli.

A fentiekből következik, hogy a cukorgyári hőenergia felhasználás csökkentésének módja a technológiai hőfogyasztó berendezések hőigényének csökkentése, illetve azok hulladékhővel történő kielégítése (recirkuláció). Korszerű cukorgyárakban legalább 70-72 °C hőmérsékletig csak hulladékhővel történik lémelegítés és a cukorgyárt 60 °C-nál magasabb hőmérsékletű hőhordozó közeg (kondenzvíz, pára) nem hagyja el. A cukorgyár elvi hősémáját az elmondottak szerint a 7. ábrán ábrázoltuk.

A vákuumkristályosítókban kilépő alacsony nyomású pára (telítési hőmérséklete kb. 58 °C) egy része a cukorgyárban már nem hasznosítható. Ezt a páramennyiséget keverőkondenzátorba vezetik, ahol a beadott hűtővíz ezt a párákat lekondenzálja. A kondenzátorban felmelegedett hűtővizet hűtőtoronyban és/vagy hűtőtóban hűtik vissza, de egyes gyárakban alkalmazzák a „nyitott” hűtővíz kört is, ahol a hűtővizet közvetlenül a vízfolyásból veszik és a felmelegedett hűtővizet ugyanoda vezetik vissza. Ez utóbbit csak nagy folyóvizek esetén alkalmazzák.



7. ábra: A cukorgyár hőrendszerének elvi ábrája

### 2.3.4 KRISTÁLYOSÍTÁS

A közel telített sűrűlé kristályosítására az ún. *elpárlásos kristályosítást* alkalmazza a cukoripar, bizonyos technológiai lépcsőkben *hűtőkristályosítással* kiegészítve. A két módszer közötti elvi különbség az, hogy a kristályosításhoz szükséges tútelített állapotot az első esetben a víz elpárlásával, a másodikban az oldat hűtésével érik el/tartják fenn (a szacharóz oldhatósága a hőmérséklettel csökken).

Megfelelő minőségű, egyenletes szemcseméret eloszlású kristályokat csak akkor lehet nyerni, ha a folyamatot irányítják, kézben tartják. A kismértékben tútelített oldatot külön erre a célra készített, apró, de egyenletes szemcsenagyságú cukorkristályokat tartalmazó szuszpenzióval (slurry) oltják be, ezek mérete növekszik a kristályosítás folyamán. Az állandó tútelítettséget a folyamatos elpárlás biztosítja. Nagymértékben tútelített oldatban spontán kristályosodás indulhat be, ekkor apró szemű kristályok (por) keletkeznek, ami rontja a minőséget és a kihozatalt. A tútelítettség értékére általában az oldat szárazanyag tartalmát mérő on-line beépített érzékelő jeléből következtet a folyamatszabályozási rendszer, amely irányítja a kristályosítási folyamatot. A kristálytartalom növekedésével a *pép* (anyaszörp és kristály keveréke) mechanikai mozgathatósága egyre nehezebbé válik, ezért egy lépcsőben maximálisan kb. 50% kristálytartalom érhető el.

Az *anyaszörpöt* ezután *centrifugákon* választják el a kristályoktól, és további kristályosításnak vetik alá. Ezt a művelet még kétszer ismétlik (három lépcsős kristályosítás), miközben az anyaszörp egyre dúsul a szacharózt kísérő szennyező vegyületekben (nemcukrok). Ezért a második és harmadik/utolsó kristályosítási lépcsőben a cukor egyre több szennyeződéssel kristályosodik ki (nyerscukor). A nyerscukrokat feloldják (általában sűrűlében és/vagy vízben oldják), és ismételt kristályosításnak (átkristályosításnak) vetik alá úgy, hogy visszacirkuláltatják az első lépcsőbe.

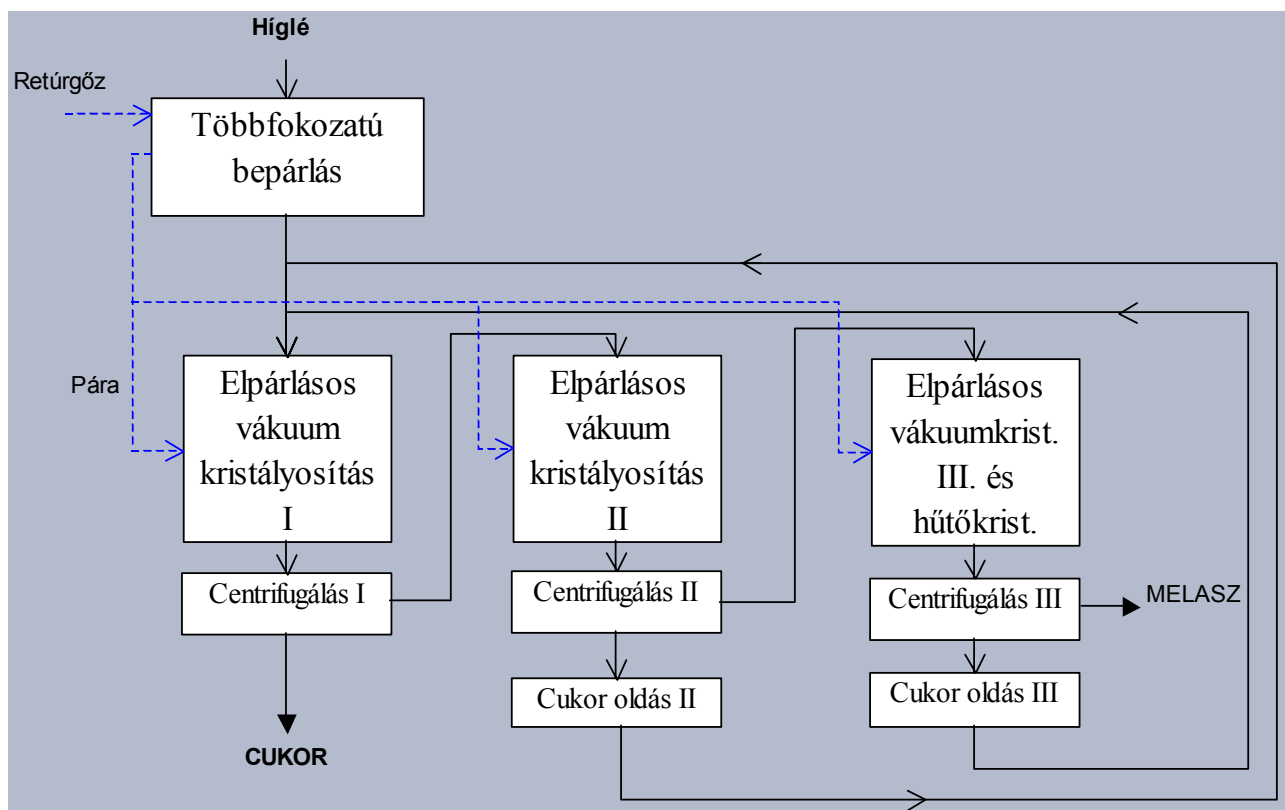
Az utolsó kristályosítás anyaszörpjében a szacharóz 55-62%-ot, a „nemcukrok” 38-45%-ot képviselnek (összes szárazanyagra vonatkoztatva). Az oldott (répából származó) sók növelik a szacharóz oldhatóságát, a tútelített állapot egyre nagyobb szárazanyag tartalom mellett érhető el. Ez utóbbi olyan mértékben növeli a viszkozitást, hogy további kristályosítás technikailag nehézségekbe ütközik és gazdaságosan nem valósítható meg.

A 3. kristályosítási lépcső anyaszörpje a *melasz*, amely a cukorgyártás legfontosabb *mellékterméke*. A melasz 80-85% szárazanyagtartalmú, kb. 50% cukortartalmú sötétbarna, szobahőmérsékleten nagyon nehezen, vagy egyáltalán nem folyó folyadék. A cukoripar a melaszt elsősorban az erjedésiparban (főleg szeszipar) értékesíti, de takarmányok készítésére is alkalmazhatják.

Az első lépcsőben kapott cukor a *fehércukor*, amely szárítás, minősítés, csomagolás/tárolás után maga a főtermék. Bizonyos esetekben – pl. különlegesen magas minőségű cukor gyártásához – a második kristályosításban kapott, ún. *középtermék* cukrot külön kezelik: feloldják, szűrik, és külön berendezésben átkristályosítják (*finomítás, finomítvány gyártás*).

Bármilyen kristályosítási lépcsőből származik is a cukor, egységes követelmény rendszer szerint minősítik a *Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/111* sz., egyes cukortermékekre vonatkozó előírása szerint, amely tartalmilag megegyezik az Európai Unió minőségi előírásokkal.

A sűrűléből történő kristályosítás elmondottak szerinti elvét a 8. ábra mutatja.



**8. ábra: A három lépcsős cukor kristályosítás fő anyagáramainak illusztrálása**

A kristályosításban a különböző szörpök, cukoroldatok anyagáramainak tervezése, *optimalása* elsődleges feladat ahhoz, hogy a kívánt cukorminőséget biztosítani tudják a lehető legkisebb ráfordítás (hő- és villamosenergia) és a lehető legkisebb mennyiségű melasz-cukor gyártás mellett. Az optimalás számítógépes sématervező- és szimuláló programokkal történik.

Egy-egy kristályosító állomás 3 fő berendezést tartalmaz:

- elpárlásos kristályosító berendezés (régőbbi szóval: cukorfőző készülék)
- kavará
- centrifuga
- hűtőkristályosító

A *kristályosítók* szakaszos vagy folytonos üzemű berendezések. A *szakaszos elpárlásos kristályosítók* csököteges fűtéssel, kavarával és különböző szerelvényekkel ellátott, hengeres edények (ST 12.5.1.2 fejezet). A forralás vákuum alatt történik, így alacsonyabb hőmérsékleten forr a cukoroldat (60-80 °C), mint atmoszférikus nyomáson. Ez a működési mód teszi lehetővé, hogy a bepárlás hátsó fokozatainak páráival fűthetők a kristályosítók, ami a hőenergia hasznosítása szempontjából igen kedvező. Ezen kívül az alacsonyabb hőmérséklet a káros bomlásreakcióknak és színképződésnek is határt szab. A magyar cukoriparban a szakaszos berendezések a legelterjedtebbek. Több szakaszos kristályosító képez egy állomást, melyek időeltolásokkal működtetése biztosítja a folyamatos feldolgozást.



A folytonos kristályosítók bonyolultabb (ST 12.5.1.3.1, fejezet), álló vagy fekvő elrendezésű, kamrákra osztott, nagy berendezések, melyekben a kristálytartalom fokozatosan növekszik a sorba (kaszkádba) kapcsolt kamrákban. Magyarországon álló, 4-kamrás, függőleges berendezésre (VKT) van példa.

*Hűtőkristályosító* az utolsó kristályosító állomáson minden esetben van, ahol az elpárlásos vákuumkristályosító után egy fekvő, kavarával és hűtő csőkígyóval ellátott berendezésben (utótermék hűtőkavará) a pépet hűtéssel tovább kristályosítják (kb. 40 °C-ig), a célból, hogy a melaszba kerülő cukormennyiség a lehető legkevesebb legyen. Esetenként hűtőkristályosítót a 2. kristályosításban is alkalmaznak.

A *kavarák* – melyek általában folyamatos működésű, fekvő, kavarával ellátott nyitott tartályok - szerepe, hogy a szakaszos kristályosítóból leengedett pépet a centrifugálás előtt befogadják, egyenletes minőségben tárolják. A természetes hűlés hatására további kristályosodás is végbemegy a kavarákban.

A *centrifugák* szakaszos vagy folytonos működésű, nagy teljesítményű, villanymotorral hajtott álló forgó dobos, alul kónikus berendezések (ST 13. fejezet). Több centrifuga tartozik egy-egy kristályosító lépcsőhöz a folytonosság biztosítása érdekében. A centrifugákon történik az anyaszörp lecentrifugálása után a kristályok mosása is (tapadó szörp eltávolítása vizes mosással), vagy a nyerscukrok feloldása (oldócentrifuga). A centrifugák helyes működtetésére nagy gondot kell fordítani a cukor és a sűrű szörp lehető legtökéletesebb elválasztása érdekében. Az anyaszörpöt a következő kristályosító állomásra viszik, míg a mosáskor kapott világosabb szörpöket általában ugyanarra az állomásra cirkuláltatják vissza a cukor kinyerése végett.

A centrifugákról lejövő cukor, a cukorgyártás *főterméke*, szállítózsalagra kerül.

A kristályosításban keletkező alacsonyabb hőmérsékletű (60 °C) *párák* entalpiáját a lényerésben és a létisztításban alacsonyabb hőmérsékletű levek melegítésére hasznosítják.

## **2.4 KÉSZ- ÉS MELLÉKTERMÉKEK KEZELÉSE, TÁROLÁSA, CSOMAGOLÁSA, KISZÁLLÍTÁSA**

A technológiai folyamatból a következő termékek kerülnek ki.

Fő termékek:

- kristálycukor (különböző minőségi kategóriák)
- kristálycukor tovább feldolgozott formái
  - porcukor
  - kockacukor
  - stb.

Melléktermékek:

- préselt szelet
- szárított szelet, pellet
- melasz
- mézsiszap

### **2.4.1 FŐ TERMÉKEK**

A cukorgyárak döntő mennyiségben kristálycukrot állítanak elő, porcukor, kockacukor mennyisége igénytől függően néhány %. A kristálycukor alapvető élelmiszer és édesítőszer. Közvetlen fogyasztásra különböző súlyú zacskós kiszerezésben kerül forgalomba. A gyártott cukor jelentős részét az élelmiszeriparban és üdítőiparban értékesíti a cukoripar.

#### **2.4.1.1 Kristálycukor kezelése**

- szárítás, hűtés
- raktározás
- kiszerezés
- kiszállítás

##### *2.4.1.1.1 Kristálycukor szárítása, hűtése*

A centrifugákról lekerülő cukor nedves és meleg, ebben a formában nem raktározható, mert összetapad, csomósodik és keményedik. A cukor tárolás előtti kondicionálása szárítással és hűtéssel történik. A cukor szárítás közben porzik. A cukorpor levegőbe kerülésének megakadályozása céljából a fő berendezések porleválasztókkal vannak kiegészítve.

Szárító, hűtő berendezések és azok kiegészítői:

- különböző típusú berendezések (dob, fluidágyas, stb.)
- osztályozó berendezések
- porleválasztó ciklonok
- tömlős porszűrők
- nedves porleválasztók
- szállító szalagok

A leválasztott cukorport feloldják, az oldat visszakerül a technológiába.

#### 2.4.1.1.2 Raktározás

A kristálycukrot ömlesztett formában silókban tárolják, a különböző zsákos és csomagolt cukor tárolása pedig raktárakban történik.

- ömlesztve silókban
- 50 kg-os zsákokba csomagolva, máglyába rakva
- „big-bag” 1000 kg-os egységekben
- raklapos gyűjtőcsomagolás, fóliázva

#### 2.4.1.1.3 Kiszerezés

- 1 és 2 kg-os fogyasztói csomagolás
- 3 gr-os kisegységű csomagolás
- 20 kg-os egységcsomagolás
- raklapos gyűjtő csomagolás, fóliázva
- átmeneti tárolás

#### 2.4.1.2 Porcukor gyártás

Porcukrot a kristálycukor őrlésével állítják elő. Őrléskor jelentős mennyiségű cukorpor képződik, ezért az őrlő berendezéseket szintén porleválasztó kiegészítő berendezésekkel látják el. Az őrlés folyamata és berendezései:

- kalapácsos őrlőmalom
- porleválasztó ciklon
- tömlős porszűrők
- nedves porleválasztók
- ½, és 1 kg-os fogyasztói csomagolás
- 20 kg-os egységcsomagolás
- raklapos gyűjtőcsomagolás fóliázva
- 20 kg-os kiszerezés ipari fogyasztóknak
- átmeneti tárolás

#### 2.4.1.3 Kockacukor gyártás

Gyártási folyamata:

- finomkristály nedvesítése
- nedves cukor formába préselése
- szárítás
- csomagolás
- átmeneti tárolás
- elszívó, és porleválasztó berendezések

#### 2.4.1.4 Termékek kiszállítása

A kiszállítás formái:

- egységgrakományok a megrendelő, vagy szállító vállalatok tehergépjárműveivel

- nagy ipari fogyasztókhoz ömlesztve, tartálykocsikban

## 2.4.2 MELLÉKTERMÉKEK

### 2.4.2.1 Préselt szelet

Az extrakcióból kilépő répaszeletet víztartalmának csökkentése és a présvíz extrakcióba történő visszaforgatása érdekében préselik (2.3.1.4 pont). Az így elérhető szárazanyag tartalom 22-33%. A préselt szelet poliszaharidokat (cellulóz, pektin, arabán, galaktán) és értékes ásványi anyagokat (Ca, Mg) tartalmazó állati takarmány, elsősorban szarvasmarha etetésére használják. A gyártott préselt szeletet tehergépjárművekkel vagy vasúti kocsikban már a cukorgyártás ideje alatt a felhasználási helyre szállítják. A préselt szelet tárolásával a cukoripar nem foglalkozik. Tárolásával, bekeverésével, esetleges silózásával a felhasználók foglalkoznak. A rövid idejű tárolásra különféle silózási technológiák alakultak ki. Pl. műanyag fólia „hurkában”, elvermelve, földdel letakarva, tejsavas beoltás, stb.

### 2.4.2.2 Szárított szelet

A préselt szelet tartósítása szárítással történik. A szeletszárítás időszakos tevékenység, általában a piaci viszonyok alapján dönt a cukorgyár arról, hogy gyárt-e szárított szeletet. A szeletszárítás tehát nem szükségszerű kísérője a cukorgyártásnak. A szeletszárítás technológiáját a „Kiegészítő üzemek” című fejezetben ismertetjük (2.6 pont). A könnyebb szállítás és kezelhetőség érdekében a megszártított szeletet esetenként pelletizálják erre szolgáló présekkel. A kiszállítás ömlesztett vagy zsákos formában történik.

### 2.4.2.3 Melasz

A melasz 80-85% szárazanyag tartalmú, nagy viszkozitású, szobahőmérsékleten nehezen vagy nem folyó folyékony melléktermék, cukortartalma kb. 60% sz.a. Fő értékesítési területe a szeszipar, emellett értékes takarmány komponens. Tárolásával, kezelésével a „Segédüzemek” című fejezetben (2.5.4 pont) foglalkozunk. Kiszállítása közúti vagy vasúti tartálykocsikban történik.

### 2.4.2.4 Mésziszap

Az 60-75% szárazanyag tartalomra sűrített szénsavazási csapadék a mésziszap. Átlagos összetételét a 2. táblázat mutatja.

Szárazanyag tartalom	65-75 %
CaCO <sub>3</sub>	70-80 % sz.a.
Szerves anyag	15-25 % sz.a.
Összes N	0,4-0,7 % sz.a.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,7-2,4 % sz.a.
K <sub>2</sub> O	0,03-0,2 % sz.a.
MgO	0,05-0,15 % sz.a.
S	0,30 % sz.a.

3. táblázat: A mésziszap átlagos összetétele

A mésziszap talajjavításra használható. Savanyú talajoknál a mésziszap különösen hatékonyan állítja helyre a talaj pH-ját, mert a kicsapott  $\text{CaCO}_3$  nagy aktív felülete révén gyorsan oldódik fel a savas környezetben. A répából eredő szerves anyag tartalom gazdagítja a talajt és az ásványi tápanyagokat jól hasznosítják a növények. Talajra káros összetevőket, így nehézfémeket nem tartalmaz és mikrobiológiailag tiszta (ST 9.4.1.1. fejezet). Németországban az egyenletes, 4 mm-nél kisebb szemcsékre dezintegrált mésziszapot „Carbokalk” néven hozzák forgalomba, mint talajjavító anyagot (Düngemittel-VO 1991).

Magyarországon a mésziszap talajjavító anyagként történő forgalmazására hatósági engedélyt kell igényelniük a cukorgyáraknak, ebben az esetben a „A termelésnövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról” szóló 8/2001 (I.26) számú FVM rendelet az irányadó. Ugyanez a rendelet a cukorgyári mésziszapokat két csoportba osztja, melynek előírt minőségi követelményei (amelyet a talajvédelmi hatóság ellenőrizhet) eltérnek a Kalcium-karbonát és nedvesség tartalomban:

- 1) szikkasztott cukorgyári mésziszap
  - összes karbonáttartalom  $\text{CaCO}_3$ -ban kifejezve (m/m% sz.a) legalább: 40,0
  - nedvességtartalom (m/m%) legfeljebb: 35,0
- 2) víztelenített cukorgyári mésziszap
  - összes karbonáttartalom  $\text{CaCO}_3$ -ban kifejezve (m/m% sz.a) legalább: 50,0
  - nedvességtartalom (m/m%) legfeljebb: 25,0

A termelt mésziszapot átmenetileg a cukorgyárak engedélyezett depókban tárolják, ahol szükség esetén szikkasztják.

## 2.5 SEGÉDÜZEMEK

### 2.5.1 MÉSZÁLLOMÁS

A cukorgyártáshoz szükséges meszet a cukorgyár saját mészégető kemencéiben állítja elő. A mészkövet a cukoripar mészkőbányáktól szerzi be. Ennek egy részét a biztonságos üzemelés érdekében már a répafeldolgozás előtt nyitott vagonokban ömlesztve vasúton, vagy közúton beszállítják a cukorgyárba, ahol betonozott tároló területen tárolják. Másik része folyamatosan érkezik a feldolgozás alatt, és a már említett tárolóra kerül. A cukoriparban használt mészkő minőségére speciális cukoripari követelmények vannak. Eszerint a savban oldhatatlan maradék max. 2,5%,  $\text{CaCO}_3$  tartalom min. 94%, és a szállítmányban 100 mm-nél kisebb rész aránya 5%, a 250 mm-nél nagyobb kövek aránya maximum 10% lehet.

A cukoripar a nem csak a mészégetés során keletkezett égetett meszet, hanem az égetés során keletkező  $\text{CO}_2$ -t is hasznosítja a szénsavazási folyamatokban a 4.2.2.2 pontban leírtak szerint.

A mészégető kemencék aknás kemencék, melyek szívott vagy nyomott üzeműek. Az égetéshez szükséges hőt Magyarországon kizárólag kokszz hozzáadásával biztosítják, de fűtőolaj vagy gáz is alkalmazható. A kokszz tárolása a mészkőhöz hasonlóan történik. Az égetett meszet oltják, a kb. 200g  $\text{CaO/l}$  kalcium-oxid koncentrációjú mésztejet használják fel a létisztításban a derítési folyamatokhoz (2.3.2 pont).

A mészállomás önálló üzmrész, melynek technológia folyamata és berendezései a következők.

- mészkő, koksztároló
- napi tartályos mészkő és koksztároló
- törmelék leválasztó
- mészégető kemence

- égetett mész kitároló berendezés
- mészoltó dob
- mésztejtisztító berendezések az oltatlan maradék eltávolítására
- mésztejszivattyú-tartály
- CO<sub>2</sub> szivattyúk
- CO<sub>2</sub> gázmosó
- a mésztejtisztítás során eltávolított szennyeződések tárolója
- porelszívó és levegőtisztító berendezések

A mészégetés során környezetbe a következő szennyező anyagok kerülnek ki: mézszkő törmelék, kokszipor, oltási maradék (ki nem égett mézszkő, el nem égett kokszipor, homok), kemencegáz (CO<sub>2</sub>, CO, szilárd szennyezés), szennyvíz a gázmosóból.

### **2.5.2 ERŐTELEP**

A cukorgyártáshoz jelentős (kb. 250-300 kWh/t répa) mennyiségű hőenergiára (gőzre) és a berendezések működtetéséhez jelentős (25-50 kWh/t répa) villamos energiára van szükség. Ezért célszerűen a cukorgyárak saját erőművel rendelkeznek, ahol a gőzkazánokban megtermelt magasnyomású gőz nyomását turbinán redukálják villamos áramot termelve, majd a turbinák ellennyomású oldalán keletkező alacsonyabb nyomású (3-4 bar) gőzt a technológiába vezetik.

Az erőtelepen lévő kazánok középnyomásúak (25-40 bar), fűtőolaj vagy gáztüzelésűek. A saját termelésű villamos energián kívül szükség esetén az országos hálózatról vételeznek, és lehetőség van a feleslegben termelt villamos energiát az országos hálózatra kiadni (szinkron üzem). Az erőtelepen minden olyan berendezés be van építve, melyek a gőz és elektromos áram biztonságos megtermeléséhez szükségesek. A kazánokból a füstgáz magas kéményeken (pontforrás) távozik.

### **2.5.3 HŰTŐRENDSZEREK**

A besűrítésből és kristályosításból származó párakat, amelyek hőmérséklete túl alacsony (<60 °C) ahhoz, hogy hőtartalmát hasznosíthassa a cukorgyár, kondenzálni kell, hogy ne kerüljenek a környezetbe. Erre szolgáló berendezés a kondenzátor állomás. A pára kondenzáltatásához feldolgozott répara számítva 400-500%-os vízmennyiség szükséges. A víz nagy részben hővel, kismértékben ammóniával szennyezett, ezért a víztakarékosság érdekében célszerű lehűteni és visszaforgatni. A visszahűtés elve az, hogy a meleg víz párologtatása révén a párologtathoz szükséges hőt a folyadékból vonjuk el, és így az lehűl. Az elpárologtatásos hűtés megvalósítható egy megfelelő hűtőfelületű tőrendszerrel vagy egy megfelelően méretezett hűtőtoronnyal. A tavas rendszerű hűtés hátránya a nagy helyigény, a hűtés nagymértékben függ az időjárási viszonyoktól (szél, hőmérséklet, levegő nedvességtartalma) és az, hogy a folyamat nehezen irányítható. A hűtőtorony kis helyigényű, jól irányítható, viszont a levegőt mozgó ventilátorok működtetése miatt energiaigényes. A cukoriparban mindkét eljárás jelenleg megtalálható, illetve létezik a kettő kombinációja is. Az alkalmazott technológiától függően a cukorgyári vízfogyasztás csökkenthető (4.3 pont).

### **2.5.4 MELASZ ÉS FŰTŐOLAJ TÁROLÁS**

A melasz és fűtőolaj tárolást együtt tárgyaljuk, mivel a cukoriparban belül a kialakított technológia hasonló.

Mindkét anyagot nagy 800-20000 m<sup>3</sup>-es fémtartályokban tárolják. Mindegyikhez tartozik egy fűthető lefejtő (tűzelőanyag) illetve vasúti, közúti kocsit töltő (melasz) rendszer. A tartályok megfelelő védőtöltéssel és kármentővel vannak ellátva (melasz tartályok esetében nem mindig) az esetleges tartálysérülés esetén kiömlő anyag felfogására. A fűtőolaj tartályokhoz tartozik egy tűzrendészeti szempontból előírt tartályhűtő, tűzoltó egység is. A fűtőolaj beszállítás szabványos vasúti tartálykocsikban történik. A melasz kiszállítása a nagy ipari fogyasztók felé szintén vasúti tartálykocsikban történik, míg a kisebb fogyasztók (mezőgazdasági termelők) közúton kisebb, zárt tartályokban szállítják el. A tartályok töltése (melasz), illetve az anyag kivétele (fűtőolaj) zárt, fűthető csővezetékeken keresztül történik.

## 2.6 KIEGÉSZÍTŐ ÜZEMEK

### 2.6.1 A CUKORGYÁRTÁS VÍZKÖREI, SZENNYVÍZKEZELÉS

A répával, mint alapvető nyersanyaggal ~75-80% víz jön be répára számítva a cukorgyárba. A különböző segédanyagokkal bejövő víz elhanyagolható, ezekkel nem számolunk. A cukorgyártási folyamatból a termékekkel víz távozik (cukor, melasz, répaszelet, mézsiszap, melyet szintén a vízforgalmi szempontból terméknek veszünk). Mivel a termékek víztartalma magasabb szárazanyag tartalmuk miatt kevesebb, mint a répával bejövő víz, a cukorgyár elengedhetetlenül termel szennyvizet. Az egyes vízkörökben fellépő veszteségek (párolgás, hulladékokkal távozó víz, stb.) elhanyagolásával kiszámítottuk az elmúlt néhány évben az ipar által a feldolgozott répából eredő szennyvíz mennyiségét. A veszteségek elhanyagolása miatt ezek az értékek a maximumot jelentik (4. táblázat):

	1998	1999	2000	2001	2002	Átlag
Répa, tonna	3 056 585	3 057 325	1 910 451	3 157 435	2 614 397	<b>2 759 239</b>
Répával bejövő víz	75%	75%	75%	75%	75%	<b>75%</b>
Termékekkel távozó víz	30%	27%	26%	25%	23%	<b>26%</b>
<b>Keletkező szennyvíz,</b>	<b>45%</b>	<b>48%</b>	<b>49%</b>	<b>50%</b>	<b>53%</b>	<b>49%</b>
<b>m<sup>3</sup></b>	<b>1 375 463</b>	<b>1 467 516</b>	<b>936 121</b>	<b>1 578 718</b>	<b>1 385 630</b>	<b>1 352 027</b>

**4. táblázat: A répából keletkező szennyvíz mennyisége**

A cukorgyártás több nagy vízkörrel rendelkezik:

- technológiai vízkörök (iparivíz rendszer)
- a szociális víz és szennyvízrendszer
- csapadékvíz rendszer

Az egyes vízköröket részletesen a következő, 2.6.1.1. pontban tárgyaljuk.

### 2.6.1.1 Technológiai vízkörök

A folyamat azon helyeit, ahol vízigény jelentkezik, az általános anyagforgalmi sémán (1. melléklet) kék beírással jelöltük.

A vízkört a következő alkörökre oszthatjuk fel:

- úsztatóvíz kör
- hűtőkörök
- technológiai berendezések vízköre
- Venema répalabor
- szennyvíz tárolás és kezelés vízkörei.

Az általános séma megmutatja az egyes vízkörök közötti kapcsolatrendszert. A 3. ábra egyes vízkörök kapcsolatát részletesen mutatja. Ez az ábra feltünteti a vízkörök legfontosabb műtárgyait is. Ennek értékelésére az egyes vízkörök tárgyalásánál fogunk kitérni.

#### 2.6.1.1.1 Úsztatóvíz kör

A körhöz kapcsolódó technológiai folyamatot és berendezéseket a nyersanyag kezelése, tárolása, előkészítése a feldolgozásra című 2.1.1 fejezetben tárgyaltuk. Itt a kört csak a vízfelhasználás és szennyvízkezelés szempontjából értékeljük.

A vízkör vízveszteségének okai:

- zagygal távozó víz
- egyéb veszteségek:
  - kimenő anyagokra (kő, gaz, levél, törmelék) tapadó vizek és az egyes berendezések csurgásából származó veszteség
  - párolgási veszteség

A vízkör vízhiánya nagymértékben függ az ülepítőn kifogott földmennyiségtől (ez a répa földszennyeződésétől, illetve az úsztató körbe történő bevezetése előtti száraz tisztítástól függ), illetve a zagy szárazanyag tartalmától. Az ülepítő (radiális) mechanikus szerkezetének szilárdsága és a hidraulikus zagykitárolás maximum **25%** szárazanyag tartalmat enged meg.

A vízhiány pótlásának jelenlegi módszerei:

- külső élővízből (frissvíz)
- a technológiában keletkező felesleges vízből
- a hűtőkörben keletkezett vízből
- szennyvíztározóról visszavett biológiailag tisztított vízből.

A felsorolt lehetőségeket különböző változatokban alkalmazzák a cukorgyárak.

#### 2.6.1.1.2 Kondenzátor állomás és hűtőkörök

A cukorgyártás technológiájánál láttuk, hogy a besűrítés és kristályosítás során nagymennyiségű pára keletkezik, melyet a kondenzátor állomáson cseppfolyósítunk. A pára lecsapása során keletkezett víz főleg hővel, kismértékben ammóniával szennyezett, ezért víztakarékossági szempontból célszerű lehűteni és visszaforgatni.

A pára lecsapására szolgáló berendezések:



- kondenzátorok
- cseppfogók
- légúrszivattyúk

Visszahűtő technológiák és berendezések:

- hűtőtó
- hűtőtorony

Ez a kör is jelentős vízmennyiséget igényel (400-500% répara), de kedvező alacsony szennyezettsége miatt visszaforgatható, csak a veszteségeket kell pótolni.

#### *2.6.1.1.3 Technológiai berendezések vízkörei*

Az egyes cukoripari berendezéseket üzemeltetés közben hűteni kell, amihez hideg víz szükséges (csapágyhűtések, hűtőkavarók, vákuumszivattyúk, turbina körleghűtő stb.). Megfelelő hűtés után a berendezések hűtésére használt víz visszaforgatható. A hűtés vízmennyiségétől függő módjai:

- önálló hűtőberendezéssel
- önálló, saját hűtőtoronnyal
- a megfelelő kapacitású, előző pontban tárgyalt hűtőrendszerekkel.

#### *2.6.1.1.4 Répalaboratórium*

A nyersanyag beszállításakor a répa minőségét (cukortartalom és egyéb jellemzők) mintavétel után répalaboratóriumban határozzák meg. A répaminta előkészítése – elsősorban a mosás - szennyvíz keletkezésével jár. A keletkezett szennyvíz minősége hasonló az úsztatóvízéhez, ezért a továbbiakban azzal együtt kezelhető.

#### *2.6.1.1.5 Szociális víz és szennyvízrendszer*

A cukorgyárban dolgozók ivóvíz, és szociális vízellátása saját vízjogi engedéllyel rendelkező vízbeszerzési bázisról vagy közmű hálózatról történik. A szennyvízkezelésre is két megoldás van: saját kezelésű szennyvízkezelő állomás, vagy a külön gyűjtött szennyvizek átemelése a közműhálózatba.

Ezek a rendszerek mind a cukorgyár frissvízfelvételi oldalán, mind szennyvízoldalon teljes egészében el vannak választva a technológiához szükséges ipari vízhálózattól.

### **2.6.1.2 Csapadékvíz rendszer**

A gyár területére hulló csapadék kezelésére jelenleg két módszer létezik. Az egyiknél a csapadékgyűjtő rendszer az úsztatókörök vízrendszerével találkozik és további kezelése a későbbiekben tárgyalt szennyvízkezelő-rendszerben történik. A másik esetben a csapadékvíz önálló rendszert alkot, önálló tározó tóval. Mivel a répafeldolgozás ideje alatt a csapadékvíz is szennyeződhet, célszerű a csapadékvizet önálló tározóra vezetni, vagy az úsztató vízzel együtt kezelni. A karbantartási időszak alatt a csapadékvíz közvetlenül a befogadóba vezethető, és így nem terheli a szennyvízkezelő rendszert.

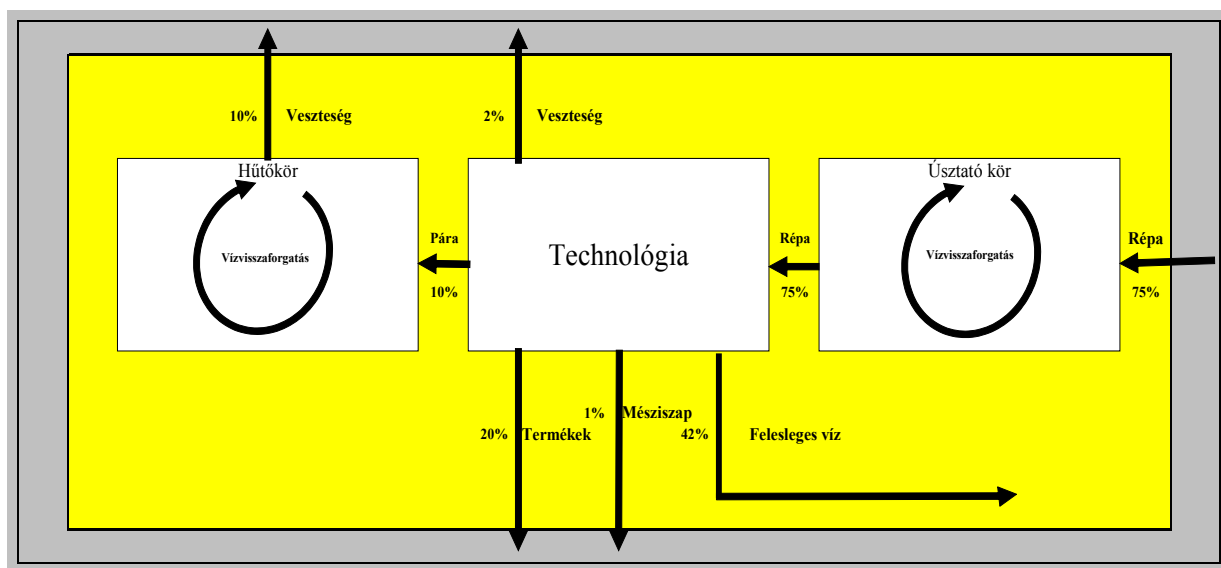
### **2.6.1.3 Frissvíz beszerzés és szennyvízkörök**

### 2.6.1.3.1 Cukorgyári frissvíz beszerzés (iparivíz)

A gyár vízellátásához a jelenleg alkalmazott módszerektől függően több-kevesebb vízre van szükség (3.3 pont). Az előző pontokban tárgyaltuk a cukorgyár jelentős vízköreit. A vízkörökre jellemző, hogy nem igényelnek ivóvíz minőségű vizet, ezért a cukorgyárak vízforrása a közelükben található természetes felszíni vízbázis (folyó, patak). A jelenleg szükséges vízmennyiség vételezésére -vízjogi engedélyek alapján - a cukorgyárakban vízkivételi művek állnak rendelkezésre. Az egyes gyárak vízfogyasztása jelentősen eltér egymástól, attól függően, hogy a felsorolt vízkörök technikai kiépítettségük alapján mennyire zártak, és hogyan kapcsolódnak egymáshoz.

### 2.6.1.3.2 Szennyvíz tárolás és kezelés vízkörei

A víztisztító rendszereknek kettős szerepük van: úsztatókör vízhiányának pótlása és frissítése (1), a répával a cukorgyárba bekerülő többletvíz megtisztítása azzal a céllal, hogy a víz befogadóba engedhető legyen (2). A 2.6.1 pont elején már rámutattunk arra, hogy a cukorgyártás során a répával bevitt vízmennyiség (75% répa) miatt elkerülhetetlen a szennyvíz keletkezése. A répából eredő szennyvíz mennyisége ipari átlagban több mint 1,3 millió m<sup>3</sup> víz évente. Ez fennáll akkor is, ha frissvíz felhasználás nincs, ahogyan az alábbi vázlatos 9. ábrán feltüntetett adatokból látható:



9. ábra: A cukorgyár vázlatos vízforgalmi ábrája

A technológiai folyamatok során keletkező szennyvizek magas szervesanyag terhelésűek (~4000-8000 mg/l KOI) és magas lebegőanyag tartalmúak.

Az úsztató körben keletkező szennyvíz magas lebegőanyag tartalmú, ezért első lépés a szennyvíztisztítás előtti előüleltetés. Erre a cukorgyárak egy rekeszekre osztott földmedrű üleptető rendszert alkalmaznak, ahol megfelelő idő áll rendelkezésre, hogy a kitért zagyból a szilárd szennyező anyagok leülepedhessenek.

A cukorgyári szennyvíz az úsztatókörből kitért zagy előüleltésekor kapott felülúszóból és a technológiában feleslegesen keletkezett kisebb terhelésű vízből tevődik össze. A nyers szennyvizet az élővizekre gyakorolt kedvezőtlen hatása miatt (magas kémiai oxigénigény és ammónia tartalma) megfelelő mértékű tisztítás után lehet a befogadóba engedni. Az alkalmazott szennyvíztisztítási technológiákat a következő pontban tárgyaljuk.

### 2.6.1.3.3 Cukorgyári vízséma

Az előzőekben részleteiben tárgyalt ipari vízrendszert összefoglalva, példaként két formában (egy átlagos, és egy kis frissvízfogyasztású sémaszámítással) a 2. és 3. számú mellékletben mutatjuk be. A vízfogyasztások közti eltérés az egyes vízkörök (kondenzátor, technológia gépek vízszükséglete, szennyvíztisztítás) kiépítettsége, kapacitása miatt jelentkezik.

### 2.6.1.4 Szennyvíztisztítási technológiák

A cukoriparban különböző biológiai szennyvíztisztítási módszerek alkalmazhatók a szennyvíz tisztítására, melyek a következők:

- Tavas, természetes lebomlás útján
  - aerob
  - fakultatív
  - anaerob
  - levegőztetett
  
- Tavas tisztítás hagyományos eleveniszapos technológiával kombinálva
  - aerob
  - anaerob
  - kombinált

Az anaerob és kombinált aerob/anaerob kombinált módszert a magyarországi cukorgyárakban nem alkalmazzák, mert az anaerob lebontás lassú és a cukorgyári szennyvíz mennyisége nagyon nagyméretű reaktort igényelne. Vannak olyan intenzív, nagy térfogatú produktivitású anaerob reaktorok, amelyekkel a szennyvíz elfogadható méretű reaktorban lenne kezelhető, azonban ezek – bonyolultabb kivitelük miatt - egyelőre rendkívül drágák.

#### 2.6.1.4.1 Tavas tisztítási eljárások

A tavas szennyvíztisztítás egyszerű és rugalmas eljárás. Földmedrű tavakban történő tárolás mindössze annyiból áll, hogy a szennyvizet összegyűjtik, és abban lassan öntisztulási folyamatok (erjedés, rothadás, és aerob folyamatok) játszódhatnak le. Így a tavas eljárás a szennyvízkezelés legegyszerűbb módja. A lejátszódó biológiai folyamatok részletes leírása a hagyományos eleveniszapos tisztításnál (2.6.1.4.2 fejezet) található.

A földmedrű tavak természetes vízzáró rétegen helyezkednek el, vagy a használat során végbement spontán szigetelődés folytán védettek, de telepített műszaki védelemmel (fólia, agyag stb.) nem rendelkeznek. Az esetleges szivárgásból eredő talajvízszennyezés észlelésére megfigyelő kútrendszerek vannak kiépítve.

Hazánkban, ahol a klimatikus, ökológiai és a talajviszonyok is általában megfelelőek, a mesterséges rendszerekével közel azonos tisztítási hatásfokot lehet elérni.

Tavak típusai:

- *aerob*
- *anaerob*
- *fakultatív*
- *levegőztetett*

Tó típus	Aerob	Fakultatív	Anaerob	Levegőztetett
Mélység (m)	0,6-0,9	1,2-1,8	2-3	2-5
Szerves anyag eltávolítási hatásfok %	80-95	75-85	40-60	50-90
Alga koncentráció (g/m <sup>3</sup> )	100	10-50	-	-

**5. táblázat: Szennyvíz tisztító tavak fő jellemzői**

A megfelelő minőségű szennyvíztisztításhoz a különböző típusú tavak kombinációjára van szükség.

#### **A tavas tisztítás előnyei:**

- fenntartási költsége alacsony
- idényszerű szennyvíztisztításra is alkalmas
- természetes folyamatokon alapszik
- patogén szervezetek eltávolítása jó hatásfokú
- szervesanyag terhelésingadozást jól tűri
- iszapkezelési és elhelyezési probléma csekély

#### **A tavas tisztítás hátrányai:**

- nagy területigény
- szagmisszió
- tisztítás mértéke függ az éghajlati tényezőktől és nem minden esetben elegendő a bebocsátási követelmények biztosítására
- időszakos algaszaporodás
- a tisztított víz időnkénti magas lebegőanyag koncentrációja
- párolgás miatti vízveszteség
- télen a hatékonyság csökken

#### *Aerob tó*

Az aerob tó kis mélységű (0,6-0,9 m), így a tó teljes mélységében elegendő oxigén áll rendelkezésre a mikroorganizmusok általi aerob lebontáshoz.

Lebontó mikroszervezetek:

- aerob baktériumok
- fakultatív baktériumok

#### *Oxigénpótlás lehetőségei:*

- felszíni diffúzió
- algák által termelt többletoxigén
- levegőztető rendszerek

Az aerob tavakban általában a biológiai oxidáció és az alga fotoszintézis az uralkodó, mely szinte a teljes szennyvíztérben végbemegy. Ezért az algák jelenléte az oxigén termelés szempontjából nagyon fontos.

A napfényes órákban a fotoszintézis révén oxigén termelődik, a sötét napszakban a fotoszintézis leáll, a respiráció (légzés) azonban folytatódik, és szén-dioxid termelődik.

A szabad oxigén és a szén-dioxid váltakozó termelése és felhasználása a pH és az oldott oxigén napi ciklikus változásával jár együtt.

Az algák túlzott mértékben való elszaporodása gondot jelent.

Az üzemeltetéstől függően az aerob tavas rendszer szerves anyag eltávolítási hatásfoka 80-95% között változik.

### *Fakultatív tó*

A fakultatív tavak kétszakaszos biológiai tisztításúak, ahol az aerob és anaerob folyamatok párhuzamosan, egymást kiegészítve, termékeiket egymásnak folyamatosan átadva működnek. A leggyakrabban alkalmazott tófajta.

A tó felső része aerob, míg a fenékrészen keletkezett iszapréteg anaerob tisztítást biztosít.

A tisztítás hatásfokát a fizikai (tó felülete, mélysége, hőmérséklet stb.), kémiai (pH, szerves anyag, tápanyag stb.) és biológiai tényezők (baktériumok, algák) befolyásolják.

Az aerob réteg oldott oxigén szintjének biztosításában az aerob tóhoz hasonlóan szintén az algáknak van nagy szerepük.

Az üzemeltetéstől függően a fakultatív tavas rendszer szerves anyag eltávolítási hatásfoka 75-85% között változik.

### *Anaerob tó*

Az anaerob tó szerves anyag terhelése olyan nagy mértékű, hogy a tó teljes térfogatában az anaerob viszonyok érvényesülnek. Az anaerob tavak mélységét úgy célszerű megválasztani, hogy a térfogathoz viszonyítva a felület minimális legyen, és ez által maximális hővisszatartást biztosítson.

A tavak átlagos mélysége 2-5 méter

A tófenéken, a darabos és könnyen ülepedő szerves (és szervetlen) anyagok kiülepednek, és anaerob módon kirohadnak. A szennyvíz is átesik a hidrolízisen és a savas erjedésen. Megfelelő méretekkkel a metános erjedés is végbemehet.

### **Hátránya:**

- szagmisszió
- részleges tisztítás

Tapasztalatok alapján, több hónapi tartózkodási idő után, kizárólag anaerob kezeléssel a szerves anyag eltávolítási hatásfok 40-60%-nál nem magasabb. Ez a tisztítási módszer csak egy másik tisztítási eljárással kombinálva alkalmazható.

### *Levegőztetett tó:*

Tisztítási mechanizmusában az aerob tóhoz hasonló. Mivel azonban a nagyobb mélységű (2-5 m), ezért az aerob viszonyok fenntartásához mesterséges levegőztetésre van szükség.

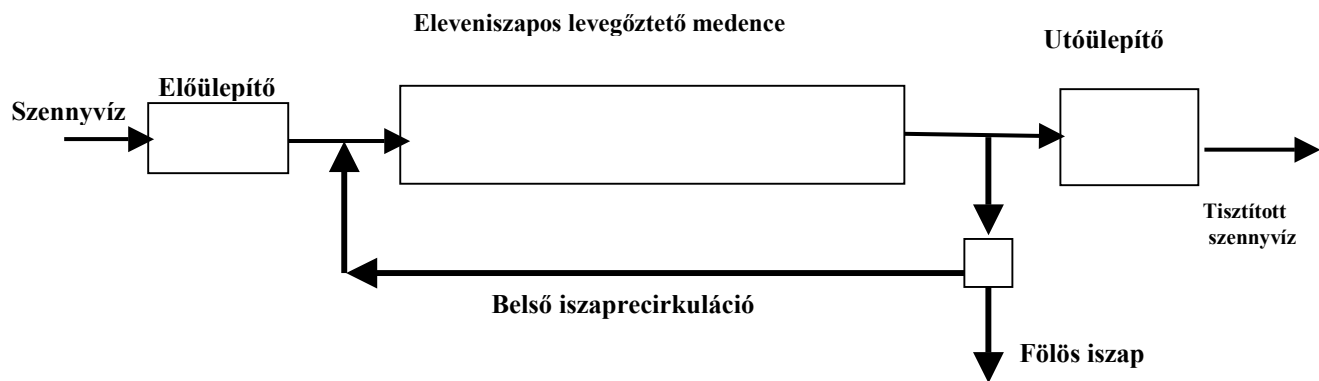
Levegőztető rendszer:

- légbefúvásos
- mechanikus

A szennyvíz tisztításának folyamata lényegében megegyezik az aerob tavakban lejátszódó folyamatokkal. Az aerob bontást végző mikroorganizmusok adaptációjának és az eleveniszap növekedésének meggyorsítása céljából jó megoldás a szennyvíz mikroorganizmusokkal való beoltása.

Az üzemeltetéstől függően a levegőztetett tavas rendszer szerves anyag eltávolítási hatásfoka 50-90% között változik.

2.6.1.4.2 Hagyományos eleveniszapos tisztítási eljárások:



10. ábra: Az aerob eleveniszapos szennyvíztisztítás folyamatábrája

Az eleveniszapos tisztítás során az előülepített szennyvíz a reaktorban vagy a levegőztetett medencében keveredik az eleveniszappal (mikroorganizmusok pelyheket képeznek, és iszappá állnak össze), mely során megvalósul a biológiailag bontható anyagok mikroorganizmusok általi eltávolítása. A levegő bevezetésével és a keveréssel a pelyhek folyamatos mozgásban vannak, így a szennyvízzel és a levegővel intenzíven érintkeznek. A szerves anyagokat a pelyhek adszorbeálják, és a mikroorganizmusok lebontják, mineralizálják, vagy testük felépítéséhez használják.

Az aerob folyamatok biztosításához állandó oxigén- és tápanyagellátásra (N és P adagolás) van szükség. Az optimális BOI:N:P arány: 100:5:1.

Az aerob tisztítás során végbemenő folyamatok:

- szerves anyag lebontása:  $\text{szervesanyag} + \text{O}_2 + \text{M.org} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{biomassza}$
- nitrifikáció:  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$  *Nitrosomonas* és *Nitrobakter* baktériumok segítségével

Ezen folyamatokhoz oxigén szükséges, ezért a vízben oldott oxigén mennyiségének legalább 2

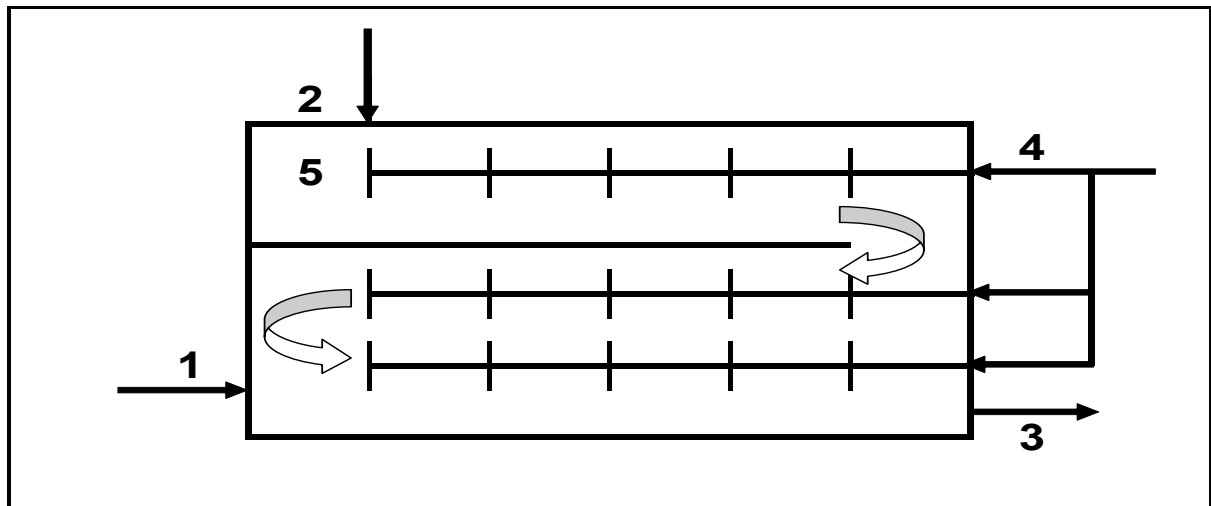
mg/l-nek kell lennie.

A megfelelő oxigén mennyiséget levegőztetéssel lehet biztosítani:

*Légbefúvásos rendszer:*

- kompresszorral (szűrőlapokon, szűrőcsöveken vagy porlasztókon keresztül)

### Légbefúvásos rendszer



1. Szennyvízbevezetés
2. Recirkulációs iszap bevezetése
3. Utóülepítő felé
4. Légbefúvó diffuzorok
5. Légvezeték

*11. ábra: Légbefúvó rendszer az aerob szennyvíztisztításnál*

*Mechanikus levegőztető eljárások:*

- levegőztető kerék (turbinák)
- felületi levegőztetés
- (függőleges vagy vízszintes tengelyű)

*A lebontás szempontjából fontos:*

- reaktorban lévő eleveniszap koncentrációja
- szennyvíz eleveniszappal való érintkezésének ideje

A megfelelő iszapkoncentrációt az utóülepítőből visszacirkuláltatott iszappal, a szennyezőanyagok lebontásához szükséges időt pedig a szennyvíz tartózkodási idejének szabályozásával lehet elérni.

*A rendszer érzékeny:*

- a pH-ra (optimális tartomány 7,0-8,5 közötti)
- környezeti hőmérsékletre (optimális: 12-30 °C, a hőmérsékleti sokkhatások kedvezőtlenül hatnak a rendszerre)

### **Az eljárás előnye:**

A gyakorlati tapasztalatok alapján az aerob eleveniszapos rendszerrel ~ 90-95%-os szerves anyag (BOI<sub>5</sub>) eltávolítási határfok érhető el.

A cukorgyári eleven iszapos rendszerek sajátossága (szemben a kommunális szennyvíztisztítókkal), hogy a keletkező fölös iszap csak a talajban egyébként is jelenlévő mikroorganizmusokat és nehézfémeket tartalmazza. Ezért együtt kezelhető a szennyvízből leválasztott földiszappal.

### **Az eljárás hátrányai:**

- kezelt szennyvizet utóülepíteni kell
- a szennyvízkezelő telep területigénye elég nagy
- a medence levegőztetése jelentős energia befektetést igényel.

### **Összefoglalás:**

**A különböző szennyvíztisztítási technológiákkal megtisztított szennyvíz alkalmas arra, hogy a már tárgyalt úszató körben a zagy kitérőlése során keletkezett vízhiányt pótoljuk.**

A felsorolt tisztítási eljárások során – eleveniszapos tisztítás híján - napjainkban a cukorgyárakban általában nem bomlik le a szennyvíz arra a határértékre, mely a cukorgyár körzetében érvényes. Jelenleg a többlet szennyvíz leengedése egyedi engedélyek alapján, hígító víz vételezésével és hozzávezetésével történik.

A hígító víz alkalmazását a törvényi szabályozás szigorodása megnehezíti, így az érintett gyáraknak megfelelő szintű technológiai megoldást kell találniuk a szennyvíztisztítás korszerűsítésére. Ilyen lehet az eleveniszapos biológiai tisztítási mód alkalmazása, vagy megfelelő átalakítások a kombinált tavas eljárásban, lásd 4.4.1.1. pontot.

## **2.7. SZELETSZÁRÍTÁS**

A szelet mechanikai préseléssel kb. 30% szárazanyag tartalomra préselhető, ennél nagyobb szárazanyag tartalom szárítással érhető el. A cukorgyári préselt szeletet 92-96% szárazanyagra szárítják, ami egyúttal tartósítást is eredményez.

A szárítás közvetett vagy közvetlen hőközléssel történhet. A fűtőközeg füstgáz vagy túlhevített gőz.

Magyarországon a *közvetlen tüzelésű, forgódobos, füstgázfűtésű* szeletszárítókat alkalmazzák.

A füstgázt általában a forgódob előtt lévő tüzelő berendezések, füstgáz generátorok állítják elő fűtőolaj vagy földgáz elégetésével. A forgódobos szeletszárítóknál egy belső lapáttal ellátott vízszintes forgódobban a lapátok által felemelt, majd visszajuttatott nedves szelet meleg füstgázzal érintkezve elveszti víztartalmát, és a kívánt szárazanyag tartalomra szárad. A meleg füstgáztól ciklonok választják el a megszáradt szeletet, a vízgőzzel telített füstgáz a levegőbe távozik. Lehetőség van az erőtelepi kazánok füstgázának hasznosítására is. A szeletszárítás és a szelet szállítása során szeletpor is keletkezik, melyet porleválasztó rendszerek választanak le.



A közvetett túlhevített gőzfűtésű, örvénylő fluidágyas szeletszárítók olyan nyomás alatti berendezések, amelyekben a szeletből távozó gőz paraméterei az első bepárlótest fűtésére alkalmasak (ST 7.3.4.2 fejezet). Ezáltal jelentősen csökken a szárításhoz szükséges hőenergia. Ezek, a 90-es évek közepére kifejlesztett és jelenleg is fejlesztés alatt álló nagyüzemi berendezések azonban egyelőre olyan drágák, hogy a magyar cukoripar számára nem elérhetők. Ugyanakkor az energia megtakarítás csak akkor érvényesül, ha a szeletszárítás a cukorgyártáshoz szervesen kapcsolódik. Magyarországon a préselt szelet is jól értékesíthető, ezért nem indokolt a nagy beruházásigényű technológia szükségszerű alkalmazása.

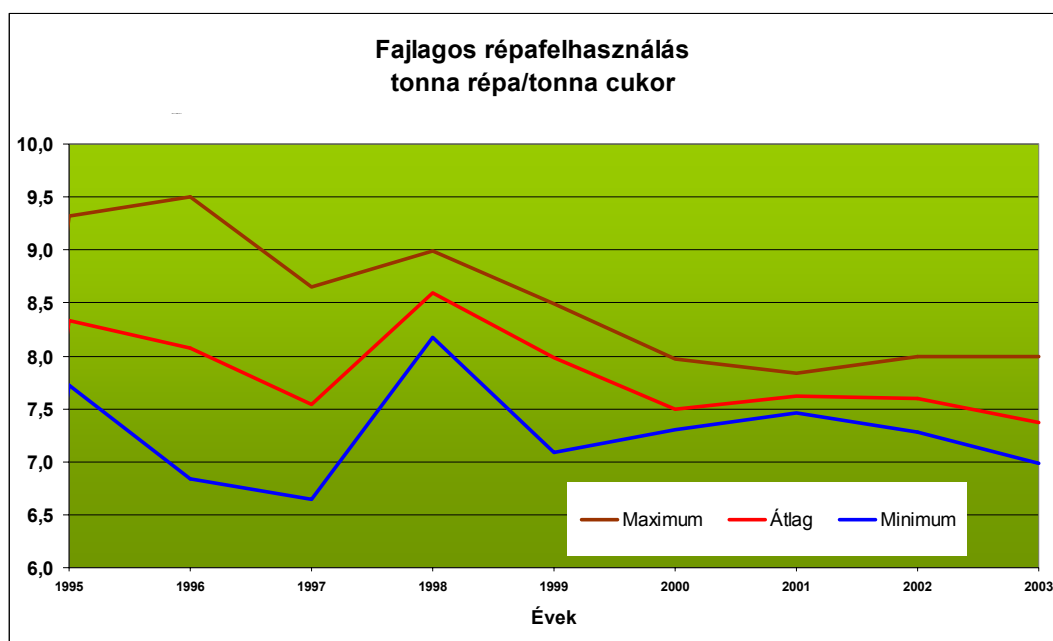
### **2.7.1. A SZELETSZÁRÍTÁS BERENDEZÉSEI**

- füstgázgenerátor (fűtőolaj vagy gáztüzelésű)
- forgódobos szárító
- szeletleválasztó ciklon
- elszívó ventilátor
- szállító ventilátorok
- szeletraktár (zárt ömlesztve tárolás)
- burkolt szállító szalagok
- porelszívó rendszer
- tömlős porszűrők
- pelletáló prések
- késztermék raktár (ömlesztve tárolás)
- kiszerező berendezések (zsákoló, zárt vagonba a szeletet, vagy pelletet levegővel befújó berendezések)

### 3. JELENLEGI FELHASZNÁLÁSI SZINTEK ÉS KIBOCSÁTÁSOK A CUKORIPARBAN

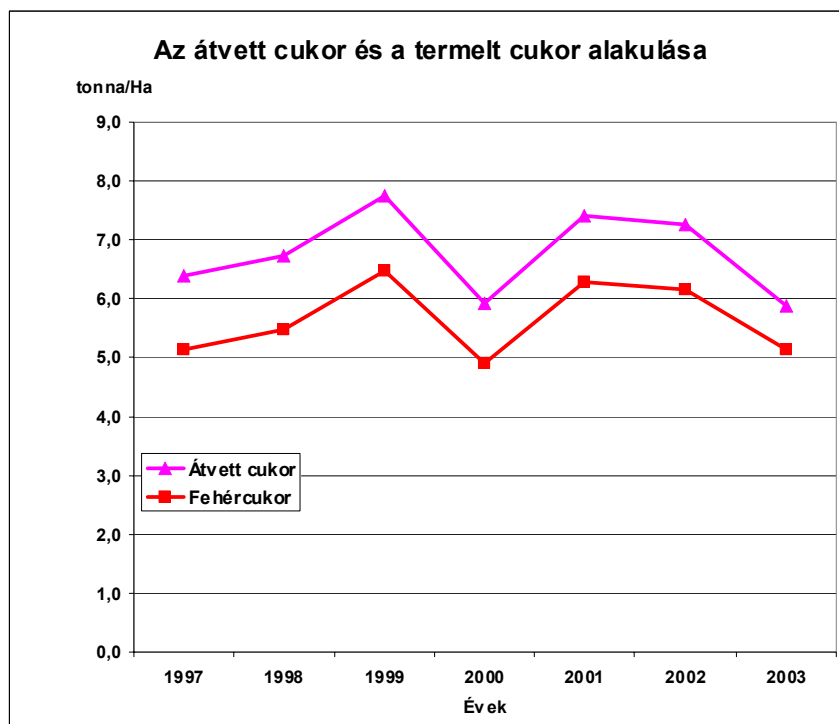
#### 3.1 NYERSANYAG: CUKORRÉPA FELHASZNÁLÁS

Magyarországon a cukorgyártás alapanyaga a cukorrépa. Ennek fő minőségi paramétere a cukortartalom, ami 12 –18 % között változik, elsősorban az adott év időjárásától, illetve a termőkörzet talajadottságaitól függően. A cukorrépa egyéb összetevői (nitrogén tartalom, invert cukor tartalom, nátrium és kálium tartalom, stb.) szintén nagy hatással vannak a répa feldolgozhatóságára és a veszteségek alakulására. Ennek megfelelően a cukorgyártás fajlagos alapanyag igénye évenként és gyáranként különbözik. A cukoripar fajlagos alapanyag felhasználást a 12. ábra mutatja az elmúlt 10 évben, feltüntetve a legalacsonyabb, a legmagasabb és az átlagos felhasználást (tonna cukorrépa/tonna cukor mértékegységben).



*12. ábra: A cukoripar fajlagos cukorrépa felhasználásának alakulása*

Az elmúlt években elért javulás elsősorban a cukorrépa magasabb cukortartalmának és javuló minőségének köszönhető. Sajnos, 2003-ban a szélsőségesen aszályos időjárás miatt a minőségi paraméterek sokat romlottak. Ez tükröződik az 13. ábrán, ami a cukorrépával átvett, összes cukor és a gyártott fehércukor mennyiségét mutatja egységnyi termőföld területre vetítve (tonna/hektár), 10 évre visszamenő ipari átlagértékekkel.

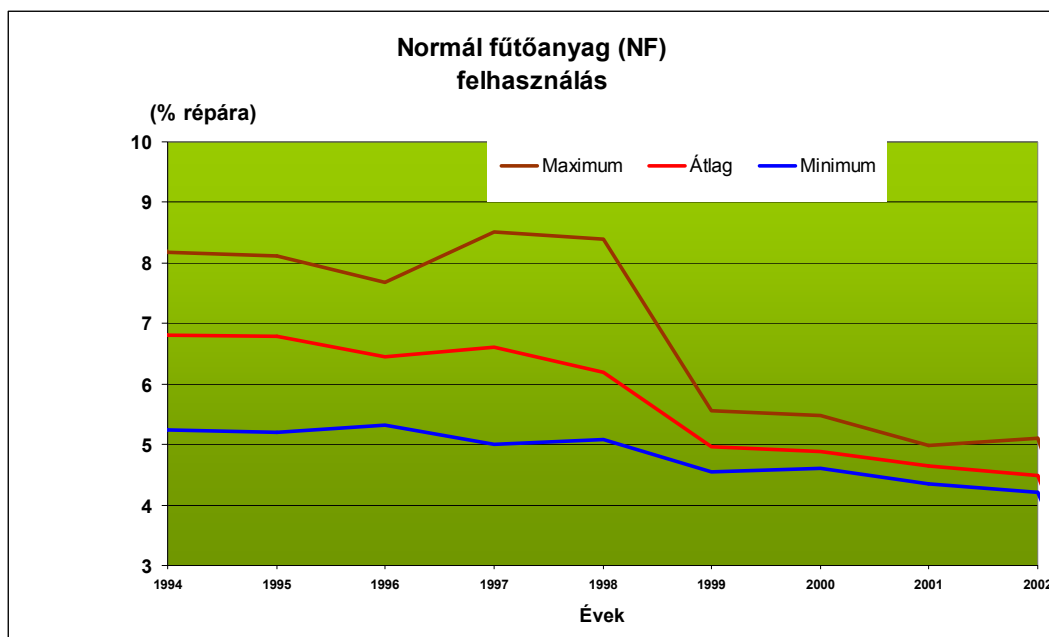


*13. ábra: A hektáronként átvett cukor és a termelt fehér cukor alakulása*

### 3.2 ENERGIAFELHASZNÁLÁS

A magyar cukoripar az elmúlt 10 évben jelentősen csökkentette a cukorgyártás fajlagos energia felhasználását. Ennek eszközei a hulladékhők fokozottabb hasznosítása, a létingsztítási és a cukoroldali technológia korszerűsítése, a gáztüzelésre történő átállás, valamint a termelés koncentráció voltak. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a korábbi évek színvonalán üzemelő kisebb kapacitású, korszerűtlen cukorgyárakat bezárták.

Az elmúlt időszak eredményeit (minimális, átlagos és maximális értékek) a cukorgyártásra felhasznált fajlagos normál tüzelőanyag felhasználás mutatja (14. ábra). Az ábra csak 2002-ig mutatja az adatokat, mivel 2003-ban a magyar cukoripar átállt a Nyugat-Európában szokásos elszámolási módra (kWh/tonna répa). Mivel a két szám nem csak mértékegységbeli különbséget, hanem műszaki tartalomban is különbséget jelent, ezért az ábrán nem szerepelhetnek a 2003-as adatok. Megjegyezzük, hogy 2003-ban további javulást értek el a gyárak.

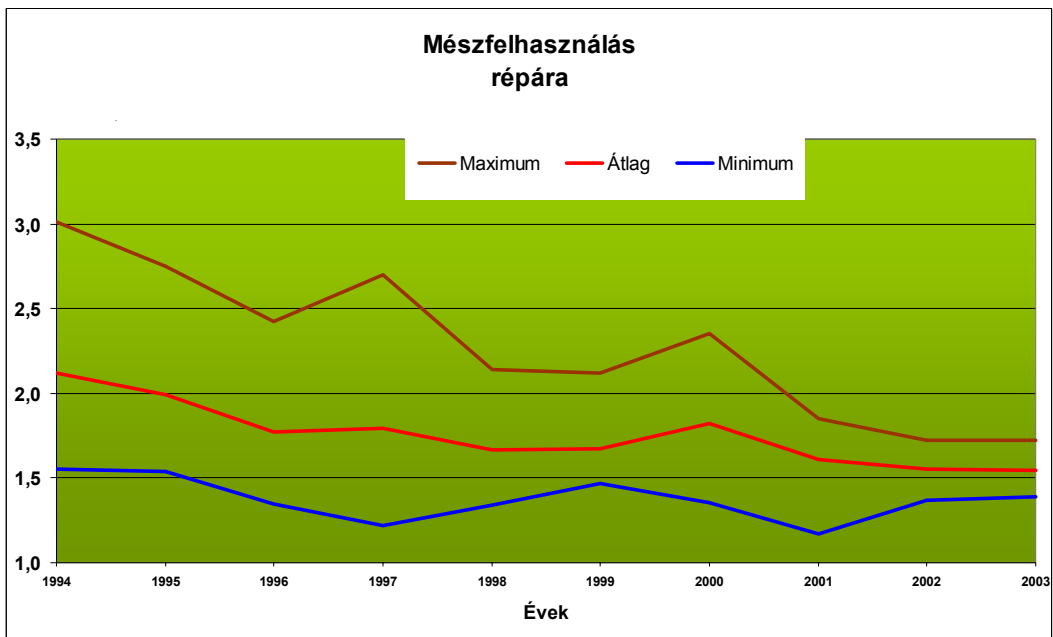


**14. ábra: A cukorgyártás fajlagos hőenergiafelhasználásnak alakulása**

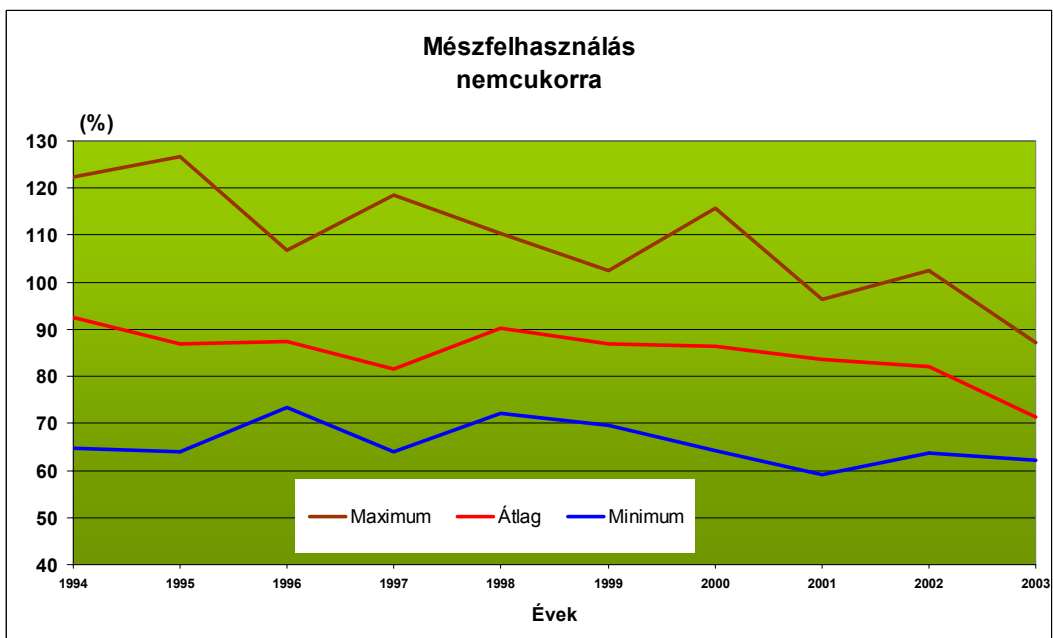
### 3.3 SEGÉDANYAG ÉS VÍZFELHASZNÁLÁS

A cukorgyártás segédanyagai közül a legjelentősebb az *égetett mész*, amit valamennyi cukorgyár a saját aknás mészégető kemencéjében állít elő. A mész felhasználása elsősorban az ún. nemcukrok eltávolítását szolgálja, melyek mennyisége nagymértékben függ az adott év és az adott termelési körzet jellemzőitől (időjárás, talajviszonyok, stb). Az elmúlt években a cukorgyárak igyekeztek mésztakarékos technológiai változatokat alkalmazni. Ennek megfelelően a fajlagos mészfelhasználás mind a cukorrépara, mind pedig nemcukor tartalomra számítva csökkent, amelyet 15. és 16. ábra mutat CaO % répa illetve CaO%/nemocukor mértékegységben. A mészfelhasználás csökkentésnek határt szab a répa minősége, a nemcukor mennyisége és összetétele (4.1.2.2.1 pont) . Mivel a cukorgyárak mészfelhasználása jelenleg már megközelíti az elméleti minimumot, ezért további jelentős csökkenés nem várható, viszont számítani lehet (egy-egy kedvezőtlenebb időjárású évben) a fajlagos mészfelhasználás növekedésére.

A többi cukoripari segédanyag (pl. habgátló, stb.) környezeti hatása elhanyagolható, ezért ezeket nem tárgyaljuk.



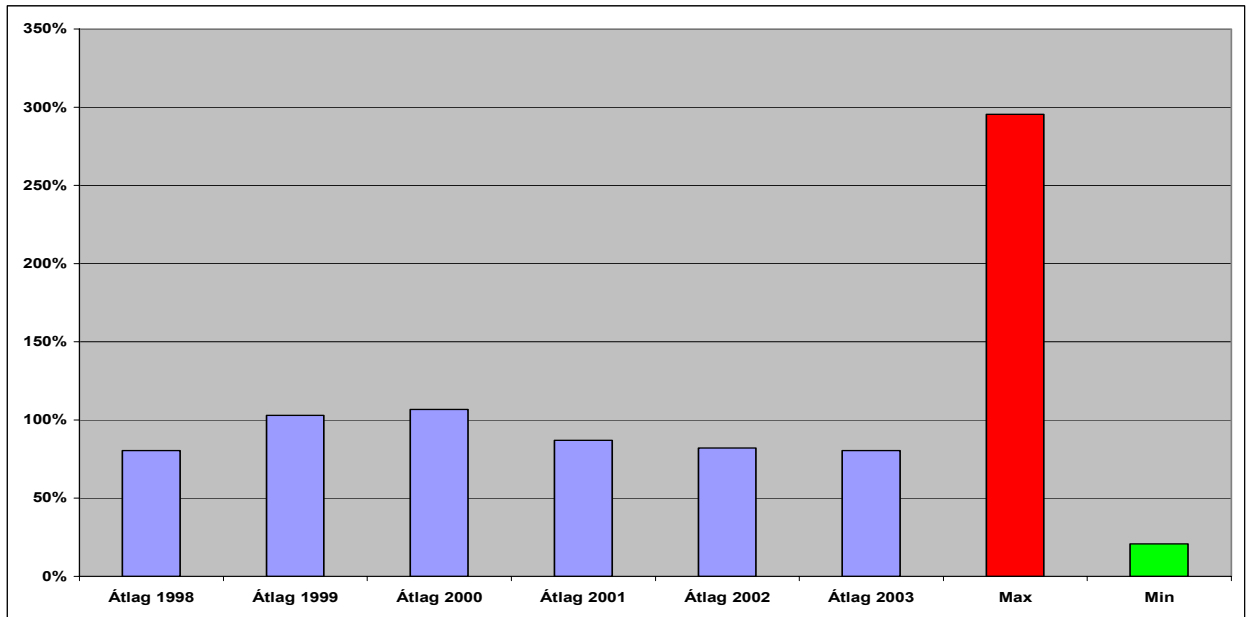
15. ábra: A cukorrépa vonatkoztatott fajlagos mészfelhasználás alakulása, %répa



16. ábra: A nemicukor mennyiségére vonatkoztatott fajlagos mészfelhasználás alakulása

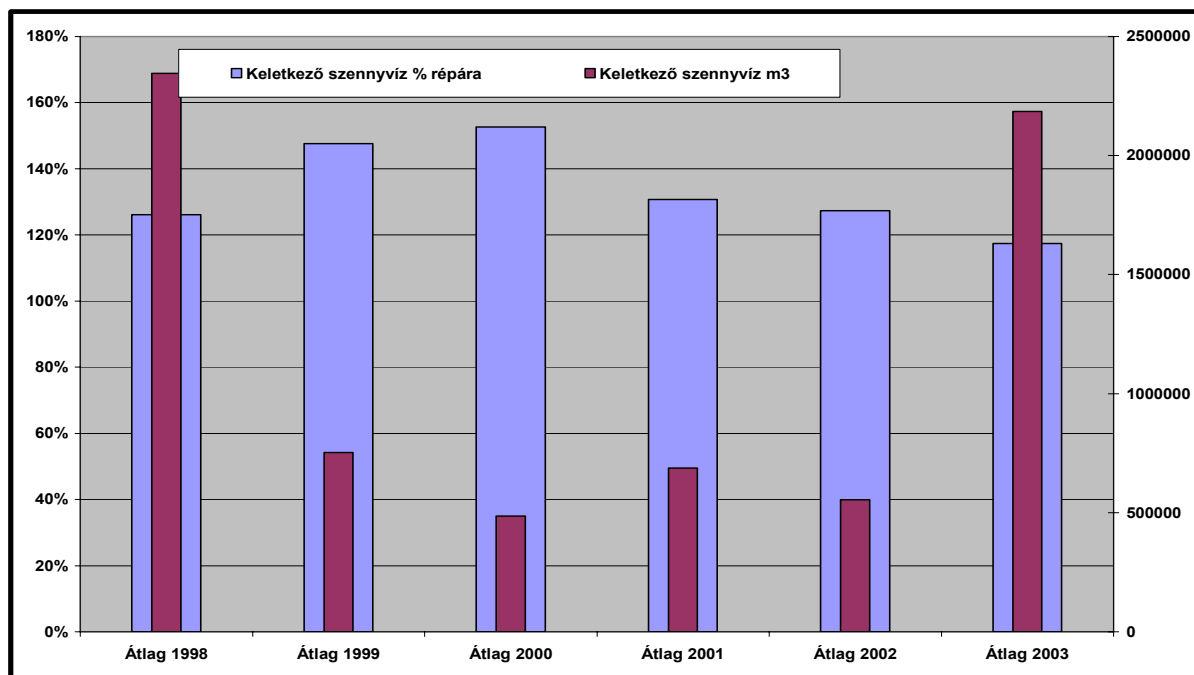
### *A cukoripar frissvízfogyasztása*

A cukorrépa előkészítése, a párák kondenzálása és hűtése sok vizet igényel, ugyanakkor a cukorgyár vizet is „termel”, amely a répa nagy víztartalmából (kb.75%) adódik. A cukorgyári vízgazdálkodás és szennyvízkezelés kérdéseivel a 2.5.3, a 2.6.1 és a 4.4.1 pontban foglalkozunk. A cukorgyárak frissvízfelvétele jellemzi azt, hogy a cukorgyár milyen mértékben tudja újrahasznosítani répafeldolgozás közben keletkezett vízmennyiséget. Az átlag fogyasztást, és a bemutatott időszakban előfordult szélső értékeket (egy-egy gyári adat) a 17. ábra mutatja.



**17. ábra: A cukoripar frissvízfogyasztása (% répára)**

A keletkező szennyvizek mennyiségét a 1998-2003 között az 18. ábra mutatja be.



**18. ábra: A cukoriparban keletkezett szennyvíz mennyisége (m<sup>3</sup>) és répara vonatkoztatott aránya (%)**

A két diagramból jól látható, hogy a cukoripar jelentős vízfogyasztó és szennyvíz kibocsátó. A kibocsátott mennyiségek (m<sup>3</sup>) nagy ingadozása a feldolgozott répa mennyiségének változásából adódik.

### 3.4 KÖRNYEZETI KIBOCSÁTÁSOK

#### 3. 4.1 KIBOCSÁTÁSOK A LEVEGŐBE

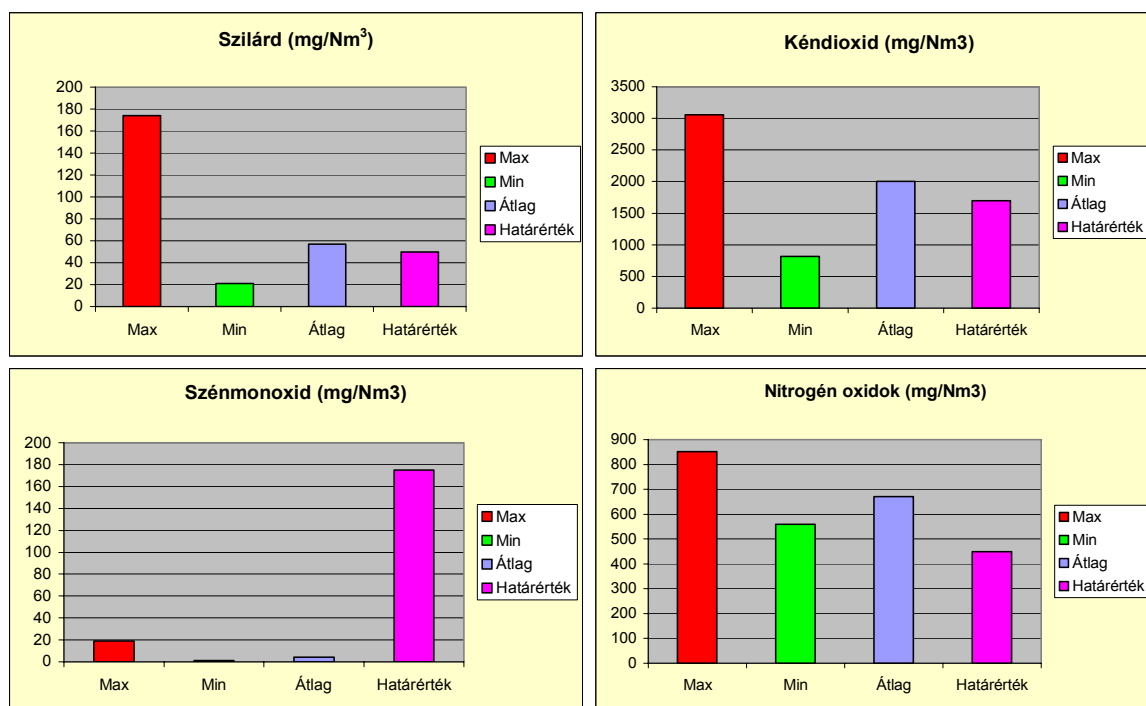
##### 3.4.1.1 Erőtelep

A legnagyobb kibocsátók az erőtelepi kazánok. A kazánok fűtőolaj vagy gáztüzelésűek. A kibocsátás az erőmű kéményén, mint pontforráson keresztül történik.

A kibocsátott légszennyező anyagok iparági adatai a 6-7. táblázatban, illetve a 19-20. ábrán szerepelnek öt évre visszamenőleg.

	Szilárd	Kéndioxid	Szénmonoxid	Nitrogén oxidok
<b>Max</b>	<b>174</b>	<b>3053</b>	<b>19</b>	<b>852</b>
<b>Min</b>	<b>21</b>	<b>815</b>	<b>1</b>	<b>559</b>
<b>Átlag</b>	<b>56,75</b>	<b>2000,65</b>	<b>4,15</b>	<b>670,55</b>
<b>Határérték</b>	<b>50</b>	<b>1700</b>	<b>175</b>	<b>450</b>

6. táblázat: Kibocsátás fűtőolaj tüzelése esetén (mg/Nm<sup>3</sup>)



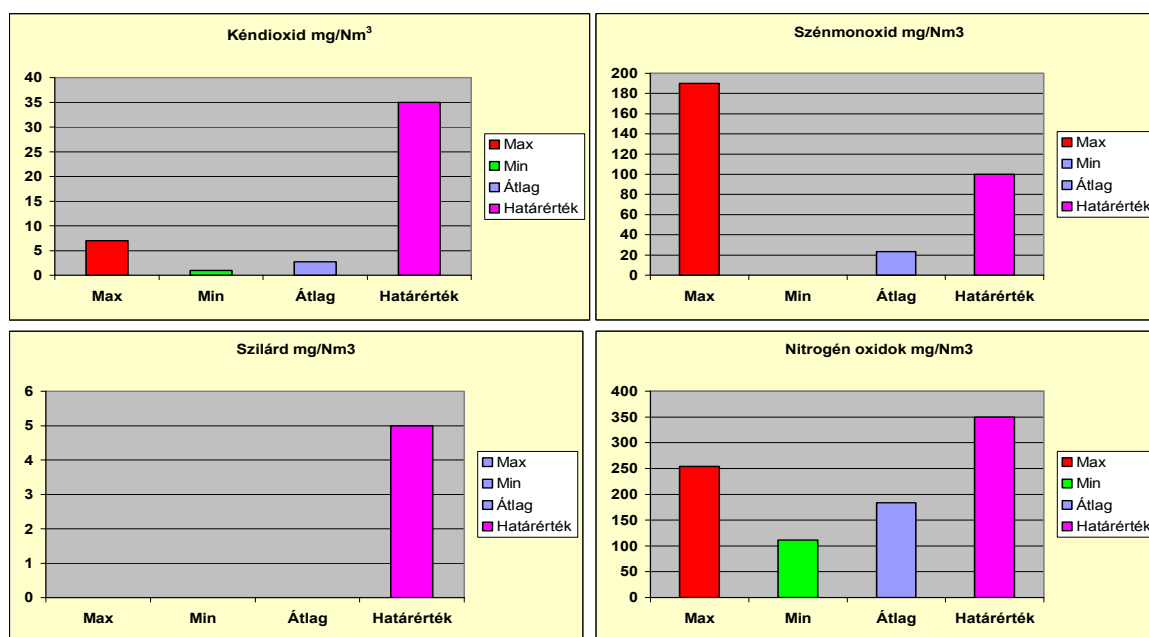
19. ábra: Kazánok által kibocsátott légszennyező anyagok fűtőolaj tüzelése esetén

(Mérési eredmények)

	Szilárd	Kéndioxid	Szénmonoxid	Nitrogén oxidok
<b>Max</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>190</b>	<b>254</b>
<b>Min</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>111,1</b>
<b>Átlag</b>	<b>0</b>	<b>2,7</b>	<b>23,3</b>	<b>183,5</b>
<b>Határérték</b>	<b>5</b>	<b>35</b>	<b>100</b>	<b>350</b>



7. táblázat: Kibocsátás gáztüzelése esetén (mg/Nm<sup>3</sup>)



20. ábra: Kazánok által kibocsátott légszennyező anyagok gáztüzelése esetén  
(Mérési eredmények)

Az alábbi 8. táblázatban a füstgázokban mért egyéb szennyezőanyag kibocsátást tüntettük fel.

Szennyezőanyag koncentráció			
	Kloridok (HCl-ként) mért/határérték	Fluridok (HF-ként) mért/határérték	Fémek és As együtt mért/határérték
1998			
1999			
2000	<0,43/30	<1,19/5	2,2/3
2001	<0,59/30	<2,2/5	1,4/3
2002	0,5/30	<1,5/5	0,6/3

8. táblázat: Fűtőolaj tüzelésű kazánok alkáli-halogenid és fémszennyeződés kibocsátása

### 3.4.1.2 Szeletszárítás

Az. 1. fejezetben elmondottak szerint a szeletszárítás nem szükségszerű kísérője a cukorgyártásnak, hanem opcionálisan gyártható melléktermék. Ezért a szeletszárítóból a kibocsátások alkalmasszerűen jelentkeznek. A kibocsátás összetétele hasonló a fűtőolaj tüzelésű kazánokéhoz, de a száraz szelet kisméretű részecskéiből keletkező por miatt a szilárd szennyeződés magasabb. A következő táblázatokban példaként, egy-egy adott mérési eredményt tüntettünk fel, tájékoztatásul.

Szennyező anyag megnevezése	Szeletszártó kémények emisszió, min/max (kg/h)
Kén-dioxid	4,53/8,83
Szén-monoxid	23,96/14,9
Nitrogén-oxidok	3,84/3,86
Szilárd anyag	6,49/6,19
Korom	0,23/0,29

**9. táblázat: Emisszós értékek a szeletszártói kéményből (példa)**

Szennyező anyag		Szennyező anyag koncentráció		Technológiai határérték	Technológiai határérték túllépés
megnevezése	kódja	mért (mg/Nm <sup>3</sup> )	5%O <sub>2</sub> -re (mg/Nm <sup>3</sup> )	(mg/Nm <sup>3</sup> )	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Kén-dioxid	001	161	715	500	<b>215</b>
Szén-monoxid	002	387	1717	500	<b>1347</b>
Nitrogén-oxidok	003	128	571	500	<b>71</b>
Szilárd anyag	007	91	-	75	<b>16</b>

**10. táblázat: Technológiai kibocsátási értékek a szeletszártói kéménynél (példa)**

### 3.4.1.3 Mészállomás, technológia

A mészállomáson a mészégetés során keletkező széndioxid több, mint 50%-át a technológia hasznosítja. A mészkemencében keletkezett és fel nem használt CO<sub>2</sub> elsősorban a szaturációs készülékek kürtőjén távozik, de szabályzástechnikai okokból alkalomszerűen előfordul, hogy a mészkemence tetején lévő kürtőn is távozik gáz a levegőbe. Szénmonoxid akkor kerül a levegőbe, ha a mészkemencében az égés nem tökéletes, ami technológiai szempontból is kedvezőtlen.

A technológián belül a bepárlás és kristályosítás során keletkező párok elszívásánál és kondenzálásánál a szivattyúk szabadba nyomó vezetékén ammónia távozik. A levegőbe kibocsátott ammónia mennyisége függ a répa nitrogéntartalmától, a répafeldolgozás technológiai paramétereitől. A levegőbe történő ammónia kibocsátásra pontos adatok nincsenek, a 4.1.2.3.2 pontban ismertetett becslés szerint a répa nitrogén tartalmának 30-60%-a kerülhet a levegőbe, fennmaradó része pedig a szennyvízbe kerül.

### 3.4.1.4 Gépjármű és rakodógép forgalom

A cukorrépa beszállítása, gyártelepi manipuláció, mészkemence töltése, kész- és melléktermékek közúton történő kiszállítása, jelentős gépjármű forgalmat eredményez a cukorgyárak területén. A gépjárművekből származó kipufogógáz szintén a levegőt szennyezi. Nagyságára adatok nincsenek.

### 3.4.1.5 Porelszívó rendszerek a cukor tárolásánál, kiszerezésénél, száraz szelet raktározásánál és pelletálásánál

Ezek a berendezések csak a szilárd anyaggal szennyezik a levegőt. Az alábbiakban példaként bemutatunk néhány mérési eredményt.

A mérési eredmény és a kibocsátási határérték összehasonlítása				
Szennyező anyag		Mért koncentráció	Technológiai kibocsátási határérték	Határérték túllépése
megnevezése	kódja	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Szilárd anyag	007	4,1	150	-

*11. táblázat: Siló elszívó kürtő (példa)*

A mérési eredmény és a kibocsátási határérték összehasonlítása				
Szennyező anyag		Mért koncentráció	Technológiai kibocsátási határérték	Határérték túllépése
megnevezése	kódja	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Szilárd anyag	007	7,3	150	-

*12. táblázat: Pelletáló üzem központi elszívó kürtő (példa)*

### 3.4.1.6 Hűtőtornyok

A hűtőtornyokban az erős elpárologtatás következtében, a ventilátorok nagy mennyiségű vízpárát juttatnak a levegőbe, ami ammóniával is szennyezett lehet.

### 3.4.1.7 Szennyvíztisztítók, tározók

A szennyvíz tisztítása, illetve a zagykazettákból a föld eltávolítása során előfordul, hogy ideiglenesen, jelentős bűzhatás keletkezik

### **3.4.2 TALAJBA, TALAJVÍZBE TÖRTÉNŐ KIBOCSÁTÁSOK**

A cukoripar közvetlenül talajba, talajvízbe szennyező anyagot nem bocsát ki. A gyártási technológia a melléküzemekkel együtt zárt folyamat, ahol a különböző folyadékok csővezetékben, zárt csatornarendszerekben áramlanak. A tároló tartályoknál (melasz, pakura), lefejtő állomásoknál, mindenhol megfelelően kiépített kármentők vannak.

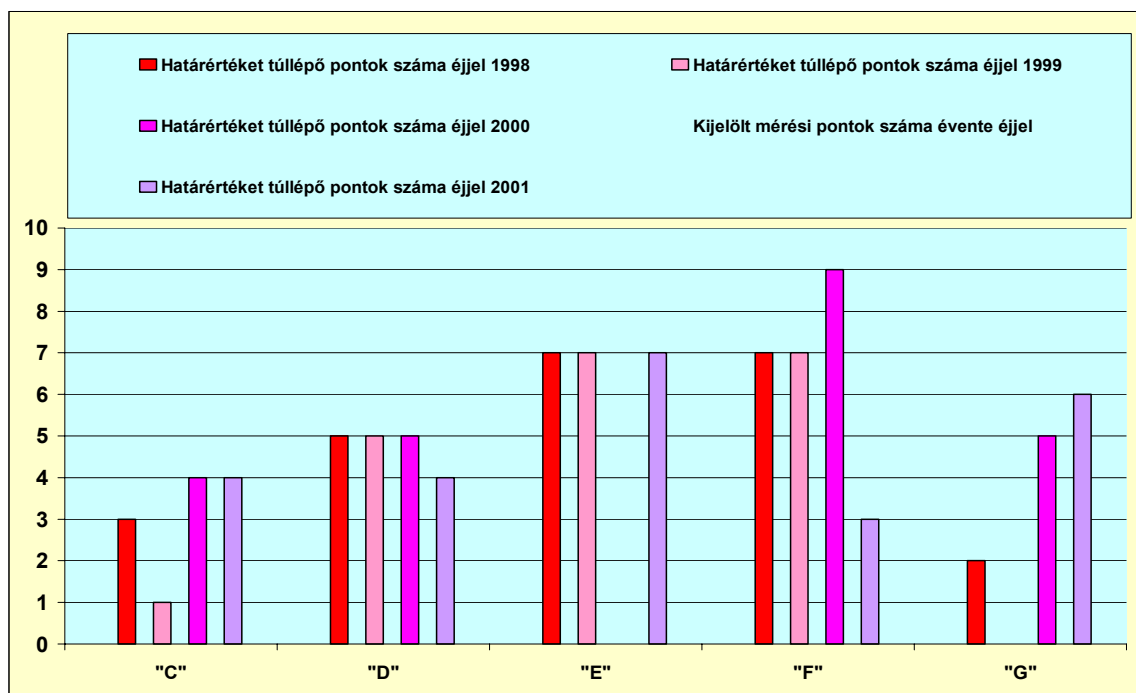
Közvetett talaj- és talajvízszennyezés a földmedrű iszaptárolóknál, szennyvíztározóknál, hűtőtavaknál fordulhat elő, amelyek általában megfigyelő kutakkal vannak ellátva. A megfigyelő kutakból végzett vizsgálatok talaj és talajvíz szennyeződést nem mutattak. Az engedélyezett átmeneti tárolók (mésziszap, a répa tisztítása során keletkezett föld, kő, gaz, répatörmelék tárolói), általában betonozottak, ami megakadályozza a talaj szennyezését. Ezen tárolók csurgalékvizei pedig a cukorgyár zárt csatornarendszerébe kerülnek.

#### **3.4.2.1 Felszíni vízbe történő kibocsátások**

A cukorgyári vízforgalomnál és szennyvízkezelésnél említettük, hogy a cukorgyár a répa ~75%-os víztartalma miatt potenciális szennyvízkibocsátó. Ezért a tározó rendszerek kapacitásának függvényében a keletkezett szennyvizet időszakokként el kell engedni. Ezek a vizek a szennyvíztisztításnál említett folyamatok függvényében jelenleg nem tisztulnak meg a befogadókra előírt határértékre. Leengedésük egyedi engedélyek alapján történik. Ezek a vizek magas KOI tartalmúak (100-1000 mg/l KOI) és ammóniával terheltek (5-50 mg/l).

### **3.4.3 ZAJKIBOCSÁTÁSOK**

A cukorgyárból származó rendszeres zajok általában, a gépek működéséből adódnak. Ez egy monoton egyenletes zaj. Ugyanakkor a gyártelepen, főként a nappali időszakban, amikor a répabeszállítás van akár közúton, akár vasúton, a járművek mozgásából egy változó zaj növeli meg a gépek működéséből adódó „alapzajt”. Sok berendezés van a szabadtérbe telepítve, ahol az épületnek nincs zajcsökkentő hatása. Ezért a cukorgyárak környezetében, a répafeldolgozás alatt, a zajterhelések meghaladják az előírt határértékeket. Több éves mérési eredményeket mutat a következő diagram.



21. ábra: Cukorgyárak környezetében végzett zajmérések eredményei

### 3.4.5 HULLADÉKOK

A cukorgyárakban keletkező hulladék típusok felsorolása a rendelet besorolása szerint:

- 02 MEZŐGAZDASÁGI, KERTÉSZETI, VÍZKULTÚRÁS TERMELESBŐL, ERDŐGAZDASÁGBÓL, VADÁSZATBÓL, HALÁSZATBÓL, ÉLELMISZER ELŐÁLLÍTÁSBÓL ÉS FELDOLGOZÁSBÓL SZÁRMAZÓ HULLADÉKOK
  - 02 01 01 mosásból és tisztításból származó iszap
  - 02 01 03 hulladékká vált növényi szövetek (gaz, répalevél, répatörmelék)
  - 02 01 10 fémhulladék (karbantartási időszak alatt)
  - 02 01 99 közelebbről nem meghatározott hulladékok
  - 02 04 cukorgyártási hulladékok
  - 02 04 01 cukorrépa tisztításából és mosásából visszamaradt föld
  - 02 04 02 nem szabványos kalcium-karbonát (mész-kötőrmelék, oltatlan mész-kőmaradék)
- 08 BEVONATOK (FESTÉKEK, LAKKOK ÉS ZOMÁNCOK), RAGASZTÓK, TÖMÍTŐANYAGOK ÉS NYOMDAFESTÉKEK TERMELESBŐL, KISZERELÉSÉBŐL, FORGALMAZÁSÁBÓL ÉS FELHASZNÁLÁSÁBÓL SZÁRMAZÓ HULLADÉKOK
- 13 OLAJHULLADÉKOK ÉS FOLYÉKONY ÜZEMANYAGOK HULLADÉKAI (kivéve az étolajokat, valamint a 05, 12 és 19 fejezetekben felsorolt hulladékokat)
- 15 HULLADÉKKÁ VÁLT CSOMAGOLÓANYAGOK; KÖZELEBBRŐL NEM MEGHATÁROZOTT ABSZORBENSEK, TÖRLŐKENDŐK, SZŰRŐANYAGOK ÉS VÉDŐRUHÁZAT
  - 15 01 csomagolási hulladékok 15 01 01 papír és karton csomagolási hulladékok
  - 15 01 02 műanyag csomagolási hulladékok
  - 15 01 03 fa csomagolási hulladékok
  - 15 01 04 fém csomagolási hulladékok

- 15 01 07 üveg csomagolási hulladékok
- 15 01 09 textil csomagolási hulladékok
- 16 A JEGYZÉKBEN KÖZELEBBRŐL NEM MEGHATÁROZOTT HULLADÉKOK
  - 16 01 a közlekedés (szállítás) különböző területeiről származó kiselejteztet járművek (ideértve a terepjáró járműveket is), azok bontásból, valamint a járművek karbantartásából származó hulladékok (kivéve 13, 14, 16 06 és 16 08)
  - 16 01 03 termékként tovább nem használható gumiabroncsok
  - 16 01 04\* termékként tovább nem használható járművek
  - 16 01 07\* olajsűrők
  - 16 01 13\* fékfolyadékok
  - 16 02 elektromos és elektronikus berendezések hulladékai
- 17 ÉPÍTÉSI ÉS BONTÁSI HULLADÉKOK (BELEÉRTVE A SZENNYEZETT TERÜLETEKRŐL KITERMELT FÖLDET IS)
  - 17 01 beton, téglá, cserép és kerámia
  - 17 01 01 beton
  - 17 01 02 téglák

**A cukorgyártási technológiához kapcsolódó legjellemzőbb hulladékok a következők:**

- a répa tisztítása során keletkező szerves hulladék (kő, homok, föld)
- a répa tisztítása során keletkező szerves hulladékok (gáz, répalevél, répatörmelék)
- földiszap
- szeletszárításkor keletkező szeletpor
- a cukor tárolásakor, kezelésekor, csomagolásakor keletkező cukorpor
- mészkötőrmelék
- csomagoló anyagok
- segédanyagok, adalékanyagok maradványai.

**Közvetlenül nem a cukorgyártási technológiához tartozó hulladékok**

- karbantartási hulladékok (fém, fa, üveg, olajos rongy, festék, göngyölegek stb.).
- építkezési hulladékok (tégla, üveg, beton stb.).
- laboratóriumi vegyszermaradványok, ólom tartalmú szűrőpapír
- elektronikai hulladék.

## **4. JAVASLATOK, MÓDSZEREK AZ ELÉRHETŐ LEGJOBB TECHNIKA (BAT) KIALAKÍTÁSÁRA**

Az alábbiakban, az egyes részfolyamatoknál röviden megadjuk a környezetvédelmi célkitűzéseket. Természetesen e célok nem veszélyeztethetik a technológiai folyamatok minőségi, kapacitás és gazdaságossági követelményeit.

### **4.1 MÓDSZEREK ÉS BAT KÖVETELMÉNYEK A RÉPAFELDOLGOZÁSBAN**

*Cél: a fajlagos alapanyag-, energia- és segédanyag felhasználás minimalizálása.*

#### **4.1.1 BAT MÓDSZEREK A RÉPA FOGADÁSÁRA, TÁROLÁSÁRA ÉS MOSÁSÁRA**

*Cél: a feldolgozásra kerülő cukorrépa minőségének megőrzése.*

A cukorrépat a minőségromlás megelőzése végett a lehető legrövidebb ideig kell tárolni. A tárolt répa cukortartalma csökken, kémiai és fizikai tulajdonságai a feldolgozás szempontjából kedvezőtlenül változnak (2.1. pont). Ezért mindig csak az üzemelés biztonságához szükséges répamennyiséget (2-3 nap) tárolják a gyáron belül, a folyamatos ellátást a répa szedésének és beszállításának megfelelő ütemezésével kell biztosítani.

Törekedni kell arra, hogy a répával minél kevesebb szennyezőanyag kerüljön a cukorgyárba. Ahol lehetséges, olyan betakarító gépeket kell alkalmazni, melyek elvégzik a földből kiszedett répa elsődleges tisztítását. A répa szennyezettsége egyéb növényi maradványokkal nagymértékben függ a helyesen alkalmazott, végrehajtott talaj-előkészítéstől, gyomirtástól, a répa fejelésétől, kiszedésétől, járműre történő felrakásától. A répával be nem hozott szennyező anyagok, pl. a föld jelentősen csökkenthetik a cukorgyári szennyező anyag kibocsátást is.

A cukorrépa gyártelepen kialakított átvételére (mérlegelés, mintavétel, elemzés, ennek alapján a termelővel történő elszámolás) kialakított meglévő számítógépes rendszerek már BAT-nak tekinthetők.

A répa kirakására közúti, vagy vasúti járművekből kialakított száraz, illetve nedves ürítési eljárás szintén elfogadható BAT-nak. A legfontosabb, hogy a nedves ürítésnél a vízfelhasználás csökkentése érdekében frissvizet már nem lehet használni. A cukorrépa gyártelepen belüli mozgatására (úsztatás) kialakított rendszerek megfelelnek a BAT követelményeknek.

A cukorrépa úsztatással történő mozgatásához szükséges vízmennyiség csökkentése érdekében a szállítási útvonal úgy rövidíthető, hogy a répamosógépet kihelyezik a fogadó és tároló közelébe és a már megmosott répát szállítószalag segítségével, juttatják a technológiai főépületbe a további feldolgozásra.

Az úsztatóvízbe beépített mechanikai tisztító berendezéseknek (gazfogó, kőfogó, törmelékfogó) számtalan típusa van, az alkalmazott technológia egész Európában elfogadott.

A répamosó berendezéseknek is számtalan típusa van, melyek közül azok tekinthetők hatékonyabbnak, amelyek kíméletesen kezelik a répát. Ezért egyre inkább terjednek a vízugaras, szórófejes répamosó gépek.

## 4.1.2 BAT MÓDSZEREK A RÉPAFELDOLGOZÁS TECHNOLÓGIAI FOLYAMATÁBAN

**Cél: a veszteségek csökkentése, energia- és segédanyag felhasználás minimalizálása.**

A BAT kialakításában olyan módszereket kell alkalmazni, amelyek a technológia és a hozzátartozó berendezések működtetésének hatékonyságát növelik. Ennek elsődleges feltétele az egyes technológiai lépcsők optimalizálása, azaz az optimális működési paraméterek biztosítása. Ezek a *répa- és léminőségtől* is nagymértékben függenek. A gyár műszaki/technológiai vezetői döntenek el a mindenkori működési paramétereket, az ezekben történő esetleges beavatkozásokat, módosításokat. A BAT tehát az ismertetett technológia olyan vezetése, amit a mindenkori legjobb szaktudással, technológiai ismeretekkel el lehet érni az adott berendezésekkel, erőforrásokkal. A szaktudás jelenleg is fejlődik. A műszaki szakemberek ismereteinek színvonala tehát alapvető fontosságú a BAT szempontjából.

Ebben a fejezetben azt ismertetjük, hogy egy-egy technológiai lépcsőben milyen megoldásokat *lehet* alkalmazni az erőforrásokkal való takarékosagra (nyersanyag, segédanyag, víz, energia), azonban ezek alkalmazása nem mindig szükségszerű, mert az elsődleges cél a cukorminőség biztosítása, ami nem mindig és nem minden takarékosági intézkedéssel egyeztethető össze.

A fajlagos nyersanyag-, víz-, energia- és segédanyag felhasználás felsorolásakor ott, ahol lehetséges, megadunk bizonyos értékeket, de inkább tartományt, amit a jó technológiával el lehet érni.

A környezet közvetlen megóvása érdekében kifejlesztett rész-technológiákat (kiegészítő technológiák) részletesen ismertetjük.

### 4.1.2.1 Lényerés

A technológia ismertetésekor (2.3.1 fejezet) felsoroltuk azokat a paramétereket, amelyek kézbe tartása az extrakciós folyamat hatékonyságát megszabja. Ezeket nem ismételjük. Az alábbiakban a folyamat ellátásához szükséges segédanyagokat, a víz és hőenergiával való takarékosagra irányuló forrásokat ismertetjük és azokkal való takarékosági intézkedéseket/módszereket.

- **Vízellátás:**

Az extrakcióhoz a présvíz teljes mennyiségét vissza kell forgatni. Ez a mennyiség nagymértékben függ az extrahált (lúgzott) szelet kezdeti víztartalmától és a préselés mértékétől, ezért viszonylag széles határok között változhat. Törekedni kell az extrahált szelet minél nagyobb mértékű préselésére, mert annál több az extrakcióba visszaforgatható víz. A préselt szelet maximális elérhető szárazanyag tartalma sok tényezőtől függ, a jelenlegi technológia mellett 22-33% sz.a. A présvíz így az extrakcióhoz szükséges víz 30-60%-át teheti ki.

A présvizet friss vízzel vagy kondenzvízzel kell kipótolni (ez a „hajtóvíz”). Kondenzvíz esetében a répaminőségtől és a nem kondenzálódó gázok alkalmazott elválasztási módszereitől függően gondot jelenthet az ammónia-tartalom, ami károsan befolyásolja a szelet állagát.



A kondenzvíz ammónia tartalmának csökkentésére létezik technikai megoldás. Az eljárás lényege, hogy az ún. nem kondenzálódó gázokat (főleg ammónia) a kondenzvíztől szeparálják egy csökkenő nyomású kondenzedény sorozatban.

- **Hőenergiafelhasználás:** a lényerésben hőenergiaigény azért jelentkezik, mert az anyagokat (édes szelet, hajtóvíz, présvíz) fel kell melegíteni a folyamat hőmérsékletére. A hőenergia felhasználás csökkentésére két módon lehetséges:
  - bevitt hő visszanyerése az édes szelet melegítésére a szelet denaturálását kiszolgáló hőcserélőben („forrázóban”): ez minden berendezésnél adott.
  - A répa hőmérsékletétől függően több – kevesebb mennyiségű, alacsony nyomásfokozatú pára hőjével pótolják a szelet megfelelő hőmérsékletre történő melegítéséhez szükséges hőmennyiséget.
- **Segédanyag, adalék felhasználás**
  - Amennyiben a segédanyag vagy adalékanyag a technológiai szennyvízben megjelenik, minden esetben ellenőrizni kell, hogy a magyar előírások szerint, magyar nyelven kiállított Biztonsági Adatlap 12. pontjában ismertetett ökotoxikológiai hatások alapján az élővízbe való bevezetés milyen feltételekkel (hígítottság) engedélyezhető.
  - *Hajtóvíz összetétel:* előírt szintet kell biztosítani a kalcium-ion koncentrációra és a savasságra. A különböző módszerek közül a cukorgyár a számára legalkalmasabbat választhatja ki. A kalciumforrásként mésztejet vagy kalcium-sókat (szulfát, foszfát) használhatnak. A savasság biztosítása kén-dioxiddal, kénsavval, esetleg foszforsavval történhet. A kén-dioxidot folyékony kén-dioxid zárt rendszerből történő adagolásával juttatják a lébe. A másik módszer a kén-dioxidot helyben történő előállítás kén égetésével. Modern, fűvókás kemence használatával és megfelelő áramlási viszonyokkal kell gondoskodni a kén-dioxid tökéletes elnyeléséről.
  - *Fertőtlenítőszer:* a gyár hatáskörébe tartozik annak eldöntése, hogy melyik élelmiszeriparban engedélyezett fertőtlenítőszeret/szereket használja a folyamat mikrobiológiai állapotának kézbentartására.
  - *Habzásgátló adalék:* a nyerslé/szelet keverék erősen habzik a hőcserélőben (forrázóban). A gyár az élelmiszeriparban engedélyezett felületaktív anyagok közül a számára legalkalmasabbat választhatja.
  - *Préselési segédanyag:* ha a szelet rosszul préselhető (pl. károsodott répa esetén), vagy növelni akarják a préselt szelet szárazanyag tartalmát, opcionálisan alkalmazható a nedves szelet kezelésére gipsz vagy mész oldat, amely javítja a préselhetőséget.

#### 4.1.2.2 Létisztítás

A létisztítás egyes lépcsőiben az optimális paraméterek nagymértékben a répa minőségétől függenek. A fontosabb paraméterek tartományát a 2.3.2 fejezetben ismertettük.

#### 4.1.2.2.1 Mészke (CaCO<sub>3</sub>) és mész felhasználás

A mész a cukorgyártás legfontosabb segédanyaga. Előállítására primer tüzelőanyagot (kokszt) és jó minőségű mészövet igényel. A mésszel való takarékoság ezért fontos kérdés. A mész szerepe kettős: a lé lúgosságát és pH-ját növeli, másrészt a kicsapódó CaCO<sub>3</sub> adszorbens és szűrési segédanyag.

Az utóbbi funkció betöltése a már kicsapott CaCO<sub>3</sub>-tal, azaz a szénsavazási iszapok visszaforgatásával is lehetséges, amivel tehát a frissmész igény csökken. A progresszív előderítésben az 1. szénsavazási iszap megfelelő helyre (előderítői kamrába) történő visszacirkuláltatása valósul meg, ami megfelel a BAT szempontnak (fajlagos segédanyag felhasználás csökkentés).

Optimális technológia-vezetésnél a mézigény a répa minőségétől is függ. Fagyott, károsodott répából származó nyerslé nagyobb kolloid tartalmú és általában savasabb kémhatású. Ezért fagyott répa feldolgozásánál több meszet kell adagolni. Mivel a répaminőség kifejeződik a nyerslé tisztaságában, általában elmondható, hogy minél kisebb tisztaságú a nyerslé, azaz minél nagyobb az oldott nemcukor aránya a szárazanyag tartalomban, annál több mész szükséges.

Mésztej adagolás történik:

- előderítőbe
- főderítőbe
- 2. szénsavazás előtt („pótmész”, opcionális)

A beadagolt mész mennyiségének összegét kgCaO/100kg répára szokás megadni. További szokásos mérőszám a nyerslé nemcukor tartalmára vonatkoztatott mérőszám, a kgCaO/100kg nemcukor.

A mézadag egy bizonyos határon túli csökkentése a lé minőségének (szín, hígkalcium-koncentrációja, I. szénsavazott lé szűrhetősége) romlásával jár (ST 9.1.9 fejezet).

Szakirodalmi adatok szerint (*Vukov, 1972*) 80-120% mész szükséges nyerslé nemcukorra vonatkoztatva. Ez pl. 87%-os nyerslé tisztaságnál, átlagos 16% szárazanyag tartalom mellett répára 1,8-2,0% CaO. A nyerslé tisztaság 1%-os növekedése átlagosan 10%-kal csökkenti a mézigényt. Eszerint tehát 90%-os nyerslé tisztaságnál 1,4-1,6% CaO/répa szükséges.

Későbbi szakirodalmi adatok szerint a mész nemcukorra vonatkoztatott aránya csökkenthető 70 %-ra (*Schiweck, 1990*).

Másrészt, bármilyen magas is a nyerslé tisztasága, az 1% CaO/répa mézadag tűnik a szakirodalmi adatok szerint egy olyan lehetséges alsó határnak, ami alatt a flokkulációs folyamatok és a sók kicsapása nem mennek teljesen végbe, ezért a léminőség erősen romlik (ST 9/10 ábra).

Ezeket a szakirodalmi adatokat a magyarországi gyárak tapasztalatai is igazolják.

A fentieket figyelembe véve az alkalmazott technológiai folyamatban (progresszív előderítés, főderítés, kétlépcsős szénsavazás) a reálisan elérhető mézfelhasználás a nyerslé tisztaságától függően a következő tartományban változhat:

85% nyerslé tisztaságnál: 1,7-2,0 % CaO% répa

90% nyerslé tisztaságnál: 1,2-1,5 % CaO% répa

illetve, a közbelső tisztaságoknál a kettő közötti tartomány. Mivel a meszet ezek szerint a nyerslé nemcukor tartalmához kell igazítani, a szokásos lélehúzás mellett (kb. 110 %) a fenti répara számított mérszadag a:

64-85 % CaO % (g/100g nemcukor) értéknek felel meg.

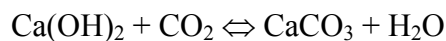
Magasabb nyerslé tisztaságnál a nemcukorra számított felhasználás magasabb, mert nagyobb a mésszel nem eltávolítható, oldott nemcukrok aránya az összes nemcukrokon belül.

*Fagyott, nagymértékben károsodott répa* esetén a méssfelhasználást növelni kell 90-100% CaO/nemcukor mennyiségre a lé feldolgozhatóságának biztosítása érdekében.

#### 4.1.2.2.2 Kibocsátások a levegőbe a szénsavazásban, mészkő „körfolyamat”

*Emisszió a szénsavazókból:*

A nyitott szénsavazó reaktorból kilépő gőz-gáz keverék 4-10 tf% CO<sub>2</sub>-t tartalmaz, ami a mészkemencéből származik. *A CO<sub>2</sub> kibocsátás kevesebb, mint fele a nem cukorgyárban üzemelő mészkemencékhez képest.* Ennek oka, hogy a létisztításba beadagolt mésszel egyenértékű CO<sub>2</sub> elnyelődik, és az iszapba kerül:



Összességében véve ezért a cukorgyári mészkemencék CO<sub>2</sub> kibocsátása a mészkemencébe adagolt mészkőre számított kb. 8% koksztartalmával egyenértékű, mert a mészkő disszociációjából eredő CO<sub>2</sub> ismét mészkővé alakul. A szokásos méssfelhasználások (1-2% CaO/répa) mellett a 8% koksztartalmú mészkő felhasználásból eredő szén-dioxid kibocsátás répara vonatkoztatva 0,4-0,9 % CO<sub>2</sub>/répa. Ez 1 tonna répa feldolgozásánál átlagosan 4-9 kg CO<sub>2</sub>-ot jelent. A mészkemencéből kibocsátott CO<sub>2</sub> a felhasznált primer energiából (kazán) származó CO<sub>2</sub>-nak tört része, mintegy 4-13 %-a. Ez kicsi, de nem elhanyagolható arány. A mésztakarékossággal tehát a mészkemence CO<sub>2</sub> kibocsátása csökken, ezzel párhuzamosan kisebb mértékben csökken a cukorgyártás összes CO<sub>2</sub> kibocsátása is.

A mészégetéskor nem kívánatos mellékreakcióban több-kevesebb (0,05-0,2 tf%) CO is keletkezik, aminek mennyiségét a helyes égetéssel lehet csökkenteni. A szénsavazógáz CO-tartalma a szénsavazóból kilépve a *levegőbe kerül*. A cukorgyárakban a mészkemence gáz rendszeres vizsgálatával (2-4 óránként) ellenőrzik a kemencéből kilépő gáz CO koncentrációját. A CO tartalom növekedése esetén azonnal intézkednek a mészkemence üzemeltetési paramétereinek megfelelő módosításával.

A szénsavazóból kilépő gáz ezen kívül *ammóniát* tartalmaz, amely a *lében* levő *amidok* bomlásából származik. A kibocsátás változó az amidok bomlásától függően, ami az üzemi paramétereiktől függ. A répa összes, NH<sub>3</sub> formában illékony N-tartalma 8-12 mmol/kg (100-170 mgNH<sub>3</sub>/kg) (ST. 2.1.4.2 fejezet, 2/19 ábra). Megjegyezzük, Magyarországon inkább a 12-16 mmol/kg (200-270 mgNH<sub>3</sub>/kg) érték volt a jellemző a 90-es évek második felében (Cukorkutató kft. mérései szerint). Ennek 20-40%-a szénsavazókból, a maradék a bepárlásban és a kristályosításban távozik el a léből a párákba. Bár a kibocsátott ammónia csekély mennyiségű, a szag emisszió jelentős lehet.

*A légszennyezés csökkentése:*

A szennyező gázok levegőbe kerülésének megakadályozása mellett a szénsavazóból kilépő gáz/gőz energiatartalmát is hasznosítja a *hulladék hő hasznosító*, amelyekben az ammónia, széndioxid és nitrogén tartalmú párákat egy erre a célra kifejlesztett közvetlen hőátadású hőcserélőben

kondenzáltatják olyan vízzel, amelynek így megnövelt hőtartalma ezután a technológiában hasznosul (pl. présvíz melegítés).

*Az répából származó, vízzel lekondenzált ammónia végső soron a szennyvízbe kerül. A szennyvíz kezelésének módszereit a 2.6.1.4 pontban ismertettük.*

### 4.1.2.3 Bepárlás, kristályosítás

#### 4.1.2.3.1 Közvetett környezetkímélő módszerek

A bepárlásban és a kristályosításban a környezet megóvása a *fajlagos primer energiafelhasználás* csökkentésével érhető el. Mivel a cukorgyár energia- és hőrendszere a teljes cukorgyárat kiszolgáló racionális rendszer, amelyről a 4.2.1 pontban volt szó, az ott leírtakat nem ismételjük meg. Energiahatékonyság csak:

- megfelelően tervezett kristályosítási sémával
- jó berendezésekkel (centrifugák, kristályosítók)
- berendezések megfelelő működtetésével: kristályosítási folyamat vezetése, centrifugamunka (mosás, szörpök elválasztása)
- folytonos, egyenletes üzemben

valósul meg.

A cukoroldali séma jelentősége:

A többlépcsős vákuumkristályosításban a különböző anyagáramoknak (cukoroldatok, pépek, szörpök) a kristályosító állomások és berendezések közti szállítása, az áramok racionális hálózata a cukoroldali séma. A kristályosítás hatékonysága a *cukoroldali séma* optimalizálását igényli. Az optimalizálásnak egyik kritériuma az energiatakarékosság, ki kell elégíteni a cukorminőségi követelményeket, és emellett minimalizálni a melaszba kerülő cukormennyiséget. A jó cukoroldali séma biztosítja azt, hogy az optimalizálási kritériumok kielégítése a legkevesebb ráfordítással (átkristályosítással) legyen elérhető. A kristályosításban felhasznált *hőenergia* egyenes arányban van az ún. *átkristályosítási számmal*, ami megadja, hogy a terméként kinyert cukor átlagosan hányszor kerül feloldásra az adott sémában. A felhasznált *elektromos energia* attól függ, mekkora anyagmennyiséget (szörpöt, oldatot, pépet) kell szállítani (szivattyúkkal) az állomások, berendezések között. A séma megtervezése és számítása manapság *számítógépes sématervező programokkal* történik. A séma igazodik a mindenkori léminőséghez, a gyár adott berendezéseire és az optimalizálási kritériumokhoz. Ezért nincs teljesen általános séma. Csak elvek vannak, amin a séma tervezése és számítása alapszik. A legfontosabb elv, hogy a már egyszer szétválasztott cukrot és nemcukrot nem keverik újra össze, ami úgy érhető el, hogy a centrifugálás után kapott anyagáramokat (cukoroldat, anyaszörpök) a nekik leginkább megfelelő minőségű (tisztaság, szín) kristályosítási lépcsőbe szállítják.

#### 4.1.2.3.2 Ammónia kibocsátás a környezetbe és kiküszöbölése

A 4.1.2.2.2 fejezetben említettük, hogy a répa szerves savamidjai bomlásából származó ammónia részben a szénsavazásban, másrészt a bepárlásban és a kristályosításban távozik. Átlagosan az ammónia fele a bepárlás 1. 2. és 3. fokozataiban távozik, ahol a körülmények ennek a reakciónak leginkább kedveznek. Mivel a répa N-tartalma és savamid-tartalma nagymértékben függ a földrajzi helytől, időjárástól, talajműveléstől, stb., az ammónia formában távozó nitrogén széles határok

között változhat. A nemzetközi és a hazai adatokat figyelembe véve ez: 8-16 mmol/kg répa. Ennek megfelelően a bepárló fokozatokból távozó ammónia 4-8 mmol/kg répa. A bepárlói párákat különböző melegítők, berendezések (kristályosítók) fűtésére használják. Ez az ammónia kondenzvízbe, úsztatóvízbe, végül a szennyvízbe jut. Az élővizekbe kibocsátott víz ammónia tartalmának határértékét a befogadó vízminőségi állapota és a hígítási viszonyok alapján egyedileg kell meghatározni az engedélyező hatóságnak a jogszabályi előírások szerint (legfeljebb a cukoripari technológiai határérték: 20 mg/l). A répa amidjainak bomlásából eredő ammónia miatt a gyári szennyvíz ammónia-tartalma magasabb, bár nagyon széles határok között változik. A szennyvíz ammónia tartalmának határérték alá csökkentését a biológiai szennyvíztisztító biztosítja (2.6.1.4 pont), ahol az ammónia részben a KOI lebomlását elősegíti, mert N-forrás a mikrobák számára.

A kondenzvizet a technológiában (elsősorban extrakció) újrahasznosítják, ahol ammóniatartalma káros. Ezért célszerű az ammóniát már a kondenzvíz visszaforgatása előtt a kondenzvízből eltávolítani. Az itt kinyert ammónia ammónium-só formában melléktermékként (pl. N-műtrágya) is felhasználható. A szakirodalomban létező módszerek elemzése (Cukoripari Kutató Intézet Kiadványai 319/1998) alapján egy kombinált módszer alkalmazása a leghatékonyabb. Ez röviden a következő:

- Az ammónia a kondenzvíz töredékének (1/6-1/7) térfogatába koncentrálható egy erre alkalmas expanziós edényrendszerrel, amelyek egy-egy tagja egy-egy bepárlóhoz tartozik. A nagyobb mennyiségű, de ammóniaszegény frakciót használják újra fel technológiai vízként. Az ammóniában dús frakcióból az ammónia gyenge-kation cserélő oszlopon megköthető és az oszlop regenerálásakor keletkezett ammónium-só felhasználható. Ezzel a módszerrel az ammónia 70-80%-ban nyerhető ki, amely akár a legmagasabb előforduló amid tartalomnál is biztosítja az ammónia-tartalom határérték alá csökkentését a szennyvízben. Az ammónia teljes eliminálására nincs szükség a biológiai szennyvíztisztító rendszer N-igénye miatt, sőt, ezzel a módszerrel akár az ammónia eltávolítást ehhez az igényhez lehet igazítani.

Az utóbbi években a répaminőség javulása miatt a répa N-tartalma is csökkent. A cukorgyár kompetenciájába tartozik annak eldöntése, hogy tolerálja a technológiai víz ammónia tartalmát, vagy alkalmaz valamilyen módszert annak csökkentésére, mert ezt minden esetben gazdaságossági számítások döntenek el. A befogadóba kibocsátásra kerülő tisztított szennyvíz ammónia tartalmára a hatósági határozatban előírt határérték minden esetben betartandó.

## 4.2 MÓDSZEREK ÉS BAT KÖVETELMÉNYEK AZ ENERGIATERMELÉSBEN ÉS – GAZDÁLKODÁSBAN

*Cél: a fajlagos energia felhasználás csökkentése, az energiaátalakítás hatásfokának javítása.*

A cukorgyártás hő- és elektromos energiaigényét saját erőtelepről látja el. Az erőtelepen a primer tüzelőanyagból (fosszilis, olaj, gáz) gőzkazánban közepnyomású gőzt fejlesztenek, amely ellennyomású turbinán villamos energiát termel, a turbina retürgőze látja el a cukorgyártat hőenergiával (ellennyomásos rendszer, kombinált hő- és villamosenergia termelés, kapcsolt villamosenergia termelés). Az elmúlt évtizedekben a cukoripari fejlesztések és hőenergetikai racionalizálások eredményeképpen a hőenergia iránti igény csökkent, az elektromos energiaigény viszont közel állandó maradt. Az 1970-as években a nyugat-európai cukorgyárak fajlagos hőenergia felhasználása 280 kWh/tonna répa volt, ez a 90-es évek végére a répa minőségétől függően 130-190 kWh/tonna répára csökkent, míg az elektromos energiaigény közelítőleg 30-33 kWh/tonna répa értéken maradt. Magyarországon az elmúlt 5 évben a fajlagos tüzelőanyag (gőz, villamos energiatermelés) felhasználás 200-280 kWh/tonna répa között változott.

Az elektromos energia növekvő arányát magasabb nyomású éles gőzt fejlesztő kazánokkal lehet kielégíteni. Nyugat-Európában a II. világháborút követően általánosan elterjedt 24-30 bar nyomású kazánok fokozatosan 64-80 bar nyomásúakra cserélődtek le. Magyarországon jelenleg 35-45 bar nyomású kazánok vannak, melyek a gőz- és villamos-energia termelés egyensúlyát (az országos hálózattal történő szinkronüzemben minimális vételezéssel, illetve villamos energia kiadással) biztosítani tudják.

A jelenlegi technológia optimalizálásával és a jelenlegi műszaki színvonal (gépek, berendezések és cukorrépa minőség) mellett a cukorgyártás elérhető legkisebb fajlagos tüzelőanyag felhasználása 150-180 kWh/tonna répa, az elektromos energiaigény pedig 30 - 35 kWh/tonna répa. Az elérhető minimális érték nagymértékben függ a cukorrépa minőségétől, ami évről évre, illetve a termőterületről függően is változik.

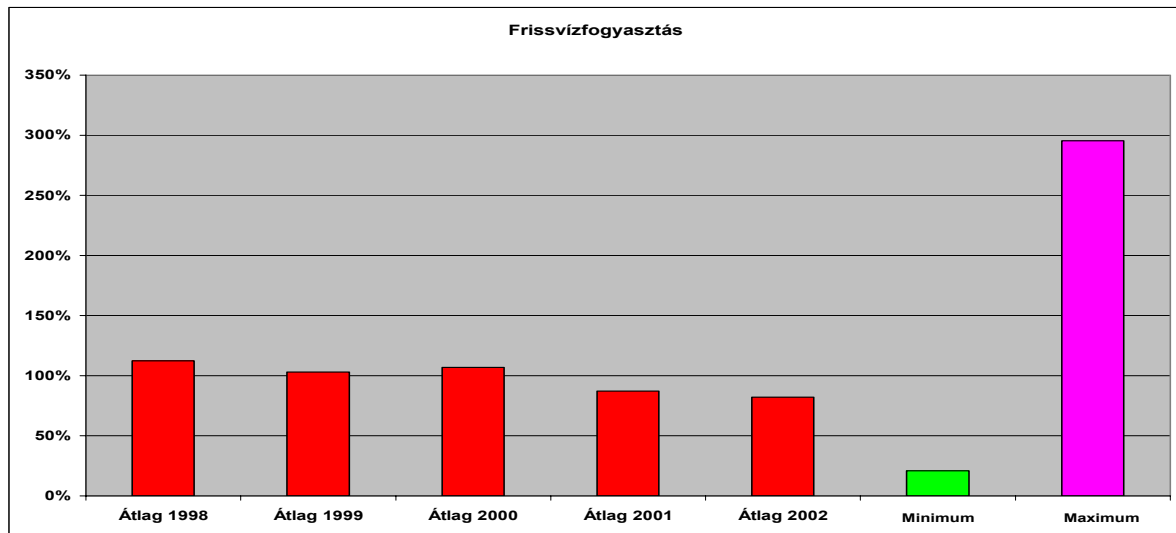
A kitűzött energiafelhasználáshoz szükséges fő intézkedések:

- kazánházi hatásfok: 90-91 %
- hulladékhő hasznosítás
- kis energia igényű technológiai változatok alkalmazása
- hőveszteségek (kipárolgások, nem megfelelő hőszigetelés) csökkentése
- korszerű, kis energia igényű berendezések alkalmazása
- automatizálás, folyamatirányítás további korszerűsítése
- üzemvitel optimalizálása
- szélsőséges esetekre előzetes technológiai változatok kialakítása
- az energia séma monitoring rendszerének kialakítása (rendszeres elszámolások készítése)

### 4.3 MÓDSZEREK ÉS KÖVETELMÉNYEK A VÍZGAZDÁLKODÁSBAN

*Cél: a frissvízfelhasználás (ebből adódóan a szennyvízkibocsátás) minimalizálása, a szennyvízben lévő szennyező anyagok koncentrációjának csökkentése.*

A cukoripar frissvízfogyasztásának alakulását öt évre visszamenőleg a következő ábra mutatja.



22. ábra: Frissvízfogyasztás alakulása a cukoriparban (% répára)

Az ábrán látható, hogy a cukoripar jelentős frissvíz fogyasztó.

A szennyvízkibocsátás csökkentésének alapja a frissvíz felhasználás minimalizálása.

A cukorgyártás az alábbi területeken igényel vízfelhasználást:

- Ipari víz
  - technológiai berendezésekhez
  - technológia
- Ivóvíz
  - a cukorrépa végső mosása (élelmiszerhygiéniai előírás)
  - ivóvíz, szociális létesítmények vízellátása

A BAT szempontjából figyelembe veendő technikák:

#### **Frissvíz csökkentési technikák**

A 2.6.1.1 fejezetben felsoroltuk a legfontosabb vízköröket. A frissvíz csökkentés lehetőségére alkalmazható BAT eljárásokat a következőkben ismertetjük, a 2.6.1.1 pontban alkalmazott felbontásban.

- Úsztató kör:
  - a körben a legnagyobb vízvesztés a zaggal távozó víz okozza. Mivel a Dorr ülepítők mechanikus szerkezete korlátozza a zagy szárazanyag tartalmát, más szárazanyag tartalom növelő eljárásokat lehet mérlegelni. Ezek a következők:

*Az ülepitőről távozó zagy szárazanyag tartalmának további növelése:*

- a zagy dobszűrővel történő víztelenítése, maximum 45%-50% szárazanyagra
- a zagy iszappréssel történő víztelenítése, maximum 75%-80% (kamrás iszapprések, szalagos iszapprések)
- víztelenítés centrifugával
- a dobszűrő és iszapprések utáni további, hulladék hővel történő szárítás 90%-95%-ra

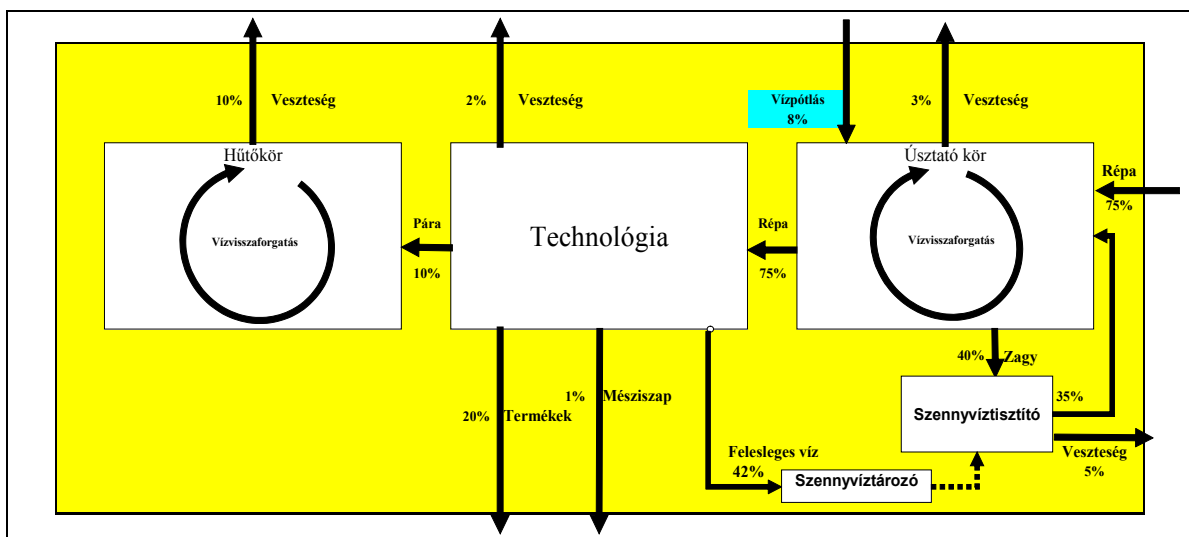
### **Az eljárások előnyei:**

- Elmarad a zaggal távozó szennyvíz tárolása, további kezelése, ami a szennyvízkezelő berendezések beruházási és üzemeltetési költségeinek csökkentését jelenti.
- a zagy tározó tisztításának költsége (föld kiemelése)

### **Az eljárások hátrányai:**

- A maximális földmennyiséghez szükséges magas beruházási költség,
- A szárítás magas energiaigénye, ha nincs hulladékhő,
- Technológiai felesleges vizet, mint szennyvizet kezelni kell, ezért szennyvíztisztítóra és a szennyvíztárolásra mindenképpen szükség van.

Itt említjük meg, és a szennyvíztisztításnál részletesebben tárgyaljuk, hogy a cukorgyárak répafeldolgozó kapacitását figyelembe véve, a répából keletkező szennyvíz napi mennyisége 2500m<sup>3</sup>-6000m<sup>3</sup> nagyságrendű. Mivel a cukorgyártás szezonális (~100 nap), nem célszerű ilyen nagy kapacitású szennyvízkezelő építése. A közbenső tárolással a szennyvíztisztítás egész évre (a csak tavas tisztítás téli hatékonyságát, valamint a tárolókapacitást figyelembe véve) kitolható. A fentiek alapján az úsztatókör vízpótlása megoldható úgy is, hogy a zaggal távozó vizet egy földmedrű ülepitőben leválasztjuk és egy közbenső tisztításnak vetjük alá, majd visszavezetjük az úsztató körbe, a zaggal távozó víz pótlására, amint azt az alábbi, 23. ábra mutatja. Ebben az esetben az úsztatókör minimális vízpótlást igényel, és függetlenné válik a répa szennyeződésétől.



**23. ábra: 1. Vízforgalmi séma**

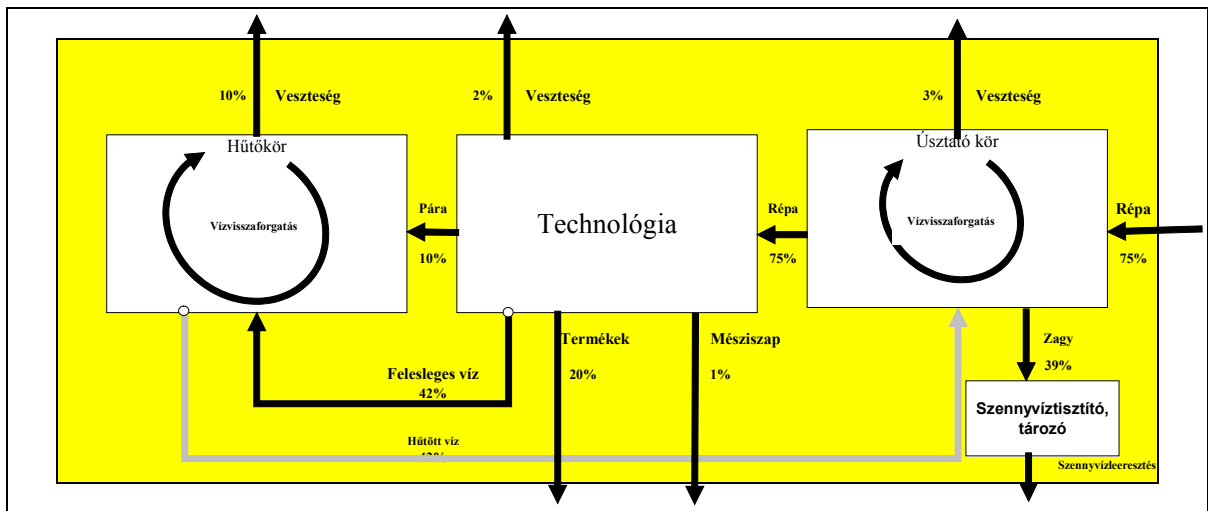


Ez a tisztító és tározó rendszer alkalmas lehet a répából keletkező felesleges, kitárolt szennyvíz tisztítására is a répafeldolgozási időszak után. A 13. táblázat a szárazanyag tartalom függvényében különböző földszennyeződéseknel mutatja a rendszerből távozó répara számított vízmennyiséget.

Szárazanyag/föld	5%	10%	15%	20%
5%	95,0%	190,0%	285,0%	380,0%
10%	45,0%	90,0%	135,0%	180,0%
15%	28,3%	56,7%	85,0%	113,3%
20%	20,0%	40,0%	60,0%	80,0%
25%	15,0%	30,0%	45,0%	60,0%
30%	11,7%	23,3%	35,0%	46,7%
35%	9,3%	18,6%	27,9%	37,1%
40%	7,5%	15,0%	22,5%	30,0%
45%	6,1%	12,2%	18,3%	24,4%
50%	5,0%	10,0%	15,0%	20,0%
55%	4,1%	8,2%	12,3%	16,4%
60%	3,3%	6,7%	10,0%	13,3%
65%	2,7%	5,4%	8,1%	10,8%
70%	2,1%	4,3%	6,4%	8,6%
75%	1,7%	3,3%	5,0%	6,7%
80%	1,3%	2,5%	3,8%	5,0%
85%	0,9%	1,8%	2,6%	3,5%
90%	0,6%	1,1%	1,7%	2,2%
95%	0,3%	0,5%	0,8%	1,1%
100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

**13. táblázat: A répa földszennyeződésének és a zagy iszaptartalmának függvényében az úsztató körből távozó víz**

Mivel az úsztató körben keringő vízre nincsenek különleges előírások, felmerül annak lehetősége, hogy a répából keletkezett felesleges vízzel pótoljuk az úsztató körben keletkező vízhiányt. Itt az a probléma adódik, hogy bár ezek a vizek viszonylag tiszták (100mg/l-200mg/l KOI és 10mg/l-200mg/l ammónia), azonban a hőmérsékletük magas (60-90 °C), és ez a répa úsztatásánál cukorvesztést okoz, ezért le kellene hűteni. A cukorgyárakban, a hűtőrendszerekben, ennek a víznek a visszahűtésére az elvi lehetősége meg van, ha a hűtőrendszer kapacitása alkalmas a többletvíz visszahűtésére. BAT szempontból ez az alternatíva is elképzelhető. Természetesen szennyvíztisztítóra továbbra is szükség van. Ennek folyamatábráját a következő, 24. ábra mutatja.



24. ábra: 2. Vízforgalmi séma

## 4.4 KIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSI TECHNOLÓGIÁK

**Céljuk:** a szennyvíz szennyezőanyag koncentrációjának csökkentése a határérték, illetve a technológiai határérték alá.

Cukoripari szennyvizekre vonatkozó határértékeket a 25/2003. (XII. 30) KvVM rendelet határozza meg. A rendelet szerint:

<i>KOI</i>	200 mg/l
<i>BOI<sub>5</sub></i>	40 mg/l
<i>NH<sub>3</sub>-NH<sub>4</sub>-N</i>	20 mg/l
<i>Összes szerves N</i>	40 mg/l
<i>Összes P</i>	2 mg/l

Mivel a cukorgyárak az ország különböző részein helyezkednek el, a 9/2002. (III. 22) KöM-KvVM rendelet szerinti általános területi határértékek különbözőek, egyes jellemzők esetében alacsonyabbak a technológiai határértékeknél. A szennyvizek hasonló minősége és az alkalmazható tisztítási technológia miatt BAT-nak a technológiai határértékek betartása tekinthető. A technológiai határértéknél szigorúbb területi határértékek előírása és alkalmazásukkal kapcsolatos türelmi idő meghatározása ne állítsa a cukorgyárakat olyan feladat elé, melynek megvalósítása meghaladja a pénzügyi lehetőségeket. Meg kell jegyezni, hogy a cukorgyári szennyvíz leürítése minden esetben a hatósággal egyeztetett módon, időben és ütemezésben történik. Hígítóvíz csak a hatóság által engedélyezett mértékben és módon alkalmazható, és így a szennyvíz befogadóba történő beeresztése semmilyen környezeti kárt nem okozhat.

A cukoripar idényjellegű, a répa-feldolgozási időszak átlagosan 90-100 nap, ami szeptembertől decemberig tart. Így a kibocsátások jelentős része is erre az időszakra esik.

A cukorgyárakban, az egyes vízkörökben, a minőségi jellemzők figyelemmel kísérésére mintavételi helyek vannak kiépítve. A kibocsátási pontokon a cukorgyárak folyamatosan ellenőrzik a szennyvizek minőségét saját üzemi laboratóriumaikban, és évek óta ellenőrző méréseket végeztenek a Cukorkutató Kft akkreditált laboratóriumával. Minden cukorgyár rendelkezik környezetvédelmi felelőssel.

BAT szempontból célszerű az üzemi laboratóriumok megerősítése, és korszerű eszközök beszerzése. A mintavételnél és mérésnél a szabványban előírtak szerint kell eljárni.

### 4.4.1 TOVÁBBI, A BAT SZEMPONTJÁBÓL FIGYELEMBE VEHETŐ, SZENNYVÍZTISZTÍTÁSI ELJÁRÁSOK

#### 4.4.1.1 Kommunális és technológiai szennyvízkezelés, csapadékvíz

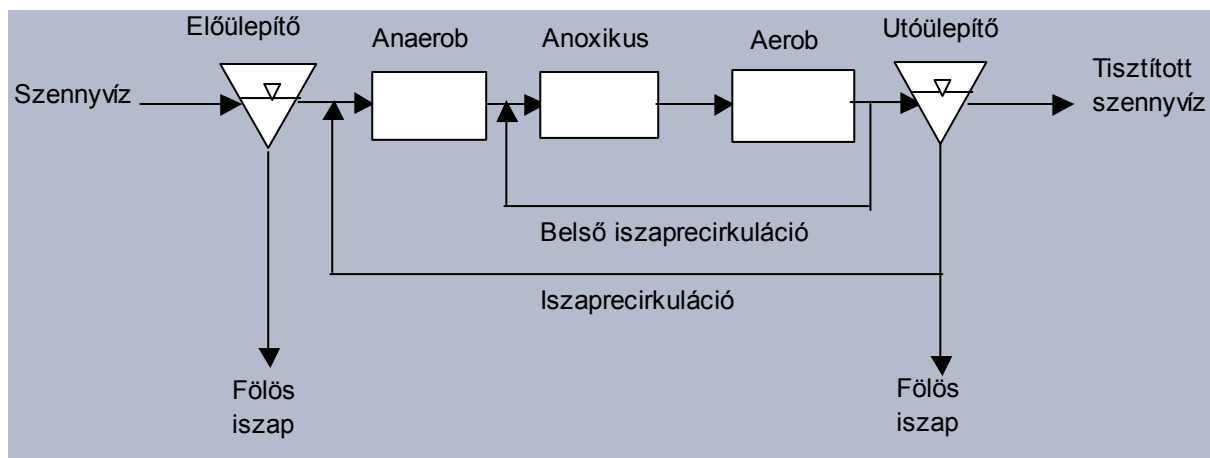
- A kommunális szennyvíz a technológiai és csapadékvíz rendszertől teljesen elkülönítve kezelendő. Elhelyezése történhet az üzemén kívüli települési csatornahálózatba. Ebben az esetben a kezelését az üzemtől független társaság végzi. A közműhálózatba való vezetés a mindenkor érvényes rendeleteknek, illetve a közműhálózatot üzemeltető előírásainak megfelelően kell, hogy történjen. Ha ilyen hálózat nincs az üzem környezetében, akkor megfelelő kapacitású specifikus szennyvíztisztítót az üzemnek kell működtetni, az érvényes hatósági és környezetvédelmi előírásoknak megfelelően.
- Csapadékvíz rendszer. Célszerű a gyári egyéb vizektől elválasztani és kezelését külön megoldani.
- Technológiai szennyvizek kezelése. Már most is minden cukorgyár rendelkezik valamilyen szennyvíztisztító rendszerrel, erre az általános ismertetésben térünk ki. A cukorgyárak

szennyvízkibocsátása nem szüntethető meg, mivel a répával bejövő víznek, csak egy része jut a termékekbe, illetve távozik a hulladékokkal, melléktermékekkel, illetve jut a levegőbe pára formájában, veszteségként. A fentiek miatt elsődleges szempont a frissvíz felhasználás csökkentése, távlatokban technológiai célra csak ott kerüljön sor frissvíz felhasználásra, ahol az élelmiszer higiéniai szempontból előírás. Minden frissvíz vételezés a kibocsátott szennyvíz mennyiségét növeli. A kialakítandó szennyvíztisztítási technika, eljárás csak az adott cukorgyárnál elvégzett szennyvíztisztítási kísérletek alapján alakítható ki. Szakirodalmi adatok alapján, általánosságban vázoljuk azt a technológiát, mely ismereteink szerint legalkalmasabb a cukorgyári szennyvizek tisztítására.

- A szennyvíztisztítási eljárások terén BAT követelmény lehet a befogadó vízfolyások többirányú vizsgálata is.

### ***Kombinált (anaerob-anoxikus-aerob) tisztítási eljárás***

Annak ellenére, hogy az anaerob szennyvíztisztítási eljárások hatásfoka elérheti a 90 %-ot is, a rendszerből kikerülő tisztított szennyvíz nem vezethető közvetlenül a befogadóba. Ennek oka a maradék magas KOI vagy  $BOI_5$  és az  $NH_4^+$ -tartalom. Ezért célszerű az anoxikus és aerob rendszerrel való kombinálás. Ilyen esetben a reaktorok sorrendje mindig: anaerob-anoxikus-aerob reaktor rendszer, amelyet vázlatosan a 25. ábra szemléltet.



***25. ábra: Kombinált (anaerob-anoxikus-aerob) tisztítási eljárás***

#### **Az eljárás hátránya:**

- az anaerob szakaszból érkező víz KOI-ja ingadozhat
- szagveszély
- költséges beruházás

Az anaerob reaktorból a szennyvíz az anoxikus zónába kerül, ahol oxigénszegény környezetben folytatódik a szerves anyag bontása, amelyhez a vízben lévő  $NO_3^-$  oxigénjét használják fel a mikroorganizmusok. Ezáltal a nitrát redukciója is megtörténik, mely során nitrogén gázzá alakul és

távozik a vízből. A reaktorsor utolsó lépcsője az aerob reaktor, ahol a szerves anyag lebontása és a nitrifikáció történik oxigén jelenlétében.

A tapasztalatok alapján a kombinált tisztítással 95-98 %-os KOI eltávolítási hatások érhetőek el. Az eljárás alkalmazható nagyterű tározó tavak esetén, és alkalmazzák kisterű, tankos megoldásban is. Ebben az esetben, az anaerob fázisban keletkező biogáz a cukorgyártás során hasznosítható.

A fenti rendszer és különböző változatai jelenleg a cukoriparban a legkorszerűbb szennyvíztisztításnak tekinthető.

Mivel a cukorgyári szennyvíztisztítókból eltávolított fölös iszap csak a talajban egyébként is jelenlévő mikroorganizmusokat és nehézfémeket tartalmazza, célszerű ezt a földiszappal együtt kezelve visszajuttatni a termőföldre, természetesen a szükséges vizsgálati eredmények és az illetékes talajvédelmi hatóság engedélyének birtokában.

Az alábbi 14. táblázatban bemutatjuk a 2002-ben végeztetett vizsgálatok eredményét.

Vizsgálati Paraméterek		Gyárak kódja				határ- érték
		1	2	3	4	
Száranyagtartalom	m/m%	61,54	95,73	79,83	59,93	
N	mg/kg sz.a	3087	3029	2631	3337	
Cu	mg/kg sz.a	30,9	25,6	23,3	23,0	100
Pb	mg/kg sz.a	23,1	21,0	24,1	26,5	100
Se	mg/kg sz.a	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	5
Cd	mg/kg sz.a	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	2
Cr	mg/kg sz.a	36,6	39,5	36,8	43,7	100
K	mg/kg sz.a	6835	5583	5138	5301	
Hg	mg/kg sz.a	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1
Co	mg/kg	8,08	11,2	7,94	9,91	50
P	mg/kg sz.a	3305	1470	1159	1243	
Ni	mg/kg sz.a	29,1	31,1	16,4	33,2	50
As	mg/kg sz.a	8,6	9,41	8,37	3,35	10

*A Vas megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat*

Akkreditált Talajvédelmi Laboratóriumának vizsgálati eredményei

#### **14. táblázat: Földiszap vizsgálati eredmények, 2002**

Az eredmények alapján látható, hogy a nehézfém tartalomra vonatkozó határértékeket teljesítik a földiszap minták.

#### ***Kombinált (tavas) tisztítási eljárás***

A jelenlegi tavas tározó rendszerek (fakultatív tavak), melyekben az aerob, anaerob folyamatok természetes, illetve néhány esetben irányított körülmények között játszódnak le, megfelelő

átalakításokkal biztosítani tudják a technológiai határértékek betartását. Ezért az alkalmazott ilyen tavas szennyvíztisztító rendszereket a megfelelő átalakítások után BAT-nak tekintjük. A folyamatokról részletesen írtunk a meglévő technikák bemutatásánál.

A tavas rendszereknél a figyelőkutak vizéből rendszeresen ellenőrizni kell a szennyezőanyagok koncentrációját. Szivárgás esetén a műszaki védelem javításáról kell gondoskodni (pl. fóliázás). A tavak tisztításakor (kotrás) illetve esetleges bővítésekor gondoskodni kell a szigetelés védelméről, illetve annak sérülése esetén a helyreállításáról.

#### **4.4.1.2 Hűtőkör**

A kondenzátor ejtővíz visszahűtésére BAT szempontjából elfogadható technológia a megfelelően méretezett hűtőtorony. Ebbe a körbe friss hidegvízre csak akkor van szükség, ha a hűtőtorony kapacitása kicsi. A még alkalmazott tavas hűtőrendszer már korszerűtlen. A hűtőtoronyok terhelésének csökkentésére, a keletkezett párák hőjének hasznosítására, felületi hőcserélők építhetők a technológiai folyamatba. Ez kettős célt szolgál, egyrészt csökkenti a hűtőtoronyok kibocsátását, másrészt csökkenti az energia felhasználást.

#### **4.4.1.3 Technológiai berendezések vízkörei**

A technológiában több helyen van szükség a cukorgyári levek hűtésére. Ezek a hűtő berendezések, zárt rendszerek, ahol a víz csak hővel szennyeződik, ezért megfelelő visszahűtéssel visszakeringtethetőek. Ezért BAT-nak és a frissvízfogyasztás csökkentésnek, vagy az önálló hűtőrendszerek, vagy az előző pontban tárgyalt meglévő hűtőkörrel (amennyiben annak kapacitása engedi) összekötött megoldások jöhetnek szóba. Ugyanez vonatkozik a többi olyan fogyasztóra is, melyeknél a víz csak hővel szennyeződik. Az olyan vízfogyasztók, ahol mással is, pl. szilárd anyaggal (CO<sub>2</sub> gázmosó, répalabor) is szennyeződik a víz, meg kell keresni annak lehetőségét, hogy az miként hasznosítható (pl. az úsztatókör vízhiányának pótlására).

## 4.4.2 HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

### 4.4.2.1 Veszélyes és nem veszélyes hulladékok

#### BAT követelmények:

- Adatrögzítő rendszert kell létrehozni az összes elszállított, vagy helyben kezelt hulladékok nyilvántartására a minőség, anyagi jellemzők, eredet és hol lehet a célállomás, gyűjtés gyakorisága, szállítás módja és kezelési módszer feltüntetésével.
- Ahol ez megvalósítható a hulladékot fajtánként elkülönítve és lehetőleg a keletkezési helyhez legközelebb kell tárolni.
- A telephelyről elszállított hulladékot nyilvántartásba kell venni.
- A tároló területeket a vízfolyásoktól és szennyezéssel szemben érzékeny (pl. a lakosság által használt) szomszédos területektől távol kell elhelyezni és vandalizmus ellen védeni kell.
- A hulladék elhelyezésére szolgáló területeket világosan jelezni és jelölni kell, a konténereket egyértelműen feliratozni kell.
- Meg kell határozni a tároló terület maximális tárolókapacitását, amit meghaladni nem lehet. Meg kell adni a konténerek maximális tárolhatósági idejét.
- Megfelelő tárlóberendezéseket kell biztosítani a különleges, mint pl. gyúlékony, hő és fényérzékeny anyagok stb. tárolása esetén, valamint az együtt nem tárolható hulladékokat elkülönítve kell elhelyezni.
- A konténereket fedéllel, kupakkal, szeleppel, stb. ellátva, ezeket zárt állapotban tartva, az előírt módon kell tárolni. Ugyanígy kell eljárni az üres konténerek esetében is.
- A tároló tartályokat, konténereket rendszeresen ellenőrizni kell.
- Gondoskodni kell a károsodott vagy eresztő tartályok javításáról vagy cseréjéről.
- Minden olyan intézkedést, mely a tárolás vagy kezelés alatti kibocsátás (pl. folyadékok, por, illékony szerves anyagok, bűz) megelőzésére irányul, meg kell tenni.

### 4.4.2.2 Hulladékhasznosítás vagy elhelyezés

Az üzem területén minden egyes hulladékáramra vonatkozóan le kell írni, hogy a kérdéses hulladékfajta hasznosításra vagy elhelyezésre kerül, és utóbbi esetben igazolni kell, hogy azonosítás miatt „lehetetlen technikailag és gazdaságilag”, valamint le kell írni a „környezeti elemekre kifejtett hatás elkerülése vagy csökkentése érdekében tervezett intézkedéseket”

#### BAT követelmények:

- Azokat a kulcsfontosságú szennyezőket, melyek a földre jutó szennyezésekben nagy valószínűséggel jelen vannak, a gyártási folyamat, a berendezések, a korrózió/erózió mechanizmusa során felhasznált anyagok ismeretében meg kell határozni, és ha szükséges, ellenőrizni erre alkalmas analitikai módszerekkel.
- A normálistól eltérő üzemmód következtében keletkező anyagokat is meg kell határozni, mivel ilyen működés következtében olyan anyagok kerülhetnek a hulladékba, melyek rendes körülmények között nincsenek jelen.
- A cukorgyártás során a legjellemzőbb hulladékok a következők:
  - földiszap
  - szeletszárításkor keletkező szeletpor
  - a cukor tárolásakor, kezelésekor, csomagolásakor keletkező cukorpor

- a répa tisztítása során keletkező szerves hulladékok (gaz, répalevél, répatörmelék)
  - a répa tisztítása során keletkező szervesetlen hulladék (kő, homok, föld)
  - mészkőtörmelék
- A hulladék újrafelhasználási lehetősége:
    - földiszap, visszajuttatása a termőföldre
    - gaz, levél, répatörmelék állatok etetésére
    - mészkőtörmelék, útjavításra
    - cukorpor, visszaoldása a technológiába
    - a nem hasznosítható hulladékokat ellenőrzött hulladéklerakóra kell szállítani.

#### 4.4.3 LEVEGŐBE TÖRTÉNŐ KIBOCSÁTÁSOK CSÖKKENTÉSE

- **SO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentése**  
 Ez két területet érint, úgymint az erőtelepet (kazánokat), másrészt a szelet szárítókat azoknál az üzemeknél, melyek tüzelőolajat használnak.  
 Elsődleges megoldás a tüzelőanyag váltás, alacsony kéntartalmú, illetve kénmentes fűtőolaj alkalmazása, vagy gáztüzelésre történő átállás. Ha kén nem lép be a rendszerbe, akkor nem is kerül ki onnan.  
 Másodlagos megoldás különböző leválasztók (száraz, nedves stb.) alkalmazása melyek jelenleg nincsenek. A beruházások magas költségét, illetve az átlag 90 napos üzemidőt figyelembe véve, megvalósításuk nem gazdaságos.
- **CO, CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentése**  
 Mint láttuk, érinti a technológiát (létisztítás-szaturáció), mészállomást és a szeletszárítást. A méasztakarékos létisztítás csökkenti a méasztköfelhasználást, ami együtt jár a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentésével is  
 Elsődleges megoldás a berendezések üzemeltetésének megfelelő szabályozása, hogy a reakciók tökéletesen végbemenjenek.
- **NO<sub>x</sub> kibocsátás csökkentése**  
 Érintett terület a kazánház és szeletszárítás  
 Megfelelően karbantartott és beállított égők  
 Alacsony NO<sub>x</sub> kibocsátású égők
- **Szilárd anyag kibocsátás csökkentése**

#### Pontforrások

Érinti az összes porelszívó rendszert, különösen a szeletszárítást és cukorraktározást, kezelést (csomagolást).

Jelentős határérték túllépés a szeletszárításnál mutatkozott.

Elsődleges megoldás a porleválasztó ciklonrendszer kiegészítése egyéb száraz, pl. zsákos, vagy tömlős porleválasztókkal.

A porleválasztásra számtalan jól működő megoldás van, a leválasztandó porok fizikai tulajdonságainak (pl. szemcseméret) pontos felmérésével a megfelelő berendezés kiválasztható. Nedves leválasztók nem ajánlottak, mert ez másodlagosan szennyvíz problémát, illetve vízfelhasználás növekedést okoz.



A cukor zsákokba csomagolását, porcukor őrlését, kisegységű kiszemelést speciális, elszívó-berendezéssel felszerelt gépekkel végezni és a poros levegőt csővezetéken keresztül tisztító berendezésbe kell szállítani. A porleválasztó berendezéseket hibajelző berendezéssel kell felszerelni, ami lehet, pl. riasztóval felszerelt nyomásesés érzékelő.

## **Diffúz források**

Számos létesítménynél a levegőbe történő diffúz kibocsátások jelentősek lehetnek. A diffúz szennyezések forrásainak néhány példája a cukoriparban:

- Tároló területek, szeletraktár, cukorsilók, cukorraktár, mész- és kokszt szállítóeszközökről történő lerakása, átrakása, mészkemence töltése, rakodógépek, gépjárművek mozgása nem megfelelően portalanított úton. A répa beszállítása során a járművek ürítése, a száraz szennyezőanyag leválasztása, a répa prizmába rakása (főként száraz időben). Mésziszap ideiglenes tároló a gyártelepen, mésziszapprakódás, kiszállítás külső depóba, az ottani kezelése. Ugyanez vonatkozik a külső földtárolókra is.
- Anyagszállítás, pl. tartálykocsis cukorszállításnál a tartályok töltése, szelet vagy pellet vagonba töltése levegővel, történő befújással.
- Nem megfelelő, (vagy nincs) az egyes üzemszempontok pórszivárgása.
- A tisztító berendezés elkerülésével szennyezőanyag kikerülésének lehetősége (levegőbe, vagy vízbe)
- Szennyező anyag kikerülése a tisztító berendezések váratlan, véletlenszerű meghibásodásából.
- Nyitott vegyszeres tartályok, ahol azok gőze a levegőbe kerülhet, nyitott technológiai tartályok, berendezések, ahol gőz formájában kerülhet szennyező anyag a levegőbe.

A fenti lehetőségek elkerülésére számba kell venni, (ahol lehet a mennyiségét meghatározni) és be kell azonosítani az összes fontos forrásból a levegőbe kerülő jelentős diffúz szennyezőket, kiszámítani részarányukat az összes kibocsátásban.

El kell készíteni a szabályozást a diffúz szennyezők levegőbe történő kibocsátására vonatkozóan, illetve meg kell keresni a csökkentésre vonatkozó műszaki lehetőséget.

## **Követelmények az egyéb porkibocsátás csökkentésére:**

- Tartályok és nyitott szállítóberendezések lezárása
- Szabadtéri, vagy fedetlen tárolás (depónia) használatának elkerülése, ahol megvalósítható, ahol ez elkerülhetetlen fejlett depónia kezelési eljárások bevezetése, illetve szélfogó használata.
- Járműkerek és utak tisztítása (a szennyeződés víz, vagy széláramba történő jutásának megakadályozása).
- Por összegyűjtése, erre alkalmas berendezéssel
- Szabályoknak megfelelő, gondos üzemvezetés
- Az anyagok fogadását, tárolását úgy kell megszervezni, hogy a levegőbe történő porkibocsátás a lehető legkisebb legyen. A raktáron lévő porzó anyagokat silókban vagy fedett tárolókban, kell tartani, és szükség esetén ezeket a tárolókat erre alkalmas készülékekkel szellőztetni kell.
- Minden kiömlést, kiszóródást azonnal fel kell tisztítani, pl. ipari porszívóval. Különös figyelmet kell fordítani a por lerakódásának, felhalmozódásának megakadályozására, letisztítására az oszlopszerkezetekről, tetőkről, így minimalizálva annak lehetőségét, hogy a lerakódott port a szél magával sodorja.

## **Követelmények az illékony szerves vegyületek kibocsátásának csökkentésére:**

Az üzemvezetéssel kapcsolatos szigorú előírásokat kell bevezetni minden területen, különös figyelmet fordítva az üzem azon részeire, ahol hulladék anyagok tárolása töltése folyik.

### **Bűzhatás csökkentése**

Ha a bűzhatás problémát okoz, akkor a lehetséges kibocsátást osztályozni kell, úgymint:

- Jelentős kibocsátás
- Megelőzhető kibocsátás
- Nem megelőzhető kibocsátás (Pl. a földmedrű ülepitő tisztítása esetén nem megfelelő terjedés)
- Be kell mutatni a kibocsátásra vonatkozóan, hogy milyen intézkedéseket hajt végre az üzem annak érdekében, hogy megelőzze a zavaró kibocsátást.

Követelmények:

- Ha bűzhatás zárt térben jelentkezik, akkor gondoskodni kell a szennyeződés visszatartásáról, valamint a megfelelő ellenőrzési rendszerről, hogy a zárt térben a bűz kiszabadulása megelőzhető legyen.
- A kibocsátást modellezni kell, annak bemutatásával, hogy a kibocsátás alaphelyzetben ritkán haladja meg a vonatkozó kibocsátási határértéket, illetve az elfogadhatósági küszöbértéket. Olyan esetben, amikor az elfogadhatósági küszöbérték meghaladásáért, zavarkeltő események a felelősek, pl. időjárás vagy más, a működtetőnek megfelelő és kellő időben kell intézkedéseket tennie, (ideértve akár a megkezdett szennyvíztisztítási munka ideiglenes felfüggesztését is) a további kibocsátások megelőzésére.

#### **4.4.4 TALAJBA ÉS TALAJVÍZBE TÖRTÉNŐ KIBOCSÁTÁSOK CSÖKKENTÉSE**

- Az általános felmérésnél láttuk, hogy a cukoripar közvetlenül nem szennyezi a talajt, talajvizet. A lehetséges szennyező források, a fűtőolaj, melasztárolók lefejtők, töltők már ma is szigorú előírásoknak kell, hogy megfeleljenek.

Közvetett szennyezés lehet a földmedrű ülepitőknél, hűtőtavaknál, szennyvíztározóknál, hulladéktárolóknál.

- Folytatni kell a megkezdett megfigyelő kúthálózat kiépítését, minden olyan helyen, ahol felmerülhet a szennyező anyag talajba, vagy talajvízbe jutásának lehetősége. Rendszeres vizsgálatokat kell végezni, hogy az esetleges szennyezés időben feltárható és megakadályozható legyen. Az esetleges szennyezés időben történő elhárítására havária tervet kell kidolgozni.

- Monitoring rendszer működtetése a jellemző talajvíz áramlási irány megállapítására

- Megfelelő műszaki védelem biztosítása, szükségességének megállapítása

#### **4.4.5 DIFFÚZ KIBOCSÁTÁSOK CSÖKKENTÉSE FELSZÍNI VÍZBE, CSATORNAHÁLÓZATBA ÉS TALAJVÍZBE**

Azonosítani kell, és ha lehet, mennyiségileg meg kell határozni minden olyan forrást, amelyből **jelentős** mennyiségű, diffúz kibocsátás a vízbe kerülhet. Meg kell becsülni e szennyezések részarányát, a teljes kibocsátásra vonatkoztatva.

## **BAT követelmények:**

### ***Felszín alatti építmények, vezetékek***

- Meg kell állapítani és rögzíteni az összes felszín alatti csatorna (pl. úsztató, csapadékvíz elvezető), és csővezeték nyomvonalát
- Be kell azonosítani minden felszín alatti gyűjtő és tároló tartályt.
- Ki kell alakítani annak rendszerét, hogy az esetleges szivárgás esetén, hogy történik a detektálás. Minimalizálni kell a csövekből történő szivárgást. Ez különösen ott aktuális, ahol veszélyes anyagot tárolnak.
- Ahol lehetséges, veszélyes anyagok esetén védőcsövek kialakítása.
- Ellenőrző és üzemeltetési programot kell készíteni minden felszín alatti szerkezetre, pl. nyomáspróba, szivárgási próba, anyag fáradási ellenőrzése.

### ***Felületek kialakítása***

- Minden működésbe vont területre felület kialakítási tervet kell készíteni
- Figyelő és karbantartó programot kell készíteni a vízzáró felületek és szennyezés visszatartó korlátok estén.
- Megindokolni azoknak a működésbe vont területeknek a meglétét, amelyeken nincsenek vízzáró felületek, felborulást megakadályozó korlátok, zárt épületegyüttesek, zárt szennyvízkezelési rendszerhez való kapcsolódási lehetőség

### ***Gátak (kármentők) kialakítása:***

Minden olyan tankot, tároló tartályt, melyből a környezetre káros anyag szivároghat ki, gáttal (kármentővel) kell körülvenni.

- A tárolt anyag számára átjárhatatlan és vele szemben ellenálló legyen
- Nincs lecsapoló nyílása (víztelenítő, vagy csap) és levezető csöve a csatorna összefolyó felé
- A gáttal övezett területen belül a csőhálózat nyomvonala úgy legyen kialakítva, hogy a szennyezett felületen ne hatoljon keresztül
- A tankok, és szerelvények szivárgását felfogja
- Befogadóképessége a legnagyobb tankénak 110%-a, vagy az összes tankénak 25% legyen
- Rendszeres szemrevételezést igényel, melyet az ott tárolt (kiszivárgott) anyag rendszeres eltávolítása kell, hogy kövessen
- Ahol nincs rendszeres ellenőrzés, ott modern figyelő szondát és riasztót kell felszerelni
- A gáton (kármentőn) belül töltő pontok vannak, a szivárgás védelem biztosított
- A gátaknak (kármentőknek) meghatározott ellenőrzési rendje van. Ehhez rendszeres szemrevételezéssel történik, de szükség esetén nyomáspróba is elrendelhető, ha kétség merül fel a gát (kármentő) szerkezeti épségére

## **4.4.6 ZAJKIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSE**

A 193/2001. (X.19.) Korm.rendelet a létesítmények működésével kapcsolatban előírja, hogy törekedni kell „a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére” olyan technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások alkalmazásával, melyek megfelelnek a mindenkor elérhető legjobb technikának. A BAT ezért gyakorlatilag majdnem teljesen megegyezik a zavaró zajhatásokkal foglalkozó vonatkozó rendelet által előírtakkal, mely megköveteli „a legcélszerűbb módszerek” alkalmazását a zajártalom létrejöttének megelőzésére vagy minimalizálására.

Szennyezés meghatározása a következő „olyan kibocsátás, mely káros az emberi egészségre és a környezet minőségére, zavarja az érzékszerveket, károsítja, vagy megzavarja az életminőségét, vagy a környezet más természetű törvényes használatát”.

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

### **BAT követelmények:**

- Intézkedéseket kell hozni a zaj szabályozására, ide sorolva az üzem minden egységének és berendezésének helyes karbantartását, melyek állapotromlása előidézhetheti a zajszint emelkedését (pl. csapágyak, légttechnikai berendezések, épületszerkezeti részek) csakúgy, mint jellemző zajcsillapító intézkedések megtételét, az üzemi szerelvényekre és gépekre vonatkozóan.
- Olyan zajvédelmi technikát kell alkalmazni, melyekkel biztosítható, hogy a létesítmény zajszintje nem haladja meg a zavarásnak a jogalkotó által előírt ésszerű szintjét. Különösen indokolni kell, ha bármelyik, a létesítményből származó zajszint ( $L_{Aeq}$ ) meghaladja a háttérzaj szintjét. A zaj és vibráció tekintetében viszonyításul szolgáló háttérértékek a 8/2002 (III.22.) KöM-EüM rendeletben találhatók
- A zajjal kapcsolatos felmérés, mérés, vizsgálat (mely tartalmazhatja az üzem minden különálló egységére vonatkozó hangerőszint értékelését), vagy modellezés, a zaj fajtájától függően szükségessé válhat. Jó megoldás, ha vállalatirányítási rendszer részeként az üzemek rendelkeznek zajkezelési tervvel.

### **Megoldások: (néhány példa)**

- Nehéz munkagépek: Elsősorban őrlőmalmok, szellőztető gépházak, kompresszorok, motorok/kapcsolószerkezetek. Ezeknek a berendezéseknek a működés nagy zajjal jár, és általában zárt helységben működnek. Ahol a hangszigetelés környezetvédelmi szempontból nem kielégítő, az épületszerkezet és ajtók akusztikai igényeknek megfelelő módosítására van szükség. Jó gyakorlati megoldás vibráció-csillapító talpazat és tömör alapzat építése. Kompresszorházakat célszerű kimondottan hangszigeteléssel tervezetni. Megoldás lehet kevésbé zajos gépek alkalmazása, de ahol ez nem megvalósítható, ott zajcsillapító eljárásokat kell alkalmazni, mint pl. széleshullámsávú hangnyelők.
- Levegőtechnikai berendezések: Elsősorban elszívó, szívó és fúvó ventilátorok, levegőbetápláló és keringtető egységek. Meglévő berendezéseknél, kimeneti nyílásukat, zajsűrővel kell ellátni.
- Telephelyen belüli gépjármű forgalom, és anyagmozgatás (rakodógépek)
- A legfontosabb szempont, hogy az úthálózat alaprajza minimalizálja az irányváltatások szükségességét és a járműforgalom olyan területen bonyolódjon, ahol az épületek védik a meglévő, vagy jövőbeni potenciális zajérzékeny helyeket. Ha a folyamatos forgalomból probléma áll elő (éjszakai forgalom), az üzemelésre vonatkozó időkorlátot kell alkalmazni.

## 5. KÖRNYEZETVÉDELMI VEZETÉSI RENDSZEREK

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

Az IPPC létesítmények esetében a környezetvédelmi vezetési rendszer (KVR) egy olyan eszköz, amit az üzemeltetők szisztematikusan és demonstrálható módon alkalmazhatnak a tervezés, szerkesztés, karbantartás, üzemeltetés és a tevékenység felhagyása során. Egy KVR magában foglalja a szervezeti felépítést, a 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.

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.

---

<sup>3</sup> Környezetközpontú irányítási rendszerek

<sup>4</sup> Közösségi környezetvédelmi vezetési és hitelesítési rendszer

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

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

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

A környezetvédelmi vezetési rendszerek számos előnyt nyújthatnak, például:

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

## **5.1 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 funkciónál és minden fontos szinten, valamint
  - meghatározni azokat az eszközöket és azt az időkeretet, amelynek révén a megvalósításnak meg kell történni.

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

- szerkezet és felelősség,
- betanítás, elvárás és kompetencia,
- kommunikáció,
- a munkavállalók bevonása,
- dokumentálás (naprakész információk kialakítása és karbantartása, papír-alapú vagy elektronikus formában, a menedzsment-rendszer legfontosabb elemeinek és kölcsönhatásainak leírása, és útmutatás nyújtása a vonatkozó dokumentációk eléréséhez),
- hatékony folyamat-szabályozás (a folyamatok megfelelő szabályozása minden üzemenési 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 üzemenési tevékenységek kontrollját és a berendezés környezeti céljainak és feladatainak való megfelelést),
- korrekciós és megelőző cselekmények, tevékenységek,
- a feljegyzések karbantartása,
- ahol lehet, ott független belső auditálás annak érdekében, hogy meghatározzák, a környezetvédelmi vezetési rendszer megfelel-e vagy nem felel meg a tervezett tevékenységeknek és értékeknek, és megfelelő volt-e a bevezetés és a karbantartás.
- A felső vezetés részéről az áttekintés, figyelemmel kísérés.

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

- 1.) Akkreditált tanúsító testület vagy egy külső tanúsító szerv által megvizsgált, ellenőrzött és érvényesített menedzsment-rendszer és auditálási eljárás.
- 2.) Egy szabályos környezeti nyilatkozat elkészítése és közzététele (és lehetőleg külső érvényesítése), amely a létesítmény valamennyi lényeges környezeti vonatkozását leírja, és ami lehetővé teszi az évről-évre való összehasonlítást a környezeti szempontú célkitűzések

és a feladatok terén, valamint a gazdasági-ipari szektor benchmark<sup>5</sup>-jellegű más mutatószámaival való összehasonlítás, ha lehetséges.

- 3.) Egy nemzetközileg elfogadott rendszer bevezetése és az ennek megfelelő működés, ilyen például az EMAS és az EN ISO 14001:2004. Egy ilyen rendszer bevezetése nagyobb megbízhatóságot biztosít a KVR-nek, különösen az EMAS. Elvileg azonban a nem-szabványosított rendszerek is ugyanolyan hatékonyak lehetnek, megfelelő tervezés és bevezetés esetén.

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

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

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

- El kell kerülni a földfelszín alatti 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.

## 5.2 MUNKABIZTONSÁG

Baleset megelőzési tervet kell készíteni, minden egységes környezethasználati engedély-köteles létesítményre, mely a következőkre terjed ki.

Veszélyek meghatározása, melyeket a létesítmény a környezetre jelenthet, pl.:

- anyagok szállítása (lég, sav, fűtőolaj, gőz stb.) csővezetékben, szállító járművekkel;
- tartályok túltöltése (fűtőolaj, melasz, egyéb veszélyes anyagot tartalmazó tartály);
- berendezés meghibásodása (tartályok, csővezetékek, meghibásodása, szennyvízelvezetők eldugulása);
- védelmi berendezések meghibásodása (kármentők, szennyvíztárolók gátjai);
- nem megfelelő csatlakozások a gyűjtő és elvezető rendszerekhez, egymással reakcióba lépő anyagok érintkezésének megelőzése;
- előírt összetétel ellenőrzés nélküli szennyvíz kibocsátás;
- kazánok túlnyomás, vagy meghibásodás esetén történő gőz kifújása;
- szándékos károkozás;

---

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



A baleseti kockázat értékelése, a veszély felismerése után a kockázat becslése.

- mi a bekövetkezés valószínűsége? (forrás gyakorisága);
- milyen anyagok szabadulnak ki és milyen mennyiségben? (esemény kockázat értékelése);
- Hová kerülnek ezek az anyagok? (következmény becslése, hatások a befogadóra nézve);
- Mekkora a teljes kockázat? (A környezetre gyakorolt hatás jelentőségének megállapítása);
- mi előzheti meg és csökkentheti a kockázatot? (intézkedések a baleset megelőzésére, és/vagy a környezetre gyakorolt hatás csökkentésére);

Számításba veendő tényezők:

- a létesítményhez, illetve a végzett tevékenységhez kapcsolódó baleset veszély fajtája és nagysága;
- a környezetre (befogadóra) és lakott területre jelentett kockázat;
- kockázat kezelési technikák meghatározása

A kockázat csökkentéséhez szükséges technikák meghatározása, melyek alkalmazása a legtöbb létesítmény esetében lehetséges:

- nyilvántartást kell készíteni azokról a használatban lévő és esetleg előforduló anyagokról, melyek kiszabadulása környezeti következményekkel járhat. Sok látszólag ártalmatlan anyag a természetbe kikerülve környezeti károkat okozhat. Olyan módszereket kell életbe léptetni, melyek alkalmasak a nyersanyagok és hulladékok ellenőrzésére abból a szempontból, hogy más anyagokkal véletlenszerűen érintkezésbe kerülve azokkal összeférhetők-e. Megfelelő raktározási módszer biztosítása a nyersanyagok, késztermékek és hulladékok esetében;
- biztosítani, hogy a vészhelyzetben az ellenőrzés fenntartható legyen, különös tekintettel a folyamatszabályozási riasztórendszerre, kioldókra és más ellenőrzési pontokra, pl. mikroprocesszor és szelepszabályozáson alapuló automata rendszerek, tartálysztintmérők, mint pl. ultrahangos folyadékszint mutató, modern vészjelzők, a folyamatok kapcsolódásának, illetve a paramétereinek ellenőrzése;
- arra alkalmas korlátokkal megvédeni a berendezéseket a járműforgalom okozta sérülésektől;
- megfelelő fizikai védelem kiépítése, pl. kármentők és terelőhálók, épületek elkerítése;
- eljárásokat és módszereket kell foganatosítani a tároló tartályok (folyadék vagy por) túltöltésének megelőzésére, pl. szintszabályozás, vészjelzők, leoldók.
- amennyiben szükséges, biztonsági rendszer üzembe helyezése az illetéktelen beavatkozások megelőzésre, ideértve ezen rendszerek megfelelő karbantartását is;
- működési naplót kell vezetni, rögzítve a normális működéstől eltérő vagy zavarkeltő eseményt, baleset közeli helyzeteket, gyártásfolyamatban bekövetkező változásokat és a karbantartási eseményeket;
- eljárást kell kidolgozni a balesetek felismerésére, az elhárítás érdekében tett intézkedések végrehajtására és az eseménnyel kapcsolatos tapasztalatokat a későbbiekben fel kell használni,
- meg kell határozni a balesetek kezeléséhez kapcsolódó személyi feladatokat és felelőségeket;
- világos útmutatót kell készíteni minden egyes baleseti forgatókönyv levezetésére, pl. felfogás vagy szétoszlás engedése, vagy tűz esetében a tűz elfojtása vagy éppen a továbbégés engedése;
- gondoskodni kell a kezelőszemélyzet közötti elégtelen, kommunikáció okozta balesetek elkerüléséről, mely létrejöhet műszakváltás, karbantartás vagy egyéb hasonló tevékenység végzése során;

- biztonságos kényszer gépleállítási eljárást kell alkalmazni;
- a megfelelő hatóságokkal illetve veszély elhárító szervezetekkel (pl. tűzoltóság) fenn kell tartani a kommunikációt, a balesetek előtti időre és a baleset idejére egyaránt. Az esemény utáni eljárás része kell, hogy legyen az okozott kár felmérése és az elhárítása érdekében tett intézkedések;
- megfelelő technikákat kell beépíteni a bekövetkezett baleset következményének mérséklésére, mint pl. olaj elfolyást felfogó berendezések, szennyvízlevezetők lezárása, az illetékes hatóság riadóztatása és kiürítés elrendelése;
- személyi képzéssel kapcsolatos követelmények meghatározása és a képzés biztosítása;
- a nem pontszerű (diffúz) kibocsátások megelőzése általánosan fontos, ezen kívül a szennyvízhálózattal kapcsolatban eljárást kell kidolgozni arra, hogy a felszíni gyűjtők vagy a csatornahálózatra kapcsolt aknák tartalmának összetétele kezelés vagy elszállítás előtt ellenőrizve legyen;
- a szennyvízhálózati gyűjtőket szintérezékelős riasztóval vagy automata szivattyút működtető érzékelővel kell felszerelni, mely szivattyú a szennyvizet tárolóba szállítja, olyan rendszerre van szükség, amely biztosítja, hogy a gyűjtőben a szennyvíz szintje mindig a minimumon tartható legyen, a szintérezékelős riasztókat nem szabad elsődleges szintellenőrzőként alkalmazni.

A következőkben felsorolt technikák, illetve bármely más olyan technika, melyek alkalmazása szükséges a fentebb meghatározott kockázatok csökkentése érdekében:

- megfelelő számú tartalék vagy kiegészítő berendezés biztosítása, a fő berendezéshez hasonlóan karbantartva és tesztelve;
- technológiai szennyvizet, kommunális szennyvizet, szennyezett tűzi vizet, kémiailag szennyezett vizet és a vegyszerek csöpögéseit, ahol lehetséges fel kell fogni, és ha szükséges kezelni (tisztítani) kell majd, kezelés után lehet ezeket a vizeket kiereszteni. Elegendő tárolókapacitást kell biztosítani, hogy mindez megvalósítható legyen. Véletlen elcsepegés esetére is eljárást kell kidolgozni, hogy a nyersanyagok, késztermékek és hulladékok elhullásából/elfolyásából adódó kibocsátások kockázata minimalizálható, és ezen anyagok vízbe jutása megelőzhető legyen. A veszélyhelyzeti tűzi vízgyűjtő rendszert úgy kell megtervezni, hogy képes legyen biztosítani a külső forrásból származó tűzi víz illetve a tűzoltó habok felfogására is. Vészhelyzeti tárolók megépítése is szükséges lehet annak megakadályozására, hogy a szennyezett tűzi víz elérhesse a felszíni vizeket.
- megfelelő műszaki megoldással kell gondoskodni a balesetek esetén tartályokból vagy biztonsági nyomáscsökkentő szelepekből eredő kibocsátások felfogásáról, illetve tisztításáról, ahol ezen megoldások biztonsági okokból nem elfogadhatóak, ott az ilyen jellegű kibocsátások keletkezésének megakadályozására kell törekedni;

A cukorgyárak már most is rendelkeznek kárelhárítási tervvel, melyben a fentiekben felsorolt esetekre a megelőző műszaki megoldások, személyi feltételek, a kárelhárítás, illetve a károkozás csökkentése rögzítve vannak.

### 5.2.1 ÁGAZAT-SPECIFIKUS VESZÉLYFORRÁSOK

Az ágazatban a következő események fordulhatnak elő:

- a sajáttermelésű és vételezett elektromos áram kimaradása, vagy ingadozása;
- sűrített levegőellátás hiánya;
- mechanikai meghibásodások;
- folyamat szabályozás hibája;

- berendezések eltömődése (ciklonok és porszűrők, csővezetékek, elfolyók);
- szivárgásvédelem hiányossága a folyékony tüzelőanyagok tárolása és kezelése, az üzemen belüli üzemanyag kutak működése, kenőanyagok tárolása és kezelése, szennyvíztározók esetén;
- tűz- és robbanásveszély a cukor és szeletszárítókban, mészállomáson, kazánházakban, tüzelőanyag tárolóknál, gázfogadó állomásokon, üzemanyag kutaknál;
- szennyvíztározó, tartályok védőtöltésének átszakadása;
- szándékos károkozás.

## 5.2.2 FOLYAMATIRÁNYÍTÁS

A cukoriparban alkalmazott folyamatirányítási rendszerek:

- kézi vezérlés: az egyes technológiai állomásokon az egyes berendezések működését az irányítópanelről kézi beavatkozással vezérlik az érzékelők analóg bemenő jelétől és a laboratóriumban off-line módban mért anyagi jellemzőktől függően.
- egy technológiai állomásra kiterjedő automatikus szabályozás: a technológiai állomáshoz tartozó folyamatirányító berendezésbe olyan számítógépes program van beépítve, amely az érzékelők analóg bemenő jele és egyéb (esetleg kézzel beadott) paraméterek függvényében automatikusan irányítja az állomás működését. Az érzékelők analóg jelét a számítógépes rendszer digitális jellé alakítja, hogy a számítógépes irányító program fel tudja azokat dolgozni, és a megfelelő beavatkozást ki tudja számítani.
- optimalizált folyamatirányító rendszer: Az egyes technológiai állomások működése egymáshoz illesztett. A központi számítógép több technológiai állomás működési paramétereit, pillanatnyi állapotát on-line dolgozza fel olyan beépített számítógépes program, amely biztosítja a teljes üzem (vagy nagyobb üzemrész) optimális működését az adott körülmények (répaminőség, mennyiség) mellett. Az optimalizált folyamatirányítási rendszereket ún. szakértői rendszerekkel (programokkal) támogatják, mert ezek magukba foglalják azt a műszaki tudást, amellyel az üzem a legjobb szakértelemmel irányítható.

Jelenleg a cukorgyárakban az egyes állomások működése teljesen automatizált (középső szint). A beépített programok biztosítják az egyes állomások hibamentes működését (pl. tartályok nem csordulnak túl, befejeződik egy művelet, ha adott értéket elér egy változó (pl. hőmérséklet) vagy anyagjellemző (cukortartalom, stb.)). A cukorgyárakban az összes technológiai állomás pillanatnyi állapotát jellemző digitális jelek nagysebességű adatátviteli csatornán a központi számítógépbe kerülnek, ahol a folyamatokat szimuláló program feldolgozza és vizuálisan megjeleníti azokat az egyes üzemrészek állapotát mutató folyamatábrákon. A központi számítógép historikus adattárolást és feldolgozást is végez, azaz az adott időpontnál korábbi állapotok is bármikor megtekinthetők. Így a paraméterek alakulása időben is elemezhető. A központi számítógép arra is lehetőséget ad, hogy a szabályozott célértékeket arra felhatalmazott személy megváltoztathassa, és így a gyár (üzemrész) működését optimalízza. Emberi beavatkozást nem igénylő magas színvonalú szakértői rendszerek általánosan még nem működnek, fejlesztési stádiumban vannak. A cukorgyárak számítógépes felszereltsége már jelenleg is lehetővé tenné a szakértői rendszerek beépítését, azonban nem megoldott még több alapvető paraméter on-line mérése és feldolgozása, amely viszont a szakértői programok működéséhez nélkülözhetetlen. A cukorgyárakban az automatika meghibásodásának esetére biztosítják a kézi beavatkozás lehetőségét is. Ez alapvető az üzembiztonság szempontjából.

**A folyamat optimalizálása** lehetővé teszi a termékminőség maximalizálását, a termelés mennyiségének növelését és/vagy az energia fogyasztás és szennyezőanyag kibocsátás minimalizálását, stb. Adott ipari üzem megfelelő módon történő működésének biztosítása csak bizonyos gyártási jellemzők paramétereinek mérésével lehetséges (monitoring). Ezen paraméterek változását szabályszerűen, gyakran folyamatosan, figyelni kell.

- Minőségbiztosítás, mely jelenti mind a nyersanyag mind a késztermék ellenőrzését.
- Auditálás (felülvizsgálat), amellyel előre lefektetett kritériumok alapján történik a folyamat hatékonyságának elemzése.
- Folyamatirányítás, ami magában foglalja a döntést – vagyis a feldolgozott információk alapján az adott intézkedés megtételének szükségességéről való intézkedést, ami parancs a beavatkozásra, és magát a beavatkozást a szabályozott folyamatba.

## 6. KIBOCSÁTÁSI ÉS TERHELÉSI HATÁRÉRTÉKEK

A BAT technikák alkalmazásával alacsonyabb szintű kibocsátások és így kisebb környezeti hatások érhetők el. A nyersanyag (répa) minőségének javítása, a hatékonyság növekedése, a felhasznált energia csökkenése és folyamatirányítás fejlesztése képes csökkenteni a felhasznált gáz és fűtőolaj mennyiségét, a frissvíz felhasználást, így hozzájárulva ahhoz, hogy a működő berendezések a BAT színvonal közelében teljesítsenek. Jelen fejezet összefoglalja a cukoriparban keletkező szennyezés kibocsátásra vonatkozó, Magyarországon hatályban lévő szabályozókat (ld. 14. táblázat).

Szennyező forrás (tevékenység)	Kibocsátott szennyezés	Befogadó környezeti elem	A kibocsátást szabályzó jogszabály (határérték)
Répából + a technológiához vételezett frissvízből keletkező szennyvíz + szociális szennyvíz	Jogszabályi előírások szerinti anyagokra felszíni víz befogadóba történő kibocsátására előírt határértékek szennyvíz elevezető csatornarendszerbe történő kibocsátásra előírt értékek	Élővíz, közmű	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről</li> <li>• 33/2000. (III.17.) Korm.rendelet a felszín alatti vizek minőségét érintő tevékenységekkel összefüggő egyes feladatokról</li> <li>• 50/2001. (IV.3) Korm. rendelet a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól</li> <li>• 204/2001. (X.26.) Korm.rendelet a csatornabírságról (hatályos 2002. január 1-től 2005. december 31-ig)</li> <li>• 7/2002. (III.1.) KöM rendelet a használt és szennyvizek kibocsátásának méréséről, ellenőrzésről, adatszolgáltatásáról, valamint a vízszennyezési bírság különleges szabályairól.</li> <li>• 9/2002. (III.22.) Környezetvédelmi Minisztérium és Közelekedési és Vízügyi Minisztérium által kiadott együttes rendelet a használt és szennyezett víz- kibocsátási határértékekről és alkalmazásuk szabályairól (hatályba lépett 2003. január 1-én)</li> <li>• 25/2003.(XII.30.) KvVM rendelet a használt és szennyvizek kibocsátási határértékeiről és alkalmazásuk szabályairól szóló 9/2002. (III.22.) KöM-KöViM rendelet módosításáról</li> <li>• 2003. évi LXXXIX törvény a környezetterhelési díjról</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 220/2004. (VII.21.) Korm.rendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól.</li> <li>• 221/2004. (VII.21.) Korm. rendelet a vízgyűjtő-gazdálkodás egyes szabályairól</li> </ul> <p>219/2004. (VII.21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről</p>
Erőtelepi, szeletszáritói füstgáz Mészkemence, szaturációs kürtő Porleválasztó berendezések	Jogszabályi előírások szerinti anyagokra CO, CO <sub>2</sub>  Szilárd anyag	levegő	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének szabályairól</li> <li>• 22/1998. (VI.26.) KTM rendelet az 50MWth és az ennél nagyobb hőteljesítményű tüzelőberendezések légszennyező anyagainak kibocsátási határértékeiről</li> <li>• 14/2001. (V.9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet a légszennyezettségi határértékekről, a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről</li> <li>• 17/2001. (VIII.3.) KöM rendelet a légszennyezettség és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról</li> <li>• 21/2001. (II.14) Korm.rendelet a levegő védelmével kapcsolatos egyes szabályokról</li> <li>• 23/2001.(XI.13) KöM rendelet a 140kWth és az ennél nagyobb, de 50MWth-nál kisebb névleges bemenő teljesítményű tüzelőberendezések légszennyező anyagainak technológiai kibocsátási határértékeiről</li> <li>• 25/2001. (XII.7.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet a légszennyezettségi határ-értékekről, a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 14/2001. (V.9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet módosításairól</li> <li>• 10/2003. (VII.11.) KvVM rendelet az 50 MWth és annál nagyobb névleges bemenő teljesítményű tüzelőberendezések működési feltételeiről és légszennyező anyagainak kibocsátási határértékeiről</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4/2004. (IV.7.) KvVM-ESZCSM-FVM együttes rendelet a légszennyezettségi határértékekről, a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 14/2001. (V.9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet módosításáról</li> <li>• 17/2004. (X.18.) KvVM rendelet az 50 MWth és annál nagyobb névleges bemenő teljesítményű tüzelőberendezések működési feltételeiről és légszennyező anyagainak kibocsátási határértékeiről szóló 10/2003 (VII.11.) KvVM rendelet módosításáról</li> </ul>
Zaj és rezgés	Környezeti és munkahelyi	Környezet, munkahely	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2/1983. (V.25.) OKTH. rendelet a zaj- és rezgésvédelemről</li> <li>• 12/1983. (V.12.) MT. rendelet a zaj- és rezgésvédelemről</li> <li>• 18/2001.(IV.28.) EüM rendelet a munkavállalóknak a munka közbeni zajexpozíció okozta kockázatok elleni védelméről</li> <li>• 8/2002. (III.22.) KöM-EüM együttes rendelet a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról</li> <li>• 96/2002. (V.5.) Korm.rendelet a zaj- és rezgésvédelemről</li> <li>• 47/2004. (III. 18) Korm rendelet egyes környezetvédelmi jogszabályok módosításáról</li> <li>• 281/2004. (X.20.) Korm. Rendelet a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről</li> </ul>

**15. táblázat: A kibocsátást szabályzó jogszabály (határérték)**

Kibocsátások BAT szempontú értékelése

1. Általános követelmény a létesítményekkel szemben

1.1. A hatályos, levegőre és vízre vonatkozó általános és technológiai kibocsátási határértékek betartása minimum követelmény.

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



## **FELHASZNÁLT FORRÁSOK**

P.W. van der Poel, H. Schiweck, T. Schwarz: Sugar technology. Verlag Dr. Albert Bartens KG – Berlin 1998

Cukoripari Egyesülés (CIE): Cukoripar feldolgozási és termelési adatai

Laboratóriumi zárójelentések: Magyarországi cukorgyárak adatszolgáltatása

Cukoripari Kutató Intézet Cukorkutató kft. Műszaki Adatbázisa

## CUKORIPARI SZAKKIFEJEZÉSEK

Polarizáció, %	Polarimetriásan meghatározott szacharóz tartalom
Szárazanyagtartalom, %	Leveknél és szörpöknél a refraktometriásan meghatározott, tehát oldott szárazanyag tartalom; szilárd termékeknél általában szárítással meghatározott szárazanyag tartalom
Tisztaság (%)	A (polarimetriásan meghatározott) szacharóz tartalom az összes (refraktometrikusan meghatározott) szárazanyag tartalomra vonatkoztatva
Nemcukrok	Cukorgyári levekben, szörpökben vagy termékekben levő, szacharózon kívüli anyagok, a vizet kivéve. Általában az összes szárazanyag tartalom százalékában adják meg
Invertcukor	Glükóz és fruktóz 1:1 arányú keveréke. A szacharóz hidrolízisekor invertcukor keletkezik
Lúgzott szelet	Extrahált szelet, azaz az extrakcióból kilépő közel cukormentes vizes répaszelet, szárazanyag tartalma 4-8%
Préselt szelet	A lúgzott szeletből préseléssel kapott nagyobb (22-28%) szárazanyag tartalmú szelet
Szárított szelet	A préselt szelet szárításával kapott 94-98% szárazanyag tartalmú szelet
Nyerslé	A répa extrakciója után kapott lé
Híglé	A létisztítás után kapott lé
Sűrülé	A bepárlás után kapott nagyobb szárazanyag tartalmú (65-75%) lé
Mészsók	Levekben levő különböző kalcium-sók
Pép	A kristályosítás során kapott kristályos cukor és anyaszörp keveréke
Nyerscukor	A répacukorgyárakban a nyerscukor az olyan cukor, amelyet még további kristályosításnak vetnek alá. Általában tehát a II. és III. kristályosítási lépcsőben kapott, másképpen közép- és utótermék cukor
Melasz	A melasz az utolsó kristályosítás anyaszörpje, amelynek cukortartalma már gazdaságosan nem nyerhető ki
Mésziszap	A 60-75% szárazanyag tartalomra sűrített, az 1. szénsavazásban kapott CaCO <sub>3</sub> tartalmú iszap
Nem kondenzálódó gázok	A levek bepárlása és a szörpök kristályosítása során kapott vízgőzben levő, a víznél jóval alacsonyabb hőfokon cseppfolyósuló gázok (N <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , CO, CO <sub>2</sub> )

## ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A cukorgyárak száma és az ipar feldolgozó kapacitásának alakulása 1978-2003 .....	12
2. ábra: A cukorrépa termőterület (hektár) és gyártott cukor 1978-2003.....	13
3. ábra: A répa fogadás, gyáron belüli mozgatus, úsztatóvíz-kör és kapcsolata más vízkörökkel és a szennyvíztisztítással .....	20
4. ábra: A lényérés fő műveletei.....	21
5. ábra: A folytonos ellenáramú extrakció elve.....	23
6. ábra: A létisztítás fő folyamatlépcsői .....	25
7. ábra: A cukorgyár hőrendszerének elvi ábrája .....	30
8. ábra: A három lépcsős cukor kristályosítás fő anyagáramainak illusztrálása .....	32
9. ábra: A cukorgyár vázlatos vízforgalmi ábrája .....	42
10. ábra: Az aerob eleveniszapos szennyvíztisztítás folyamatábrája.....	46
11. ábra: Légbefúvó rendszer az aerob szennyvíztisztításnál .....	47
12. ábra: A cukoripar fajlagos cukorrépa felhasználásának alakulása .....	50
13. ábra: A hektáronként átvett cukor és a termelt fehércukor alakulása .....	51
14. ábra: A cukorgyártás fajlagos hőenergiafelhasználásnak alakulása.....	52
15. ábra: A cukorrépa vonatkoztatott fajlagos mészfelhasználás alakulása, %répa .....	53
16. ábra: A nemcukor mennyiségére vonatkoztatott fajlagos mészfelhasználás alakulása.....	53
17. ábra: A cukoripar frissvízfogyasztása (% répa) .....	54
18. ábra: A cukoriparban keletkezett szennyvíz mennyisége (m <sup>3</sup> ) és répa vonatkoztatott aránya (%).....	55
19. ábra: Kazánok által kibocsátott légszennyező anyagok fűtőolaj tüzelése esetén.....	56
20. ábra: Kazánok által kibocsátott légszennyező anyagok gáztüzelése esetén.....	57
21. ábra: Cukorgyárak környezetében végzett zajmérések eredményei .....	61
22. ábra: Frissvízfogyasztás alakulása a cukoriparban (% répa).....	71
23. ábra: 1. Vízforgalmi séma .....	72
24. ábra: 2. Vízforgalmi séma .....	74
25. ábra: Kombinált (anaerob-anoxikus-aerob) tisztítási eljárás.....	76

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

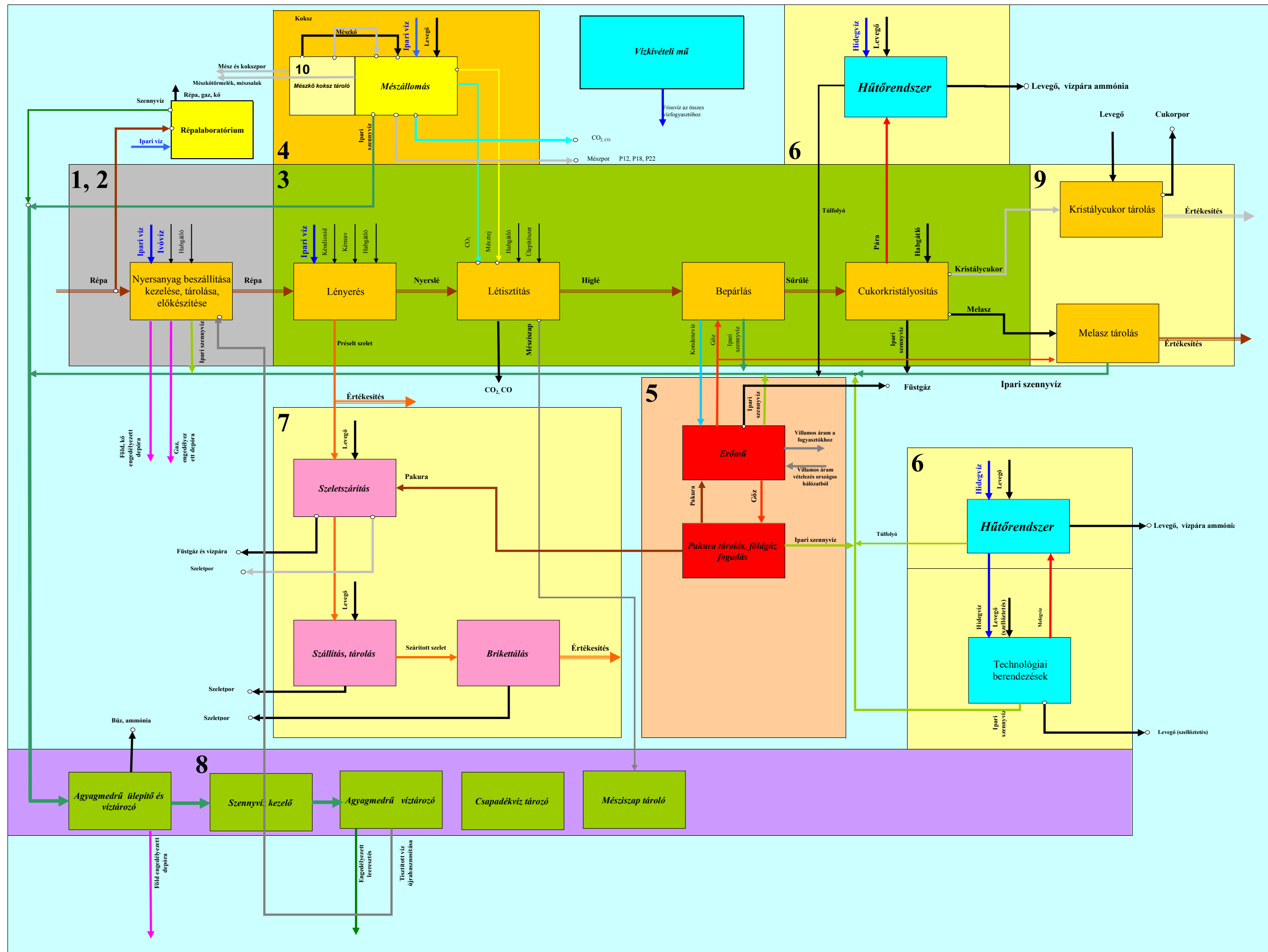
1. táblázat: Kibocsátások a cukorgyártásban.....	10
2. táblázat: A magyarországi cukorgyárak répafeldolgozása, cukor- és melasztermelése a 2003. évi kampányban .....	11
3. táblázat: A méziszap átlagos összetétele .....	36
4. táblázat: A répából keletkező szennyvíz mennyisége .....	39
5. táblázat: Szennyvíz tisztító tavak fő jellemzői.....	44
6. táblázat: Kibocsátás fűtőolaj tüzelése esetén (mg/Nm <sup>3</sup> ) .....	56
7. táblázat: Kibocsátás gáztüzelése esetén (mg/Nm <sup>3</sup> ) .....	57
8. táblázat: Fűtőolaj tüzelésű kazánok alkáli-halogenid és fémszennyeződés kibocsátása.....	57
9. táblázat: Emisszós értékek a szeletszárítói kéményből (példa).....	58
10. táblázat: Technológiai kibocsátási értékek a szeletszárítói kéménynél (példa) .....	58
11. táblázat: Siló elszívó kürtő (példa).....	59
12. táblázat: Pelletáló üzem központi elszívó kürtő (példa).....	59
13. táblázat: A répa földszennyeződésének és a zagy iszaptartalmának függvényében az úsztató körből távozó víz.....	73
14. táblázat: Földiszap vizsgálati eredmények, 2002.....	77
15. táblázat: A kibocsátást szabályzó jogszabály (határérték) .....	95

## **MELLÉKLETEK**

1. számú melléklet: Általános anyagforgalmi séma
2. számú melléklet: Általános vízséma 1
3. számú melléklet: Általános vízséma 2
4. számú melléklet: Szabályozás és monitoring
5. számú melléklet: Az egységes környezethasználati engedélyezés, a KHV és a teljes körű felülvizsgálat tartalmi követelmény rendszerének összevetése

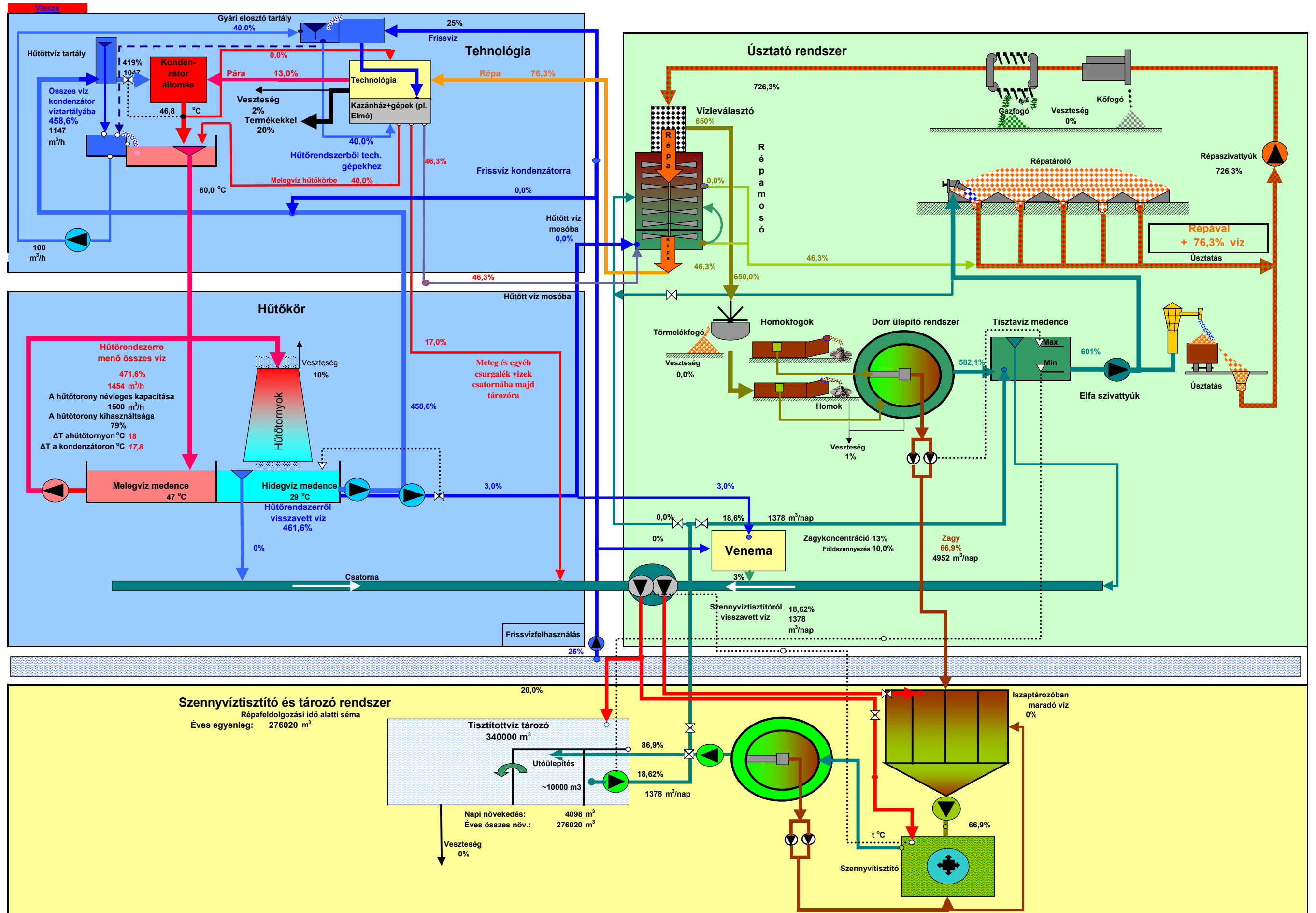
## **1. MELLÉKLET: ÁLTALÁNOS ANYAGFORGALMI SÉMA**

# Általános anyagforgalmi séma



## **2. MELLÉKLET: ÁLTALÁNOS VÍZSÉMA 1.**

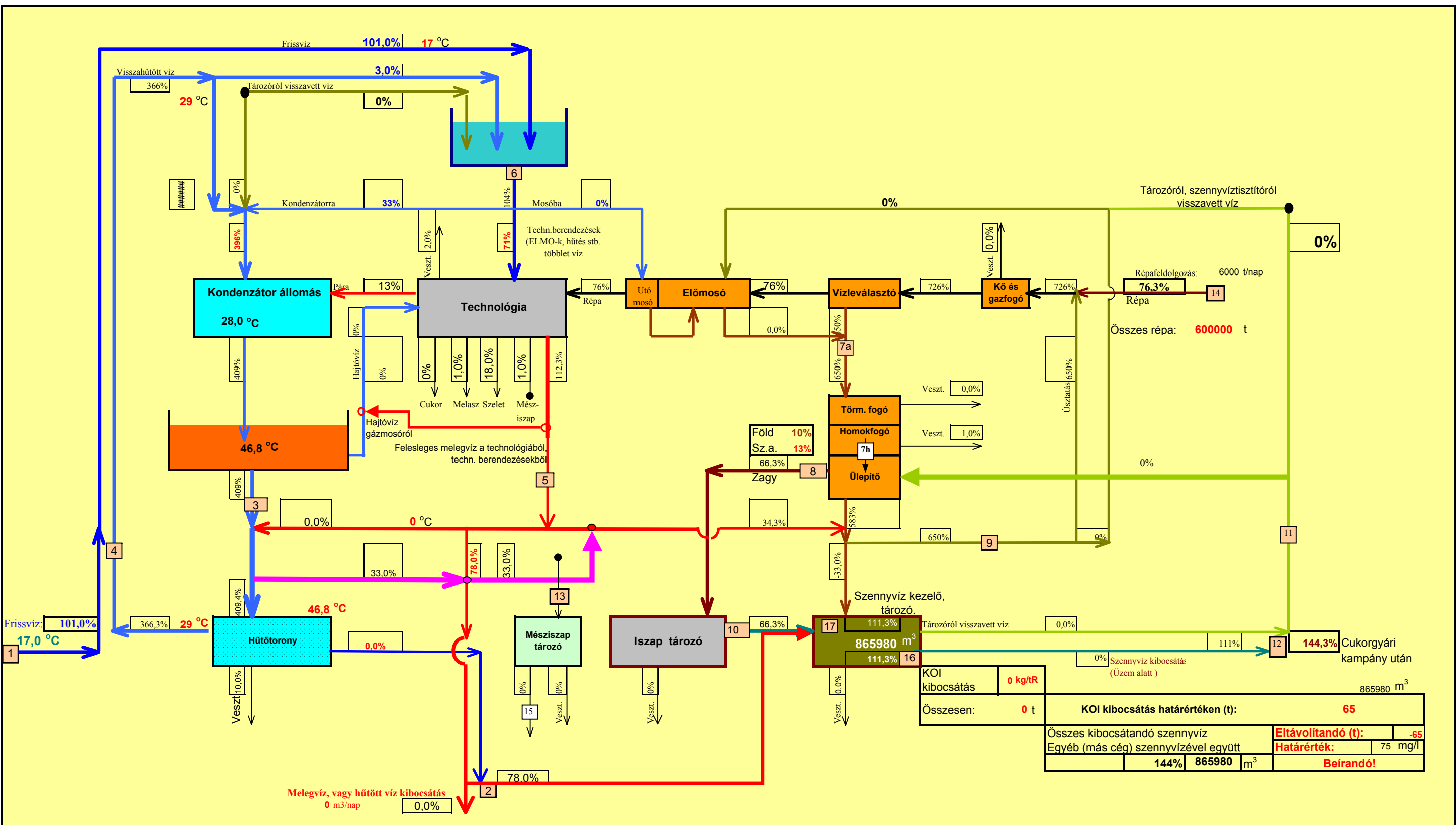
# Általános vízszéma 1





### **3. MELLÉKLET: ÁLTALÁNOS VÍZSÉMA 2.**

## Általános vízszéma 2



3. számú melléklet

#### 4. MELLÉKLET: SZABÁLYOZÁS ÉS MONITORING

##### Kibocsátások mérése

A kibocsátások mérése a következő célokat szolgálja:

- a gáz és a szennyvíz formájában a létesítményből távozó kibocsátások szennyezőanyagainak meghatározása, jelentésszolgálat céljaira;
- a gyártási folyamatok és a tisztító berendezések szabályozásának segítése;
- a környezeti hatások becslése. A fel nem fogott diffúz kibocsátások is becsülhetők mérési módszerek használatával.

A mérési tervet kell készíteni, és a következőket kell számba venni:

- üzemelési mód;
- a távozó gáztisztító és szennyvízkezelő üzem működése;
- az üzem működési jellemzői (folyamatos, szakaszos, üzemkezdeti-üzemzárási működések);
- a termodinamikai zavartényezők hatása.
- Zaj esetén az üzem körüli lakókörnyezet zavarásának meghatározása

A BAT elvekhez tartozik az is, miként kell a gyártási folyamatot tervezni, működtetni, ellenőrizni, dolgozókkal ellátni és karbantartani. Ezek a tényezők jó teljesítmény elérését teszik lehetővé, a szennyezés kibocsátás megelőzése és minimalizálása, a gyártásfolyamat hatékonysága és a költségmegtakarítás terén. A jó folyamatellenőrzés segít e célok elérésben és a biztonságos működési feltételek fenntartásában.

A következőkben bemutatásra kerülő technikák használatosak általánosan:

- A nyersanyag mintázása és elemzése, különös tekintettel, az üzemelési feltételek megfelelő beállítása céljából;
- A betáplált anyagmennyiség mérése, kombinálva a nyersanyag répa és üzemi laboratóriumának elemzésével, ami olyan módszert ad, mely BAT-nak tekinthető. Mikroproceszor használata a legfontosabb folyamatok szabályozására, BAT-nak tekinthető.
- Számos paraméter mérhető a gyártási folyamat ellenőrzése céljából.
- A kritikus állapotjelzőkre külön riasztórendszert kell üzemeltetni. Ezek a következők:
  - Hőmérséklet, és gáz mennyiség vagy gázáram esetében on-line monitoring;
  - Gáz összetevők (O<sub>2</sub>, CO) esetében monitoring;
  - porleválasztók áramellátásának és feszültségének on-line monitoringja;
  - Kibocsátások on-line monitoringja, a kritikus folyamatparaméterek szabályozása céljából.
  - Szennyvíztározók, kármentők körül megfigyelő kútrendszerek a talaj védelmére

##### **Levegőbe jutó szennyezés monitoring és jelentésszolgálat:**

Megkívánt a folyamatos monitoring ott, ahol a kibocsátás jelentős, és ahol megkívánt a gyártási illetve a tisztítási folyamatok szigorú szabályozása, egyébként évente egyszer a répa-feldolgozási időszak alatt a gázáram méréssel együtt, hogy a kibocsátott anyagok koncentrációját össze lehessen kapcsolni a kibocsátások tömegével;

**2005.05.04.A referencia feltételek megállapításához a következőket kell meghatározni és rögzíteni:**

- hőmérséklet és nyomás;
- oxigén, ahol a kibocsátás az égetési folyamat eredménye (pl. kénégető);
- vízgőztartalom, ahol a kibocsátás az égetési folyamat vagy egyéb más nedves gázáram eredménye. Meghatározása ott szükséges, ahol vízgőztartalom nem haladja meg a 3%v/v-t és a mérési eljárás során víz eltávolítása nélkül más szennyezőt is mérnek;
- ahol kívánatos, szabályos időközönként szemrevételezéssel és szaglószeri érzékeléssel kell megvizsgálni a kibocsátást annak biztosítására, hogy a végül levegőbe kerülő kibocsátás alapvetően szintelen, magával ragadott párától és füsttől mentes és cseppecskéket nem tartalmazó legyen.
- Égési gázok esetén, a folyamat során kibocsátott legfontosabb szennyezők a NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, szén-oxidok és szilárd szennyezők (korom). A kibocsátás pontos mennyiségi meghatározásához a paraméterek rendszeres mérése ajánlott. A gázáramot méréssel, vagy egyéb módszerrel kell meghatározni, hogy a kibocsátott anyagok koncentrációját össze lehessen kapcsolni a kibocsátások tömegével.

**Élővízbe jutó szennyezés monitoring és jelentésszolgálat:**

- Szennyvíz leeresztés esetén KOI, BOI<sub>5</sub>, ammónia, foszfor;
- A szennyvízáramot méréssel, vagy egyéb módszerrel kell meghatározni, hogy a kibocsátott anyagok koncentrációját össze lehessen kapcsolni a kibocsátások tömegével;

**Talajba jutó szennyezés monitoring és jelentésszolgálat:**

- Megfigyelő kutak rendszeres ellenőrzése, a talajvíz állapotának folyamatos figyelemmel kísérése;

**Zajkibocsátási monitoring:**

- Ellenőrző üzemi és környezeti mérések

**5. MELLÉKLET: AZ EGYSÉGES KÖRNYEZETHASZNÁLATI ENGEDÉLYEZÉS, A KHV ÉS A TELJES KÖRŰ FELÜLVIZSGÁLAT TARTALMI KÖVETELMÉNY RENDSZERÉNEK ÖSSZEJETÉSE**

**A környezeti hatásvizsgálat és az egységes környezethasználati engedély tartalmi követelményrendszerének összevetése**

Közös számo- zás	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.		a) az engedélykérő azonosító adatai,
2.	A létesítmény szükségessége	
2/a	A tevékenység elmaradásából származó környezeti következményeket /esetleges/	
3.	A tevékenység telepítési és technológiai lehetőségeinek leírása /végeredményben a tevékenység bemutatása/ /a tevékenység volumene, a tevékenység helye és területigénye, az igénybe veendő terület használatának jelenlegi és a településrendezési tervben rögzített módja, a tevékenység megvalósításához szükséges létesítmény(ek) felsorolása és helye, beleértve a telepítési helyen létesülő kapcsolódó létesítményeket is, a telepítési hely lehatárolása térképen, a tervezett technológia leírása, ideértve az alábbiak megadását is: az összefoglaló folyamatábra, valamint az anyagfelhasználás főbb mutatói, annak ismertetése, ha olyan veszélyes anyagot használnak fel, állítanak elő vagy forgalmazznak stb./	b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői d) a létesítmény, illetve az ott folytatott tevékenység és annak jellemző termelési kapacitása, beleértve a telephelyen lévő műszakilag kapcsolódó létesítményeket, f) a létesítményben, illetve technológiában felhasznált, valamint az ott előállított anyagok, illetve <b>energia jellemzői és mennyiségi adatai,</b>
4.		e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése
5.	A környezetterhelés és a környezet igénybevétele (a továbbiakban: hatótényezők) várható mértékének becslése az adatok bizonytalanságának (rendelkezésre állásának) figyelembevételével. <b>Részletesnél:</b> a hatótényezők jellege, nagysága, időbeli változása, térbeli kiterjedése bemutatása.	c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza a szennyező források bejelölésével, <b>egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével,</b> g) a létesítmény szennyező forrásai,
6.	A vizsgálandó terület környezeti állapotának bemutatása <b>Részletesnél:</b> A hatásterület kiterjedése a rendelet 2. mellékletében foglaltaknak megfelelően meghatározva. A hatásterületnek a tevékenység megvalósítása nélkül fennálló környezeti állapotának ismertetését.	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembe-vételével,

7.	A hatások előzetes becslése a tevékenység szakaszaiként elkülönítve, és az esetlegesen környezetterhelést okozó balesetek vagy meghibásodások előfordulási lehetőségeire figyelemmel. <i>Részletesnél: A hatásfolyamatokat környezeti elemenként külön-külön és összességükben is elemezni kell. Fel kell tárnai a közvetetten érvényesülő hatásfolyamatokat is.</i>	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 átterjedő környezeti hatások is felléphetnek.	i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása ..... kiemelve az esetleges országhatáron átterjedő 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.	<i>Részletesnél: A tevékenység környezeti hatásainak köszönhető társadalmi és gazdasági következmények bemutatása.</i>	
11.		<b>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,</b> <b>k) szükség esetén a hulladék keletkezésének megelőzésére, a keletkezett hulladék hasznosítására, valamint a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezést, illetve -károsítást kizáró módon történő ártalmatlanítására szolgáló megoldások,</b> <b>l) minden olyan intézkedést, amely az energiahatékonyságot, a biztonságot, a szennyezések megelőzését, illetve csökkentését szolgálják, különös tekintettel a 3. §-ban meghatározott követelmények teljesülésére,</b>
12.		<b>m) a létesítményből származó kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések.</b>

**A teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálat és az egységes környezethasználati engedély tartalmi követelményrendszerének összevetése**

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 a szennyező források bejelölésével, egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével,
1.4.		b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői,
1.5.	1.4. A telephely(ek)re vonatkozó engedélyek és előírások felsorolása és bemutatása.	
1.6.	1.5. A telephely(ek)en a vizsgálat időpontjában folytatott tevékenységek felsorolása, a TEAOR-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 az ott előállított anyagok, illetve <b>energia jellemzői és mennyiségi adatai,</b>
2.2.	2.2. A tevékenység(ek)kel kapcsolatos dokumentációk, nyilvántartások, bejelentések, hatósági ellenőrzések, engedélyek, határozatok,	

	kötelezések ismertetése, bírságok esetében 5 évre visszamenőleg.	
2.3.	2.3. Föld alatti és felszíni vezetékek, tartályok, anyagátfejtések helyének, üzemeltetésének ismertetése.	
2.4.		<b>e) az alkalmazott elérhető legjobb technikák ismertetése</b>