



BUDAPESTI MŰSZAKI és GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Környezetgazdaságtan Tanszék

Környezetvédelmi technika és menedzsment oktatási segédlet

Készítette: Dr. Molnár Károly egyetemi tanár
Dr. Örvös Mária egyetemi docens
(Gépészmérnöki Kar)
Dr. Kőmíves József egyetemi docens
(Vegyészmérnöki Kar)
Dr. Buzás Kálmán egyetemi adjunktus
(Építőmérnöki Kar)

Szerkesztette: Puppán Dániel egyetemi tanársegéd

Budapest

TARTALOMJEGYZÉK

I. SZILÁRD- ÉS GÁZKOMPONENSŰ LEVEGŐSZENNYEZŐDÉSEK LEVÁLASZTÁSÁRA ALKALMAS BERENDEZÉSEK MŰKÖDÉSI ELVE ÉS GÁZTISZTÍTÁSI ELJÁRÁSAI (DR. MOLNÁR KÁROLY, DR. ÖRVÖS MÁRIA).....	2
I.1. A PORLEVÁLASZTÁS CÉLJA, HATÁSFOK	2
I.2. GRAVITÁCIÓS ÉS ÜTKÖZÉSES LEVÁLASZTÓK.....	5
I.3. CIKLONOK	7
I.4. ELEKTROSTATIKUS LEVÁLASZTÓK.....	9
I.5. PORSZŰRŐK.....	10
I.6. NEDVES LEVÁLASZTÓK.....	12
I.7. GÁZOK/GŐZÖK LEVÁLASZTÁSA ABSZORPCIÓVAL.....	18
I.8. FÜSTGÁZTISZTÍTÁSI ELJÁRÁSOK (KÉN-DIOXID EMISSZIÓ CSÖKKENTÉS).....	21
II. KÖRNYEZETI RENDSZEREK ÉS FOLYAMATOK (DR. KŐMÍVES JÓZSEF).....	25
II.1. A KÖRNYEZETVÉDELEM FELOSZTÁSA, KÖLCSÖNHATÁSOK AZ EGYES KÖRNYEZETI ELEMEEK KÖZÖTT, GLOBÁLIS KÖRNYEZETI PROBLÉMÁK	25
II.2. VESZÉLYES ANYAGOK.....	33
II.3. A LEVEGŐTISZTASÁG-VÉDELEM ALAPJAI.....	41
II.4. A TALAJ- ÉS TALAJVÍZ-SZENNYEZÉS ELLENI VÉDELEM ALAPJAI.....	49
II.5. KÖRNYEZETI ANALITIKA.....	57
II.6. AJÁNLOTT IRODALOM.....	59
III. A TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS ALAPJAI (DR. BUZÁS KÁLMÁN, KOVÁCS ÁDÁM)	60
III.1. TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS	60
III.2. TELEPÜLÉSI VÍZHASZNÁLÓK VÍZIGÉNYE.....	64
III.3. A VÍZELLÁTÁS RENDSZERE	68
III.4. CSATORNÁZÁS RENDSZERE.....	76
III.5. VÍZMINŐSÉGI VONATKOZÁSOK.....	88

I. Szilárd- és gázkomponensű levegőszennyeződések leválasztására alkalmas berendezések működési elve és gáztisztítási eljárásai (Dr. Molnár Károly, Dr. Örvös Mária)

I.1. A porleválasztás célja, hatások

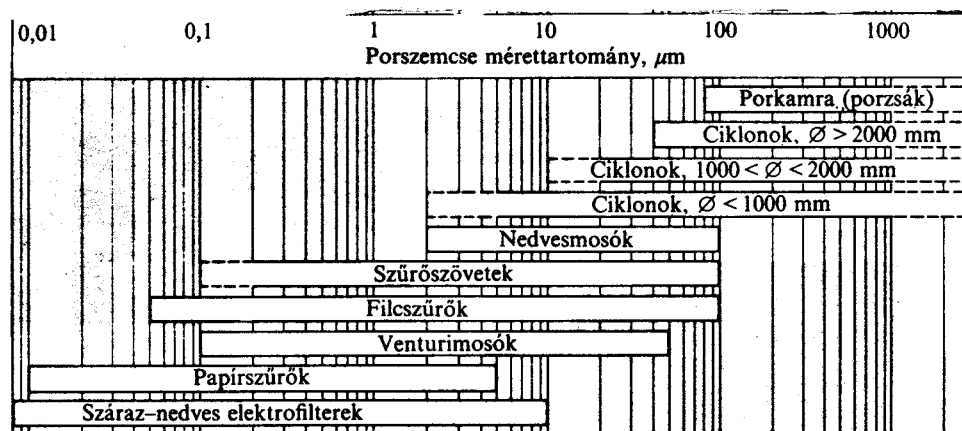
A porleválasztás elsődleges célja a hordozógázban elosztatott szilárd szemcsék leválasztása vagy összegyűjtése:

- az ártalmas anyagoknak a gázáramból való eltávolítása céljából (pl. a szilárd részecske az emberi egészségre ártalmas lehet, a berendezést koptathatja, a környezetet károsíthatja),
- technológiai igény miatt (a gáz a technológia további részeibe csak pormentesen kerülhet be, vagy csak előírt koncentrációjú szilárd anyagot tartalmazhat),
- biztonsági okból (pl. porrobbanás),
- veszteségek csökkentése (pl. a gázzal együtt értékes anyag is eltávozhat, melynek visszanyerése gazdasági okból célszerű).

A megfelelő porleválasztó berendezés kiválasztásához ismerni kell a

- a por jellemző méretét
- a por koncentrációját
- a tisztítás előírt mértékét (a leválasztás hatásfokát)
- a részecske sűrűségét
- a por koptató hatását
- a por tapadási hajlamát.

A szilárd szemcsék gázáramban való viselkedését gömb alakú részecskék aerodinamikai egyenletei írják le. A valóságban előforduló porok gyakran nem gömb alakúak, ezért azokat különböző -lineáris-, felület-, térfogatközepes stb. - átmérővel szokták helyettesíteni. Néhány porleválasztó berendezés alkalmazási tartományát, a szemcse jellemző méretének függvényében az I.1 ábra mutatja. A bejelölt méretek nem jelentik a leválasztó alkalmazásának éles határát. Egy leválasztó szakszerű kiválasztásánál a szemcseméreten túlmenően egyéb szempontokat is figyelembe kell venni.



I.1. ábra Néhány porleválasztó berendezés alkalmazási tartománya a jellemző porszemcse méret függvényében

A porleválasztó berendezésekben a leválasztás jellemzője lehet a porszemcse **ülepedési sebessége**. Gömb alakkal közelíthető szilárd részecskére az erő-egyensúly felírásával:

$$G = F + E,$$

ahol G - gravitációs térben a tömegerő
 F - a közegben a testre ható felhajtóerő
 E - a mozgás következtében fellépő ellenálláserő

Lamináris áramlás esetén a részecskére ható erők:

$$G = \frac{d^3 \Pi}{6} \rho_s g \quad F = \frac{d^3 \Pi}{6} \rho_G g \quad E = 3\mu_G \Pi dv_u$$

melyek felhasználásával az ülepedési sebesség a lamináris ülepedés tartományában:

$$v_u = \frac{d^2 (\rho_s - \rho_G) g}{18\mu_G}$$

ahol
 v_u - az ülepedési sebesség
 μ_G - a gáz dinamikai viszkozitása
 ρ_G - a gáz sűrűsége
 ρ_s - a szilárd anyag sűrűsége
 g - nehézségi gyorsulás
 d - jellemző szemcseméret

Centrifugális vagy elektromos erőterben a nehézségi gyorsulás szerepét a megfelelő térerő tölti be. Az egyes szemcsékre jellemző ülepedési sebesség több szemcse jelenlétekor csak akkor érvényes, ha a szemcsekonzentráció olyan kicsi, hogy a szemcsék egymást észrevehetően nem befolyásolják az áramlásban. Nagy koncentrációjú porok esetében az ülepedési sebesség nagyobb, mint egyedi szemcsék esetében. Gázáramban eloszlott anyagok jellemzésére a **szemcsekonzentráció** definiálása az alábbiak szerint lehetséges:

$$x = \frac{m}{V}$$

ahol V gáz térfogatban m tömegű szilárd részecske található.

Néhány üzemi és környezeti porkoncentráció érték az 1 táblázatban található.

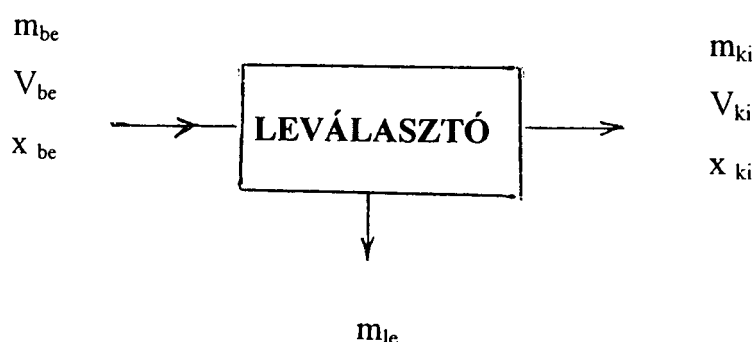
A leválasztó berendezés teljesítőképességének jellemzésére a leválasztási hatásosságot (hatásfokot) alkalmazzák. Az **összleválasztási hatásfok** ($\eta_{\bar{o}}$) vagy **összportalanítási fok** azt fejezi ki, hogy a tisztítandó gázáramban lévő szilárd rész tömegéből mennyi

I.1. táblázat

Gázáram fajtája	Porkoncentráció [mg/m ³]
Erőművi tisztítatlan füstgáz	10 000 -100 000
Erőművi tisztított füstgáz	1 -100
Tisztítatlan torokgáz	10 000 - 50 000
Tisztított torokgáz	5 - 20
Munkahelyi maximális porkoncentráció (MAK)	2 - 15

Samottgyártás pora	10 - 100
Kerámiaüzemi prészor	5 - 20
Öntödei formakészítés pora	2 - 20
Ipari üzemektől távoli területeken	0,01 - 10,05
Városi levegőben lévő por	0,1 - 0,5
Ipari üzemek közelében	0,2 - 5

válí le a porleválasztó készülékben. Jelöljük a leválasztóba belépő por tömegáramát (m_{be}), a leválasztót elhagyó por tömegáramát (m_{ki}), a leválasztóban leválasztott anyag tömegáramát (m_{le}). A leválasztóba érkező szilárd anyag gázáramban eloszlata érkezik. A rendszerbe belépő gáz térfogatárama (V_{be}), a rendszert elhagyó (V_{ki}). Tökéletesen zárt rendszerrel és feltételezve, hogy a leválasztott por elvételénél nincs tömítetlenség, azaz itt a gáz eltávozása elhanyagolható: $V_{be} = V_{ki}$.



A szilárd anyagra felírható megmaradási egyenlet:

$$m_{be} = m_{ki} + m_{le}$$

A belépő és kilépő gázáram szilárd anyag koncentrációja:

$$x_{be} = \frac{m_{be}}{V_{be}}$$

$$x_{ki} = \frac{m_{ki}}{V_{ki}}$$

A porleválasztó berendezés összleválasztási hatásfoka

$$\eta_o = \frac{m_{be} - m_{ki}}{m_{be}} = \frac{m_{le}}{m_{be}} = \frac{x_{be} - x_{ki}}{x_{be}}$$

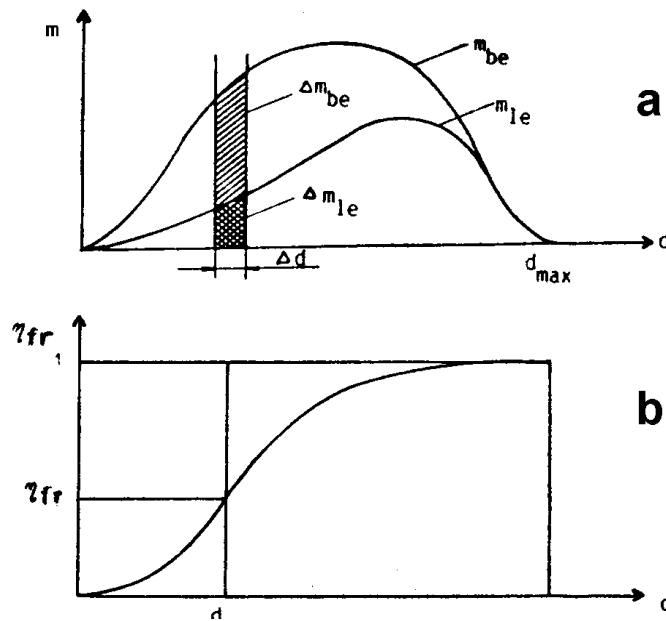
A porleválasztó berendezés jellemzésére az összleválasztási hatásfokon túl a **frakció leválasztási hatásfokot** (η_{fr}) is gyakran alkalmazzák. A leválasztóba belépő gázban a szilárd szemcsék mérete nem azonos, nagyobb és kisebb részecskék is megtalálhatók. A részecskék mérete és mennyisége között a megoszlás görbe teremt kapcsolatot. Az adott összportalanítási fokkal üzemelő leválasztó a nagyobb méretű anyagból többet, a kisebből általában kevesebbet választ le.

A frakcióhatásfok azt fejezi ki, hogy egy adott szemcseméretet a készülék milyen hatásfokkal választ le. A 2.a. ábra a leválasztóba belépő és a leválasztott szilárd anyag eloszlás görbét mutatja a részecskeméret függvényében. Egy vizsgált - Δd - mérettartományban a frakció

leválasztási hatásfok az adott tartományhoz tartozó leválasztott - Δm_{le} -, és belépő - Δm_{be} -, szilárd anyag mennyiségének aránya, azaz:

$$\eta_{fr} = \left(\frac{\Delta m_{le}}{\Delta m_{be}} \right)_{\Delta d}$$

Egy leválasztó frakció hatásfok görbét az I.2. b ábra mutatja a szemcseátmérő függvényében.

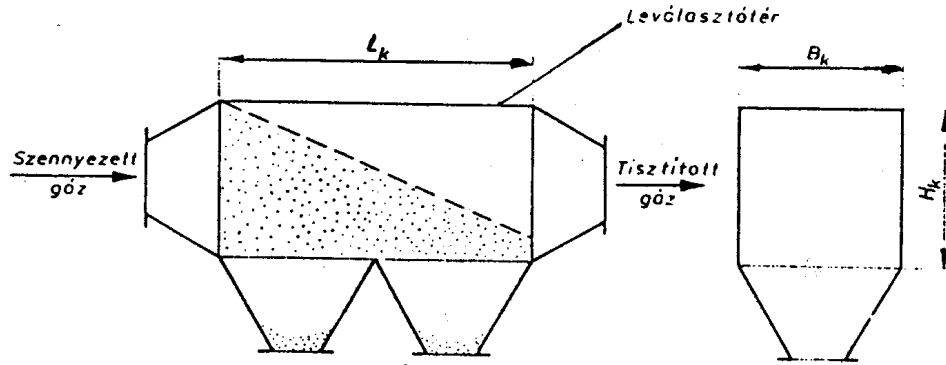


I.2. ábra Eloszlásgörbe és frakcióhatásfok görbe

A szilárd anyagoknak a vivőgázból való leválasztását olyan erők idézik elő, amelyek hatására a vivőgázhoz képest a porszemcsék relatív elmozdulása bekövetkezik. A különböző porleválasztó berendezésekben a nehézségi erőt, a centrifugális erőt, az elektromos erőt használják ki, illetve a szűrőrétegen való visszamaradást alkalmazzák. Pl. az ülepítő kamrában a gravitáció, zsalsú leválasztókban az ütközés, ciklonokban a centrifugális erő, elektrofilterekben az elektromos térerő, nedves mosókban a nevesítés hatására következik be elsődlegesen a leválasztás. Természetesen ezeken az erőkön kívül másodlagos hatások is szerepet játszhatnak a leválasztásban.

I.2. Gravitációs és ütközéses leválasztók

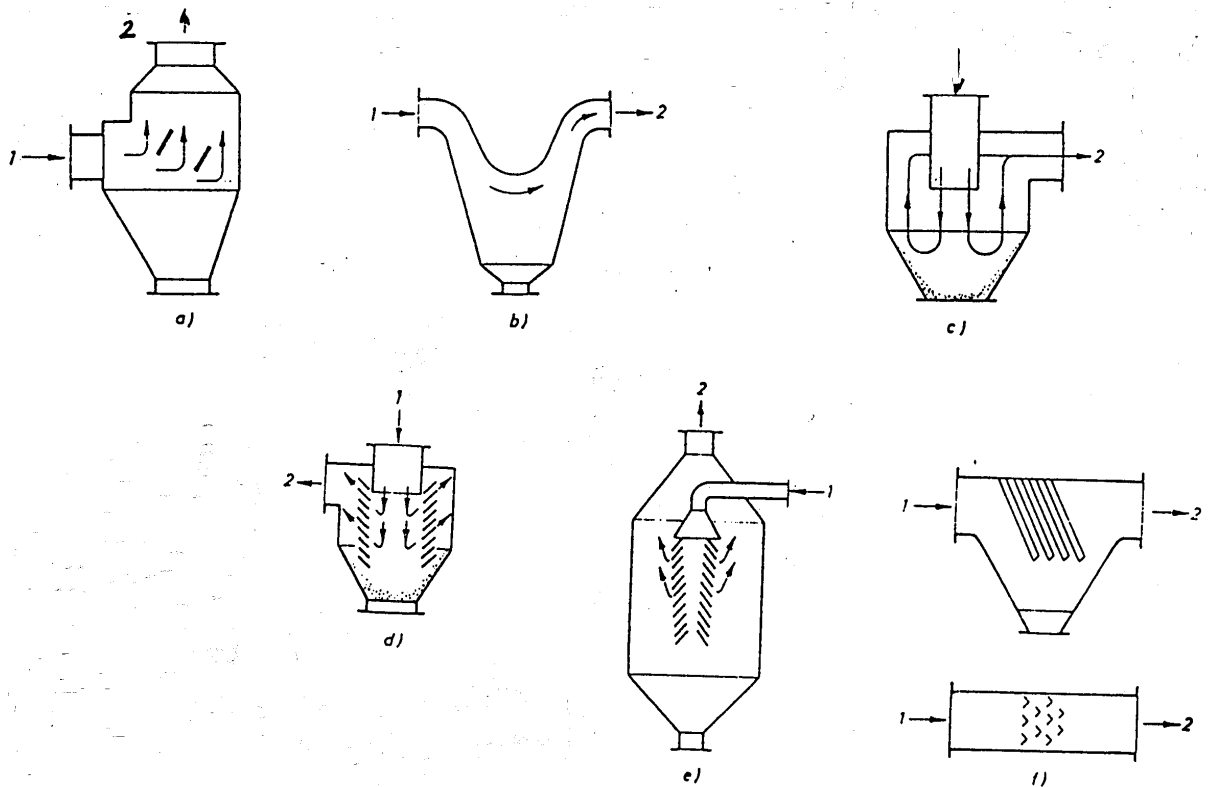
A porleválasztás legegyszerűbb készülékei a nehézségi erő kihasználásával működő leválasztók, a porkamrák vagy ülepítő kamrák. A porkamrákban a vivőgáz áramlási sebessége, más leválasztókhoz képest kicsi (0,4 - 0,8 m/s). A leválasztás azáltal következik be, hogy a kamrában a gáz áramlási sebessége annyira lecsökken, hogy a porszemcsék a nehézségi erő hatására le tudnak üledni a kamra aljára. A porkamrákat általában előleválasztóként alkalmazzák- 100 μm -nél nagyobb méretű részecskékhez -, hogy a gázáramban lévő durva szemcsék koptató hatásától az egyéb leválasztó berendezéseket mentesítsék. A porkamra működési vázlatát az I.3. ábrán látható.



I.3. ábra A porkamra működési vázlat

B_k - a porkamra szélessége, H_k - a porkamra magassága, L_k - a porkamra hossza

A nehézségi erő mérsékelt és korlátok között alkalmazható hatását az irányváltásos porleválasztókban a centrifugális erővel kombinálják. A két erő együttes kihasználásával működő porleválasztók általában olyan ülepítőkamrák, amelyekben az áramlás irányát megváltoztató betétek vannak elhelyezve. A különböző típusú irányváltó elemek vázlatát a 4. ábra mutatja. A készülékekbe a gáz többnyire axiálisan jut be, a por az éles irányváltás következtében válik ki. A porszemcsékre a centrifugális erő is hat, azonban jóval rövidebb ideig, mint a ciklonokban.



I.4. ábra Irányváltásos porleválasztók

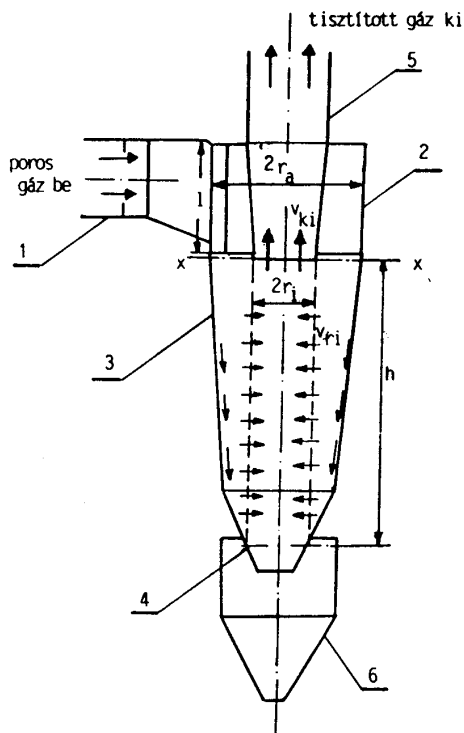
a./, d./ e./ f./ a gázáram megosztásával; b./, c./ a gázáram megosztása nélkül
1. szennyezett gáz bevezetés, 2. tisztított gáz kivezetés

I.3. Ciklonok

A centrifugális erő elve alapján működő legelterjedtebb mechanikus porleválasztó berendezések, amelyekben mozgó alkatrész nélkül létrehozott centrifugális erő idézi elő a porszemcséknek a gázáramból való leválasztását. A ciklonok általában $10\ \mu\text{m}$ -nél nagyobb méretű szilárd anyagok leválasztására alkalmazhatók jó hatásfokkal. A ciklon fő részei az 5. ábra jelöléseivel): a gázbevezető csonk (1), a hengeres rész (2), a kúpos rész (3), a porkivezető nyílás (4) a gázkivezető cső vagy merülőcső (5), porkivezető nyílás alatti portartály (6).

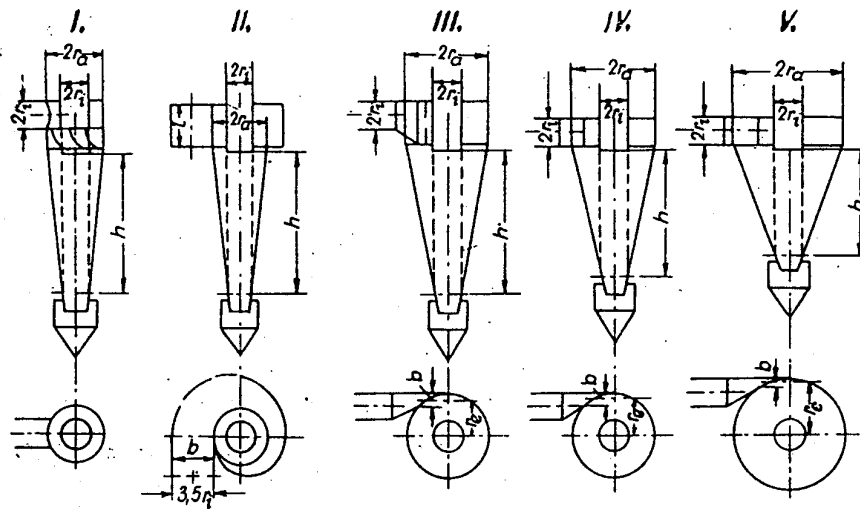
A ciklonban a szemcsék ívelt pályán haladnak, többször körbefutva a leválasztótérben. A körmozgást a ciklontestbe érintőlegesen bevezetett gázáram idézi elő. A centrifugális erő hatására a porszemcsék a leválasztótér felülete, a hengeres ciklon fala felé vándorolnak, ahol lefékeződve kiválnak a gázáramból. A kivált por a nehézségi erő hatására a ciklon alsó részébe, majd onnan a portartályba jut. A portalanított gázáram a tengelyszimmetrikusan beépített merülőcsövön keresztül felfelé hagyja el a készüléket.

A ciklon nem képes minden szennyeződést leválasztani, ezért a finomabb frakciójú porok a gázárammal együtt a kilépő nyíláson keresztül távoznak. A ciklonban igen bonyolult áramlások alakulnak ki. A szemcsékre különböző sebesség-komponensek hatnak, amelyek eredője határozza meg a szemcse mozgásának irányát. A merülőcső átmérőjének megfelelő hengerfelületen áramlanak át azok a porszemcsék, amelyek sebessége a kiválási határsebességnél kisebb és eredő radiális sebességkomponense a ciklon belseje felé mutat. Határszemcsének nevezik, és d_{sh} -val jelölik, a ciklonban még éppen leválasztható méretű részecskét, amelyre ható radiális sebességkomponensek egyensúlyban vannak a $2r_i$ merülőcső átmérőjének megfelelő hengerfelületen.



I.5. ábra A porleválasztó ciklon részei

1. Gázbevezető csonk, 2. Hengeres rész, 3. Kúpos rész, 4. Porkivezető nyílás, 5. Gázkivezető. 6. portartály



	I.	II.	III.	IV.	V.
v_{ti} / v_{ki}	0,5	1	2	3	4
r_a / r_i	2	2	3	3	4
h / r_i	10	10	10	8,8	7,5
A_{be} / A_{ki}	2,7	1,6	0,98	0,5	0,44

I.6. ábra Néhány jellegzetes ciklon kialakítás

Az I.6. ábrán néhány gyakori ciklon kialakítás látható, a geometriai arányszámokkal, ahol

v_{ti} / v_{ki} - r_i sugáron a tangenciális és a kilépési sebesség aránya

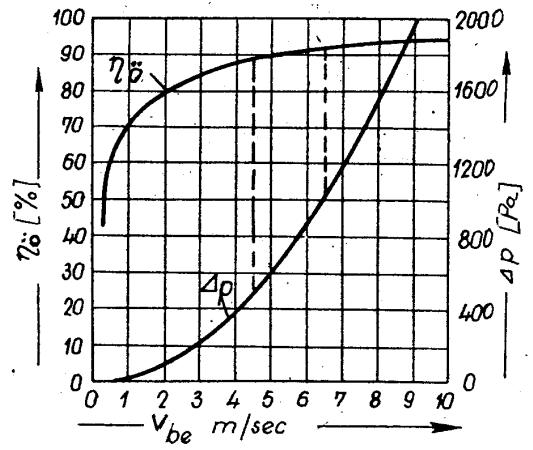
r_a / r_i - geometriai arány

h / r_i - geometriai arány

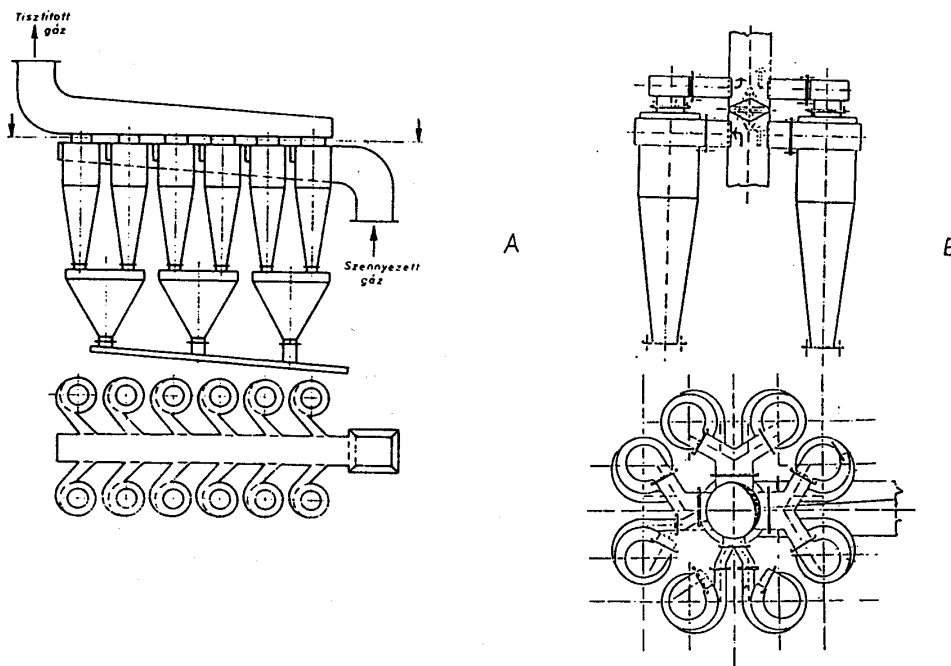
A_{be} / A_{ki} - gáz be- és kilépési keresztmetszet arány

A határszemcse méretét, a leválasztás hatásosságát a beömlési sebesség (v_{be}) jelentősen befolyásolja. A 7. ábra az összleválasztási hatásfok és a nyomásesés alakulását mutatja - egy adott geometriájú ciklonnál - a belépési sebesség függvényében. A sebesség növelése a leválasztási hatásfok javulását eredményezi, de egyidejűleg jelentős nyomásesés növekedést is okoz. A ciklon átmérőjének csökkentésével a határszemcse átmérője is csökken, ezért ugyanolyan gázmennyiség több kisebb ciklonba történő bevezetésével jobb hatásfokú leválasztás érhető el. Több kisebb átmérőjű összeépített ciklont multiciklonnak nevezik.

8. ábra néhány multiciklon kialakítást mutat.



I.7. ábra A leválasztási hatások (η_0) és a nyomásvesztés (Δp) a beömlési sebesség függvényében

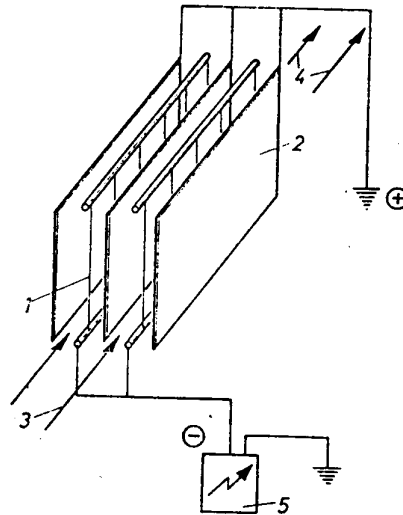


I.8. ábra Multiciklon kialakítások
A- hosszirányú elrendezés: B - körkörös elrendezés

I.4. Elektrosztatikus leválasztók

Az elektrosztatikus porleválasztók igen jó hatásfokkal üzemelő, $1 \mu\text{m}$ -nál kisebb részecskék leválasztására is alkalmas berendezések. A leválasztó úgy működik, hogy a két elektróda között - a nagyfeszültségű egyenáram következtében - villamos erőtér alakul ki. Az elektródák elnevezése szóró és leválasztó elektróda. Ha az elektródák közötti potenciálkülönbség

elegendően nagy, a szóróelektróda közvetlen közelében a villamos térerő olyan mértékű lesz, hogy az ott lévő gázmolekulák ionizálódnak, vagyis pozitív és negatív ionok, szabad elektronok keletkeznek és a stabil (semleges) molekulákkal együtt lesznek jelen. Az elektrosztatikus leválasztó elvi felépítését az I.9. ábra mutatja.



I.9. ábra Az elektrosztatikus leválasztó elvi felépítése

1. szóróelektróda, 2. leválasztó elektróda, 3. szennyezett gáz, 4. tisztított gáz,
5. transzformátor és egyenirányító

A szóróelektróda közelében nagymértékű potenciálesés van, amely megfelelően nagy ionizációs feszültség esetén koronakisülést idéz elő. A koronakisülésnél a gázban lévő szabad elektronok a gázmolekulákkal ütközve további elektronok képződését idézik elő. A negatív töltések a földelt leválasztó elektróda felé áramlanak, ezáltal a teljes leválasztó-teret villamos töltések árasztják el. A porral szennyezett gázzal a koronaterbe jutó porszemcsék a pozitív és negatív töltésű ionokkal ütköznek és felvehetik a töltésüket. Így a szóróelektródával azonos töltésű negatív részecskék a leválasztóelektróda felé vándorolnak, a pozitív töltésűek pedig a szóróelektródán válnak le, és ott vesztik el a töltésüket. Ezeket szigetelve függesztik a leválasztó térbe. A leválasztó elektródákat úgy kell kialakítani, hogy a leválasztott port a gázáram ne ragadja magával. Ezt különböző kiálló felületek, áramlási holtterek, ún. zsebek kiképzésével, valamint a leválasztott port levezető csatornák alkalmazásával oldják meg.

Az elektródákat a rájuk leváló portól időszakosan le kell tisztítani. A szárazon működő leválasztók elektródáit úgy tisztítják, hogy a levált porréteget az elektródák ütemes kopogtatásával fellazítják és az porfüggöny formájában hullik a gyűjtőgaratba. Nagyon fontos, hogy minden kopogtatóegység megbízhatóan működjön, a kopogtatás intenzitása és gyakorisága optimális legyen, mivel a nem megfelelő poreltávolítás rontja a leválasztás hatásfokát.

I.5. Porszűrők

A szűrés az egyik legrégebben és legáltalánosabban alkalmazott porleválasztási módszer. A szűrőket széles körben használják jó leválasztási hatásfokuk, kis méretű szilárd részecskék

leválasztására való alkalmasságuk, viszonylag kis energiaköltségük miatt. Szűrőssel 0,1 - 0,01 μm szemcséket akár 99 %-ot is meghaladó hatáffokkal lehet leválasztani. Ahhoz, hogy a szűrőközeg felületén a vívőgázból a szemcsék leváljanak különböző erők által kifejtett hatásokra van szükség.

A porleválasztó szűrőberendezések felépítése sokféle lehet. A szűrőközeg felépítési módja szerint lehetnek szövet-, rost-, szemcsés rétegű és pórusos anyagú szűrők. A szűrőközeg formája szerint megkülönböztetünk tömlős vagy zsákszűrőket, táskás vagy felületi szűrőket, merev testű vagy gyertyás szűrőket. A szűrési folyamatot mennyiségileg a felületi szűrőterheléssel (F_v) szokták jellemezni:

$$F_v = \frac{\dot{V}_G}{A} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{h}} \right]$$

ahol: \dot{V}_G -gáztérfogatáram

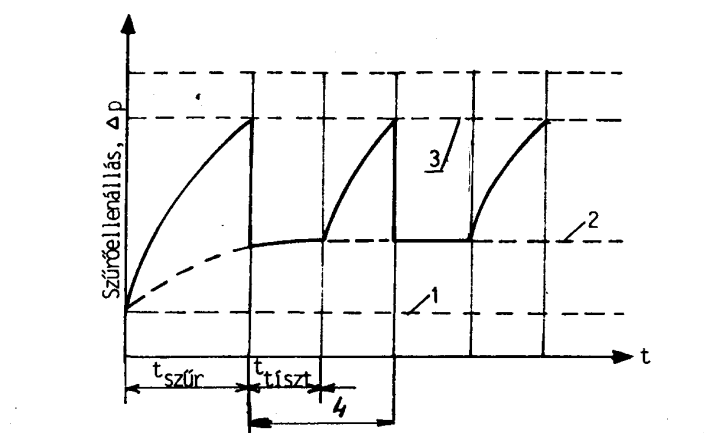
A - szűrőfelület

A nagy portartalmú gázok szennyeződéseinek leválasztására leginkább a szövetszűrők alkalmasak, mivel ezek tisztítása oldható meg a legkönnyebben. A szövetszűrőket nyomó és szívóüzemben is lehet üzemeltetni. A szűrési folyamat során a leválasztandó szilárd anyag a szűrőközegen visszamarad, amely a szűrőegység ellenállásának növekedését eredményezi. A szűrőberendezésen létrejövő nyomásesés egyrészt a tiszta szűrőréteg ellenállásából, másrészt a szűrőrétegre rakódó porréteg ellenállásából tevődik össze.

A tiszta szűrőréteg és a porréteg együttes ellenállását meghatározza:

- a szűrőréteg felületi terhelése
- a gáz sűrűsége, viszkozitása és nedvességtartalma
- a porkoncentráció
- a por jellemzői (méreteloszlás, sűrűség, stb.)
- a szűrőanyag szabad térfogata.

A porszűrők ellenállásából adódó nyomásesés a berendezés gazdaságos működése szempontjából fontos. Az ismétlődő szűrési és tisztítási ciklusok során a nyomáskülönbség az idő függvényében az I.10. ábra szerinti jelleggel változik.

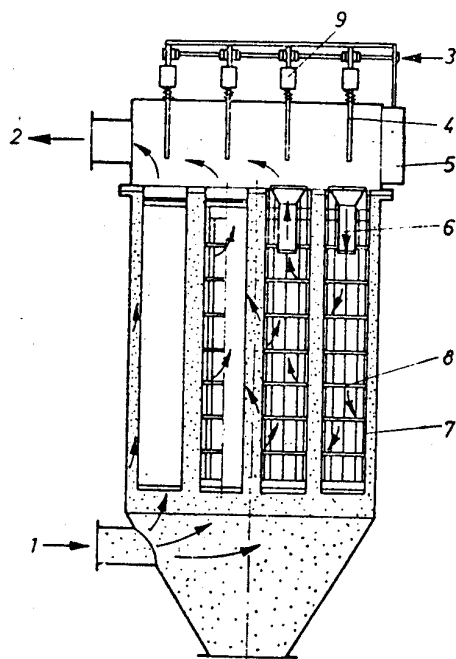


I.10. ábra Szűrési és tisztítási ciklusok

1. a tiszta szűrő ellenállása: 2. visszamaradó ellenállás a porréteg eltávolítása után:
3. a szűrő és a porréteg együttes ellenállásának határa: 4. a két szűrőtisztítás közötti időtartam

A szűrő tisztítása mechanikus és pneumatikus módszerrel történhet. A tisztítási folyamat alatt a gáz hozzavezetését meg kell szüntetni, vagy kamrákra osztott berendezésnél másik kamrába terelni.

Mechanikailag gyengébb szövetből készült tömlők esetén vagy ha a por könnyen leválasztható a szűrőszövetről egyenáramú öblítést alkalmaznak. A 11. ábrán nagynyomású pulzáló levegősugárral tisztított szűrőberendezés látható.



I.11. ábra Nagynyomású levegősugárral működő porleválasztó szűrő

1. szennyezett gáz, 2. tisztított gáz, 3. sűrített levegő, 4. levegőfúvóka, 5. időprogramadó, 6. Venturi.cső, 7. szűrőtömlő, 8. merevítőkosár, 9. mágnesszelep

I.6. Nedves leválasztók

Nedves eljárással a szennyezett gázból a szilárd anyagokat és egyidejűleg, a hordozógáztól különböző egyéb gáz- és gőzkomponenseket is le lehet választani. A művelet során a szennyező anyagot tartalmazó gáz érintkezik a megfelelő mosófolyadékkal, majd a tisztított gázt és a szennyező anyagot tartalmazó folyadékot szétválasztják. A porok leválasztása többféle mechanizmus - tehetetlenségi, nehézségi stb. erőhatások - útján megy végbe, míg a gázok leválasztása diffúzióval történik. A nedves mosókat általában 10 μm -nél kisebb porszemcsék leválasztására alkalmazzák, ha a szennyezett gáz csak szilárd szennyeződést tartalmaz, akkor 2-5 μm -nél kisebb méretű porok leválasztásához indokolt.

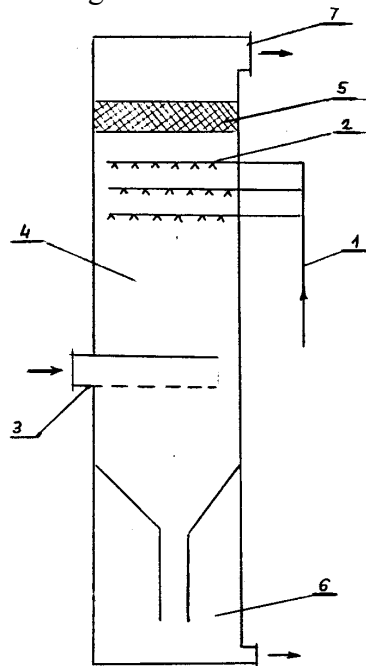
A nedves mosók működési mechanizmusa miatt a gáz és a mosófolyadék intenzív érintkeztetését kell biztosítani, ezért a berendezés olyan belső kialakítására kell törekedni, hogy a porszemcsék és a folyadék találkozási valószínűsége nagy legyen, lehetőség szerint minden porszemcsének lehetősége legyen a vízcsepphez jutni. Gázkomponensek leválasztásánál bekövetkező diffúzió esetén az anyagátadás nagy érintkezési felület esetén intenzívebb, azaz ebben az esetben is nagy érintkező felületet kell biztosítani.

Az intenzív érintkeztetés során a tisztítandó gázba a nedvesség bepárolog illetve a gáz a cseppeket is magával ragadja, ezért a nedves mosók kiegészítője a cseppleválasztó.

A mosófolyadékkal távozó szilárd részek és/vagy leválasztott gáz komponensek a nedves mosó után elhelyezett folyadéktisztító rendszerben választathatók ismét szét.

A **permetező mosók** egyidejűleg alkalmasak gáz és szilárd anyagok leválasztására. A hatásos érintkeztetést a gáz egyenletes eloszlásával és a folyadék cseppekre bontásával valósítják meg. A folyadékcseppek létrehozására különböző porlasztókat használnak: nyomással porlasztó fúvókákat, a folyadékot nagy sebességű gázárammal porlasztó fúvókákat, forgótárcsás porlasztókat és hangenergiás porlasztókat.

A permetezőtorony általában függőleges elrendezésű, amelybe a mosófolyadékot felülről, a gázt alulról vezetik be. A folyadékot egy vagy több szinten permetezik be. Egy permetező mosó vázlatát a szerkezeti részek megnevezésével az I.12. ábra mutatja.

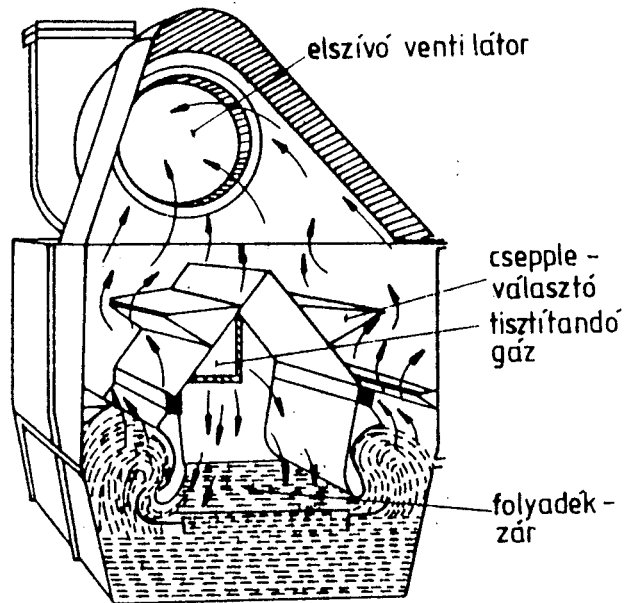


I.12. ábra A permetező mosó felépítése

1. folyadék bevezetés, 2. cseppképző rész, 3. gáz bevezetés, 4. gáz-folyadék érintkeztető, 5. cseppfogó,
6. folyadék-gyűjtő, 7. gáz kilépés

A **folyadék elragadás** elvén működő mosók az ütközés és az önmaguk által képzett permet elragadása elvén működnek. A szennyezett gáz először a mosófolyadék felületére ütközik, amely előleválasztást eredményez. A gázáram ezután áramlástechnikailag megfelelő formájú szűkülő csatornán áramlik keresztül. A felgyorsuló gáz mosófolyadékot ragad magával és cseppekké bontja. A cseppek a gázban lévő porszemcsékkel ütköznek és leválasztódnak.

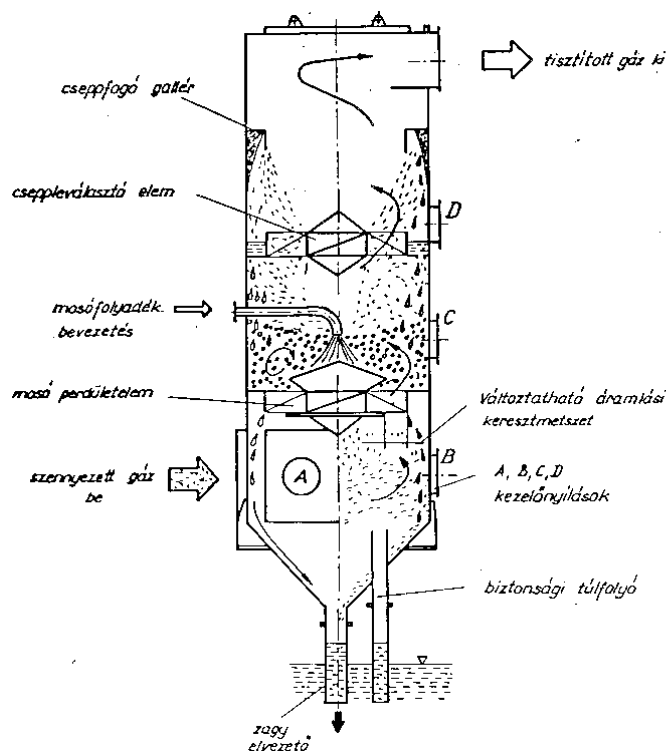
Az I.13. ábrán bemutatott készüléknél a gázt a folyadékzárán keresztül ventilátor szívja át. A gáz erős örvénylést okoz, ami által intenzív keveredés és folyadék-függöny keletkezik. A tisztított gázban lévő elragadott cseppeket beépített cseppleválasztó segítségével távolítják el.



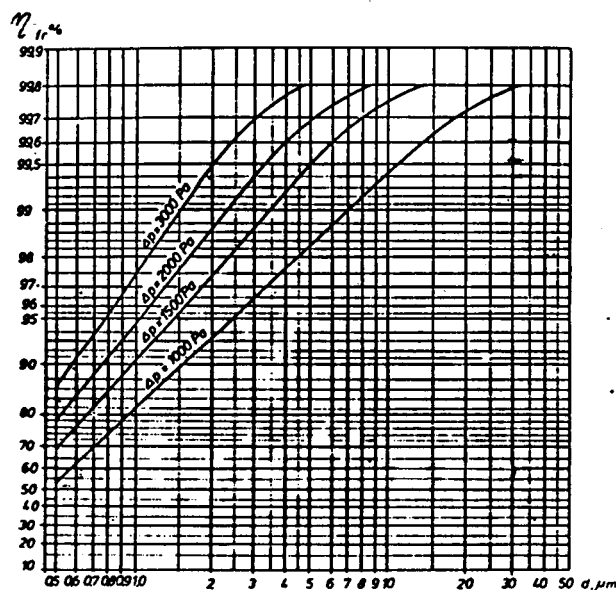
I.13. ábra Folyadékzárás mosó

A **centrifugális mosók**ban a leválasztás javítására a tisztítandó gázt tangenciálisan vezetik be a készülékbe vagy beépített terelőlapokkal, perdület-elemekkel terelik. A centrifugális mosók az eltömődés veszélye nélkül kiválóan alkalmasak olyan porleválasztási feladatokra is, ahol nagy porkoncentrációra lehet számítani.

Az I.14. ábrán a centrifugális mosó kialakítása, az I.15. ábrán frakció leválasztási hatásfok görbéi láthatók.



I.14. ábra A centrifugális mosó működési vázlat

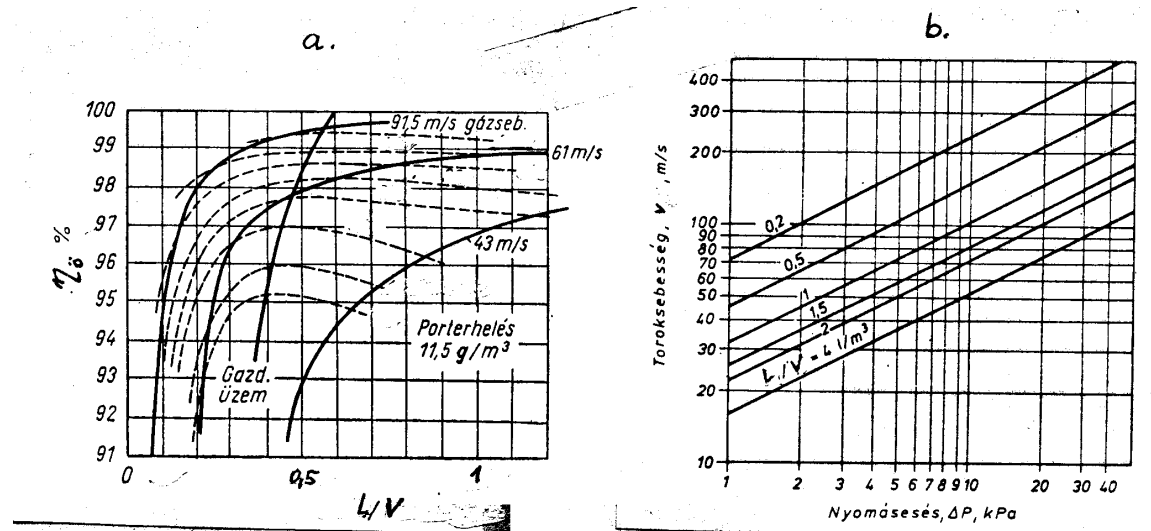


I.15. ábra A centrifugális mosó frakció leválasztási hatásfoka

Kisméretű porok leválasztására előnyösen alkalmazhatóak a gázporlasztás elvén alapuló **Venturi-mosók**. A Venturi-mosókban a leválasztandó pornak a mosófolyadékkal való ütközése a legfontosabb tényező. A folyadékot a Venturi-szakasz torokrésszébe táplálják vagy porlasztják be. A gázsebesség a torokban a legnagyobb, ahol kinetikai energiája hatására a mosófolyadék finom cseppekre oszlik. A készülékben a gáz és a cseppek örvénylésben vannak, amely kedvez a két fázis érintkezésének, ami nagyon jó leválasztási hatásfokot eredményez. Abszorpciós műveletre történő alkalmazásának korlátja az, hogy a nagy

sebességek miatt rövid a tartózkodási idő, ezért inkább kémiai reakcióval kísért abszorpciónál alkalmazzák.

Venturi-mosóknál igen jó porleválasztási hatások érhetőek el még igen kis $-1\ \mu\text{m}$ -nél kisebb méretű - szennyeződések esetén is. A leválasztás hatásossága a mosófolyadék-vivőgáz arányának megváltoztatásával és a toroksebesség növelésével befolyásolható. A 16. a. ábra Venturi-mosó összleválasztási hatásfokát mutatja a folyadék-gáz arány függvényében, paraméterként a toroksebesség feltüntetésével. A toroksebesség és a folyadék mennyiségének növelése javítja ugyan a leválasztást, de a készülék nyomásesésének növekedését is előidézi. A nyomásesés, a toroksebesség és a gáz-folyadék arányának kapcsolatát az I.16. b. ábra mutatja levegő-víz rendszer esetén



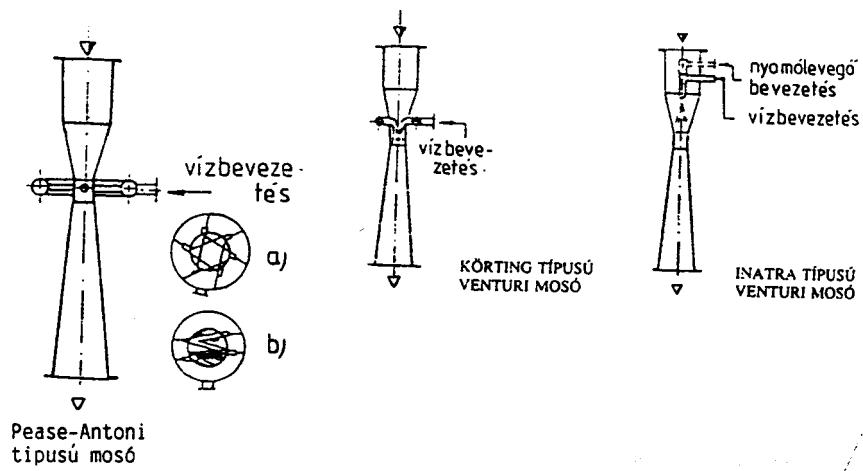
I.16. ábra Venturi-mosó működési jellemzői

- Venturi-mosó összleválasztási hatásfoka a folyadék/gázáram arány függvényében, paraméterként a toroksebesség feltüntetésével
- Venturi-mosó nyomásesése (ΔP) a toroksebesség (v) és a folyadék/gáz térfogatáram-arány (L/V) függvényében levegő-víz esetén

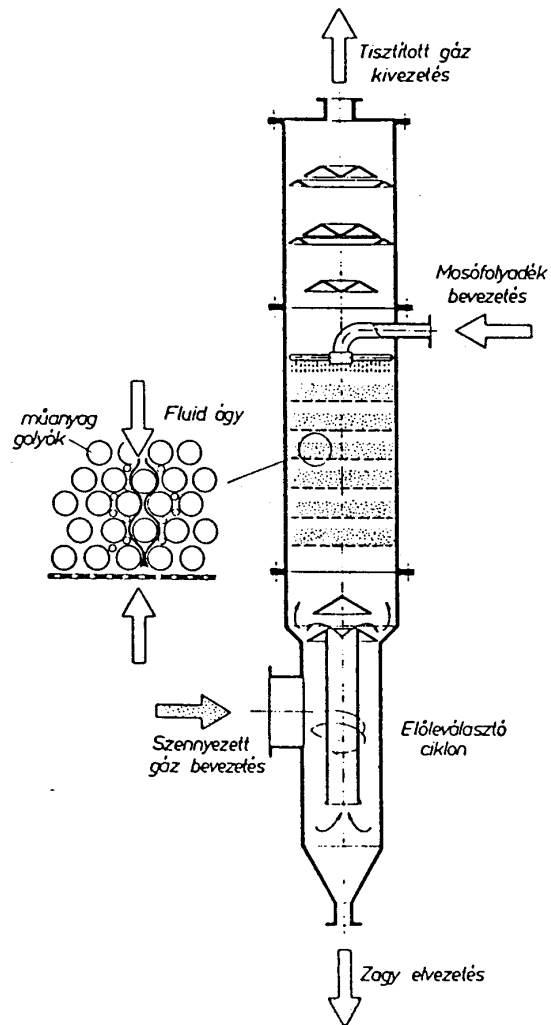
Az I.17. ábrán különböző kialakítású Venturi-mosók láthatók, amelyek a folyadék bevezetési módjában különböznek. A Pease-Antoni típusú mosóba radiálisan torkolló csövekkel vezetik a folyadékot. A vízeloszlás javítása érdekében a vízbevezetést "a" és "b" változat szerint módosították. A Körting típusú Venturi-mosóba két pneumatikus porlasztóval vezetik a szűkületben a folyadékot. Az Inatra típusú mosónál a folyadék tengelyirányban jut be torokrészebe.

A **mozgóréteges mosók** az eltömődés veszélye nélkül alkalmasak egyidejű por és gáztisztításra. Az I. 18. ábrán egy több kaszkádos fluid diszperz kolonna látható. Az egyes fokozatokon különböző kialakítású és sűrűségű töltet helyezkedik el, amely fluid állapotban, intenzív mozgása és keveredése miatt megakadályozza az eltömődést.

A tisztítandó gáz alulról halad felfelé, az egyes fokozatokon intenzív érintkeztetés valósul meg. A folyadék a permetező fej segítségével diszperz fázisúvá válik, amely nagy érintkezési felületet biztosít, ezért előnyösen alkalmazható abszorpció feladatokra is. A töltetek fluid tartományában a nyomásesés gyakorlatilag állandó.



I.17. ábra Venturi-mosó kialakítások



I.18. ábra Mozgóréteges mosó működési vázlat

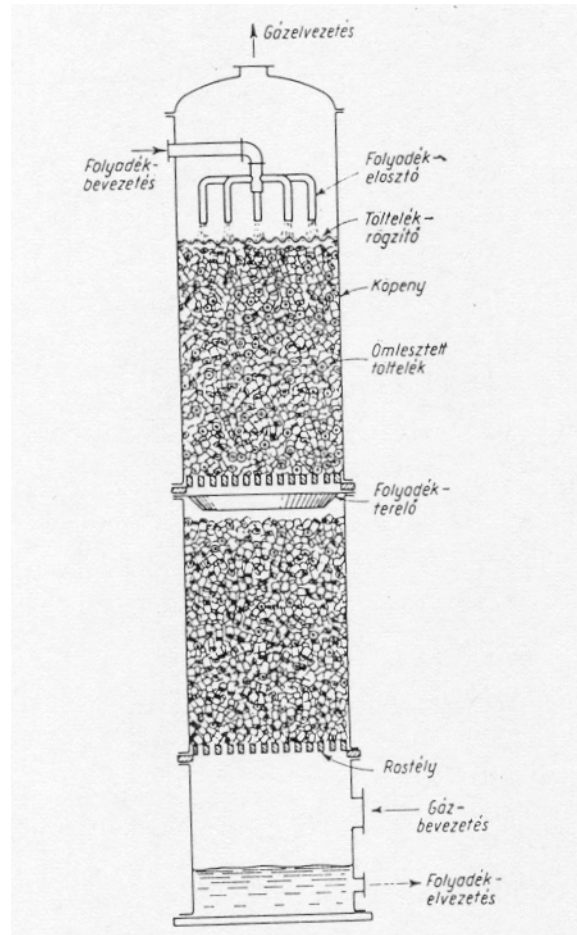
I.7. Gázok/gőzök leválasztása abszorpcióval

A gázabszorpció olyan szétválasztási művelet, amelynél a gázelegyet folyadékkal érintkeztetjük, és ennek következtében a gáz egy vagy több komponense a folyadékba diffundál és ott elnyelődik. Az abszorpció során a gáz és a folyadékreszkek fizikai kötést vagy kémiai kötést hozhatnak létre, eszerint különböztethetünk meg fizikai abszorpciót vagy kémiai reakcióval kísért abszorpciót, kemoszorpciót.

Az abszorpciós folyamatok legjellegzetesebb készülékei a **tálcás** és a **töltetes tornyok**. Ezek a készülékek előnyösen használhatók gázkomponensek leválasztására, folyadékban történő elnyelésére, azonban az eltömődés veszélye miatt csak korlátozottan használhatók porleválasztásra, valamint olyan esetekre, amikor a kémiai reakció során szilárd részek keletkeznek. Ha a tisztítandó gáz por- és gázszennyezést is tartalmaz - a porkoncentrációtól függően - általában a porszennyezés leválasztására előleválasztót alkalmaznak, majd ezt követi a gázkomponens leválasztására szolgáló abszorber. Kémiai reakcióval kísért abszorpció esetén vagy szilárd részecskét is tartalmazó gázok tisztítására az abszorberek azon kialakítása jöhet csak szóba, ahol az eltömődés veszélye nem állhat elő.

A gázkomponensek folyadékban történő megkötése annál hatásosabb, minél intenzívebb a gáz-folyadék érintkeztetése.

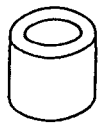







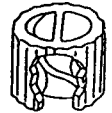









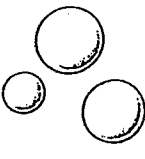
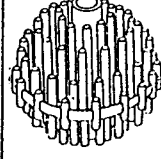
A **töltetes tornyokba** - az érintkezési felület megnövelésére - különböző kialakítású rendezett vagy rendezetlen töltelékelemeket helyeznek. A töltelékes torony felépítése a 19. ábrán látható. A tölteléktestekkel szembeni kívánalom, hogy a megtöltött készülékegység térfogatára vonatkoztatott felülete nagy legyen és rendelkezzen a közegek áramlása szempontjából megfelelő jellemzőkkel. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a töltelék szabad térfogathányada nagy legyen. A tölteléktesteknek a már említett tulajdonságokon kívül megfelelő szilárdsági jellemzőkkel és vegyi ellenállóképességgel kell rendelkezniük. A 20. ábrán néhány ömlesztett (rendezetlen) tölteléktest kialakítása látható. A tölteléktestek anyaga lehet kerámia, fém és műanyag, a nedvesítési, a súly és a korróziós igényeknek megfelelően. A rendezett vagy csomagöltetek egyre nagyobb arányban nyernek alkalmazást a diffúziós műveleteknél, mivel az egységnyi térfogatban nagy belső felületet tudnak kialakítani kedvező nyomásesés mellett. A csomagöltetek hullámosított, hajtogatott, szorosan egymás mellé helyezett lemezekből, drótszövetekből stb. állnak. A szalagokat, szitákat szorosan egymás mellé helyezve csomagokká, adott magasságú egységekké formálják. A feladat megvalósításához, az anyagátadáshoz szükséges magasságot a csomagok egymás fölé helyezésével biztosítják. Az I.21. ábra egy rendezett töltet kialakítást mutat.



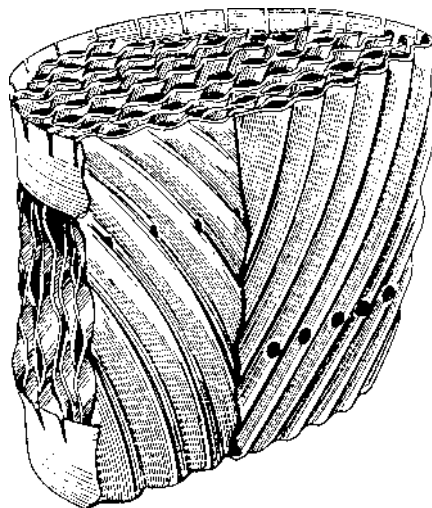
I.19. ábra A töltelékes torony felépítése

Gázabszorpciós feladatokra előnyösen alkalmazhatók a 6. fejezetben ismertett **mozgóréteges mosók** is. E feladatoknál a szennyező gázkomponenseket tartalmazó tisztítandó gáz ellenáramban halad az elnyelő folyadékkal. A tisztított gáz a kolonna tetején -cseppfogón áthaladva -, míg a gázkomponenseket elnyelt folyadék a készülék alján távozik el.

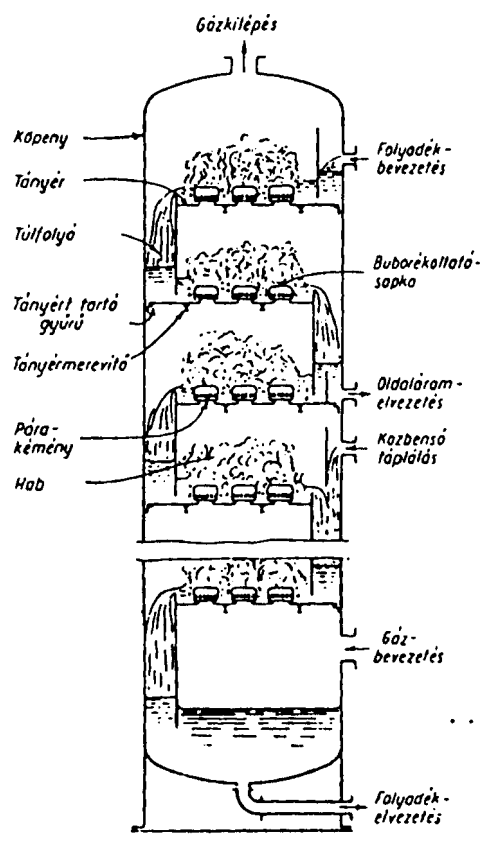
A **tálcás tornyok** függőleges, hengeres készülékek. A tisztítandó gáz a torony alján lép be, a tálcákon lévő perforációkon, nyílásokon, szelepeken vagy réseken keresztüljutva a torony fejrésznél lép ki. A mosófolyadékot a torony fejrésznél vezetik be, és az a tálcák túlfolyóin keresztül jut le az alatta lévő tányérra, majd a torony aljára. Az réseken áthaladó gáz a tálcán lévő folyadékkal intenzíven keveredik és ezáltal a két fázis között végbemegy az anyagátadás. A tálcás mosókat a beépített tálcák típusa szerint különböztetik meg: buboréksapkás, szitatányéros, szeleptálcás, rácstálcás, billenőelemes stb. A beépített tálcák az érintkeztetés szempontjából egy-egy fokozatot jelentenek. A megvalósítandó koncentráció változás szempontjából annyi tálcát szükséges a készülékbe beépíteni, ahány fokozat az anyagátadás megvalósításához szükséges. Egy buboréksapkás torony vázlatát az I.22. ábra mutatja

				
Raschig gyűrű	Spirax	Pall gyűrű	Intalox nyereg	Berl nyereg
				
Lessing gyűrű	Cross gyűrű	S - Spirál gyűrű	D-Spirál gyűrű	T - Spirál gyűrű
				
Inter töltet	Net gyűrű	Dixson töltet	Manahon töltet	Canon töltet
				
Stechan töltet	Goodlow töltet	Heilex	Golyó	Südiszno

I.20. ábra Néhány ömlesztett tölteléktest kialakítása



I.21. ábra Egy rendezett töltet kialakítás



I.22. ábra Buboréksapkás torony felépítése

I.8. Füstgáztisztítási eljárások (kén-dioxid emisszió csökkentés)

A tüzelési és a különböző technológiai folyamatokból számos szennyeződés jut a környezetünkbe. A levegőt szennyező kén-dioxid és nitrogén-oxid kibocsátásért nagyrészt az erőművek és a tüzelési technológiák tehetők felelőssé, ezért ezen fejezeten belül a tüzelési folyamatoknál legáltalánosabban alkalmazott kén-dioxid leválasztási eljárásokat ismertetjük. A gázhalmazállapotú légszennyezők csökkentése érdekében elsődleges és másodlagos eljárások léteznek. Az elsődleges eljárások célja, hogy a légszennyező anyag létrejöttét akadályozza meg, vagy keletkezési mértékét csökkentse. A másodlagos eljárások a már létrejött légszennyező gázalkotók utólagos csökkentését célozzák. A füstgázok kén-dioxid tartalmának csökkentésére elsődleges és másodlagos eljárások is léteznek, az elsődleges eljárások főleg tüzeléstechnikai módszerek, a másodlagos eljárások füstgáztisztítási eljárások

Füstgázok SO_2 tartalmának csökkentésére több mint 50 eljárás ismeretes. Ezek az eljárások jelentősen különböznek aszerint, hogy a leválasztás száraz, nedves vagy félszáraz elven valósul-e meg. Különbözőek a leválasztási eljárások a végtermék értékesíthetősége és a folyamatban történő újra felhasználhatósága szerint, a leválasztás hőmérséklet tartománya szerint. E segédletben a számos eljárás közül két kén-dioxid emisszió csökkentésre alkalmazott leválasztási eljárást ismertetünk.

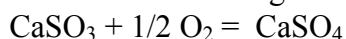
Meszes/mészköves eljárás

A füstgáz kéntelenítési eljárások közül az erőművek legnagyobb része **nedves-abszorpció**s füstgáztisztító eljárást alkalmaz. Ezeknél a legnagyobb gondot a melléktermékként keletkező szennyvíz illetve iszap elhelyezése jelenti.

A legelső és máig is széles körben alkalmazott füstgáz kéntelenítési módszer a **földalkáli vegyületekkel** történő nedves mosás. Leginkább a mészkőpor, dolomitpor, oltott mész és magnézium-oxid használatos. Az I.23. ábrán egy meszes abszorpció eljárás kapcsolási vázolata látható, ahol abszorbensként mésztejet vagy finom szemcsézetű mészkőpor 8-13 %-os szuszpenzióját alkalmazzák a füstgáz mosására. Az eljárás legfontosabb egysége az abszorber, melyben az alábbi reakciók játszódnak le:

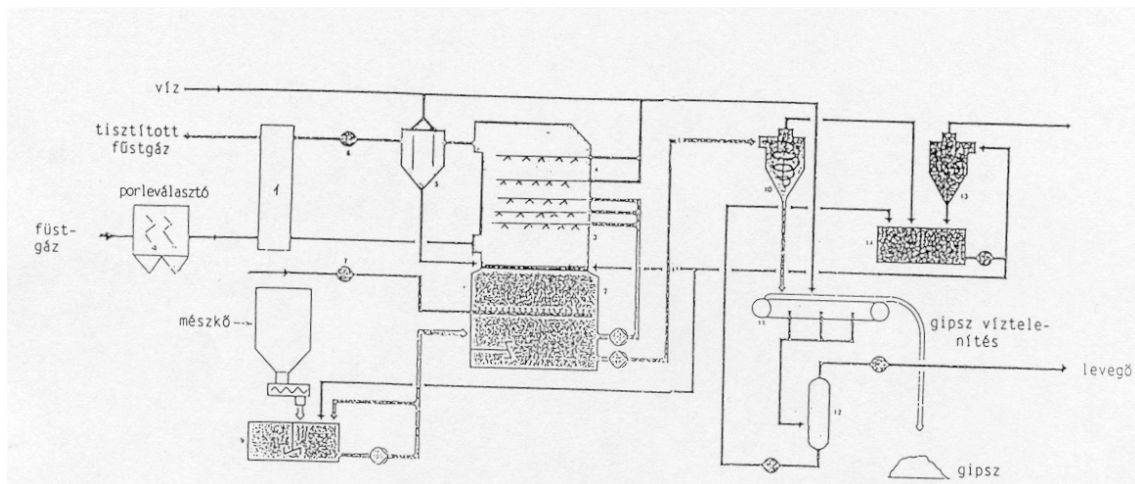


Az abszorber alján bevezetett oxidáló levegő hatására gipsz keletkezik:



A reakciók során keletkező gipsz értékesíthető és felhasználható, ha az tiszta szennyeződéstől mentes, ezért a füstgáztisztító rendszerbe belépő füstgázt a szilárd szennyeződésektől egy határos porleválasztóban leválasztják. A nedves mosóban az abszorpció hatásossága a hőmérséklet csökkentésével javul, valamint az abszorbens folyadékvesztése is kevesebb, ha a füstgáz hőmérsékletét hőcserélőben lecsökkentik.

Az itt keletkező hő az abszorberből kilépő füstgáz visszamelegítésére fordítható. A füstgáz cseppektől való mentesítésére és visszamelegítésére a kéményben jelentkező savharmatponti problémák miatt van szükség. Az abszorpció lefolytatása olyan készülékben lehetséges, amelyben az eldugulás veszélye nem jelentkezik, ezért legtöbbször permetező vagy mozgóréteges, fluid diszperz, stb. mosókat alkalmaznak. A keletkező gipsz jól ülepedő iszap formájában van jelen, amelyet hidrociklonokban és vákuum-szűrőben választanak el a vizes fázistól.

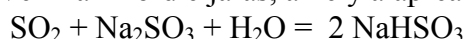


I.23. ábra Meszes-abszorpciós füstgáztisztítás

1. hőcserélő, 2. abszorber, 3. permetező elemek, 4. cseppleválasztó, 5. finom ködleválasztó, 6. ventilátor, 7. oxidációs levegő ventilátor, 8. abszorber tartály, 9. iszaptartály, 10. hidrociklon, 11. vákuum szalag-szűrő, 12. vákuum-rendszer, 13. vízkezelés, 14. recirkulációs tartály

Wellman-Lord eljárás

A nedves füstgáz kéntelenítés egy másik, igen elterjedt változata a **nátriumvegyületekkel** történő tisztítás. Abszorbensként a nátronlúg vagy a nátriumsók vizes oldatát alkalmazzák. A nátriumsók oldhatósága a meszes szuszpenziós eljárásokban alkalmazott abszorbens anyagok és a belőlük képződött termékek oldhatóságát felülmúlja, így a nátriumvegyületekkel történő füstgáz mosáskor a lerakódási, eldugulási és eróziós problémák elmaradnak. A legismertebb nátriumvegyületes eljárás a Wellman-Lord eljárás, amely alapreakciója:



Regeneráláskor a reakció úgy megy végbe, hogy SO_2 szabaduljon fel.

Az I.24. ábrán bemutatott eljárásnál a füstgáz először a kvencs toronyba jut, ahol lehül és a szilárd komponensek leválasztásra kerülnek. Az abszorberben ellenáramban találkozik a mosófolyadékkal. A mosófolyadék a regenerálás után visszatáplált szulfitoldat, amelyet szükség esetén NaOH-oldattal erősítenek fel és a mosófolyadék-gáz optimális értékének megfelelően keringetnek. Az abszorber alján összegyűlő biszulfitos mosófolyadékot a bepárlóba táplálják. A bepárlóban keletkező kristályzagyot (Na_2SO_3) elválasztják az anyalúgtól. A kristályos Na_2SO_3 az oltótartályba jut és oldatként kerül vissza az abszorberbe. A bepárlóból távozó vízgőz kb. 10 % SO_2 -t tartalmaz. A vízgőz kondenzáltatása után a SO_2 tartalom kb. 60 %-ig növelhető. A lekondenzált vizet a nátriumsulfit-oldó tartályba vezetik, így az oldatban lévő SO_2 -t is hasznosítják. A keletkező SO_2 -t vagy kénsavgyártásnál használják fel vagy elemi ként állítanak elő belőle.

II. Környezeti rendszerek és folyamatok (Dr. Kőmíves József)

II.1. A környezetvédelem felosztása, kölcsönhatások az egyes környezeti elemek között, globális környezeti problémák

Az előadás célkitűzése:

Annak bemutatása, hogy a tárgyalás és a szabályozás megkönnyítése érdekében hogyan lehet – az ökológiai értelemben egységes és kölcsönhatásokkal át meg átszótt – környezetvédelmet különböző szempontok szerint felosztani.

Az egyes környezeti elemek közötti kölcsönhatások magyarázata, az egységes szemlélet hangsúlyozásának fontossága végett.

A környezetvédelem jelentőségének bemutatása globális környezeti problémák (üvegházhatás növekedése, sztratoszférikus ózon pusztulása) tárgyalásán keresztül.

Az előadás vázlata:

A környezetvédelem jelentősége, felosztása.

Környezeti elemek és azok kölcsönhatásai.

A környezeti hatások kiterjedése: helyi, regionális, kontinentális, globális környezeti hatások.

Globális környezeti problémák.

Az üvegház-hatás növekedése, globális felmelegedés.

Atmoszférikus nyomgázok hatása a Föld sugárzó energia mérlegére.

Üvegházhatást okozó és ózonbontó gázok.

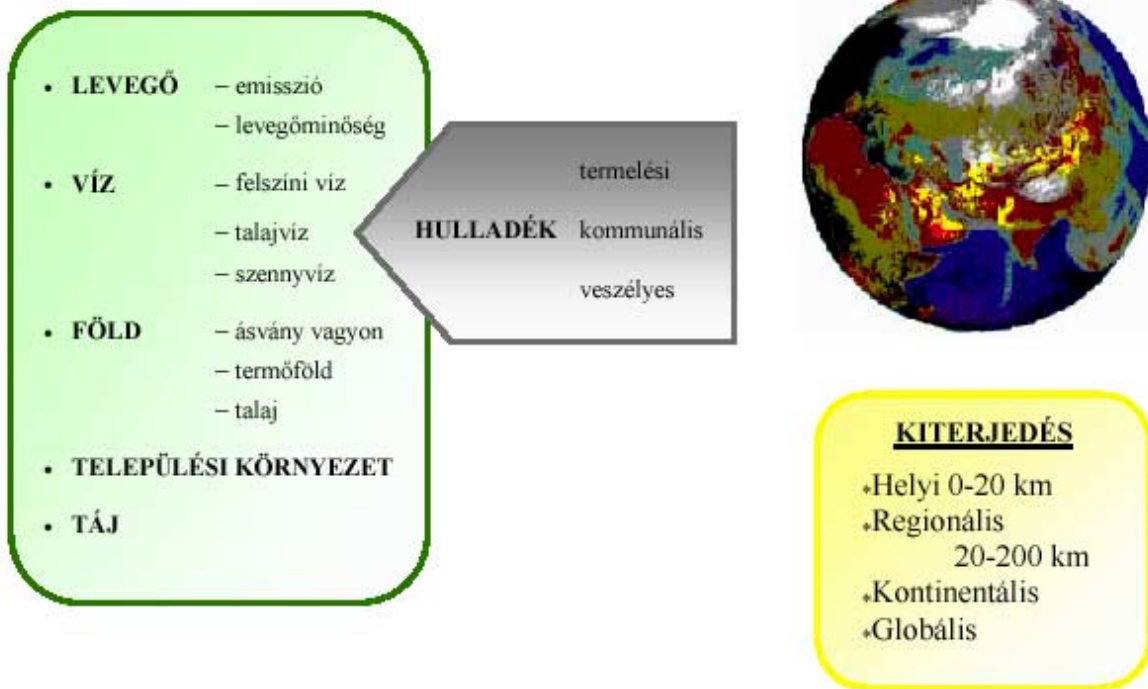
A CO₂ koncentráció alakulása az atmoszférában.

Az ózonpajzs pusztulása és következményei.

Fotokémiai szmog – Ózon a troposzférában.

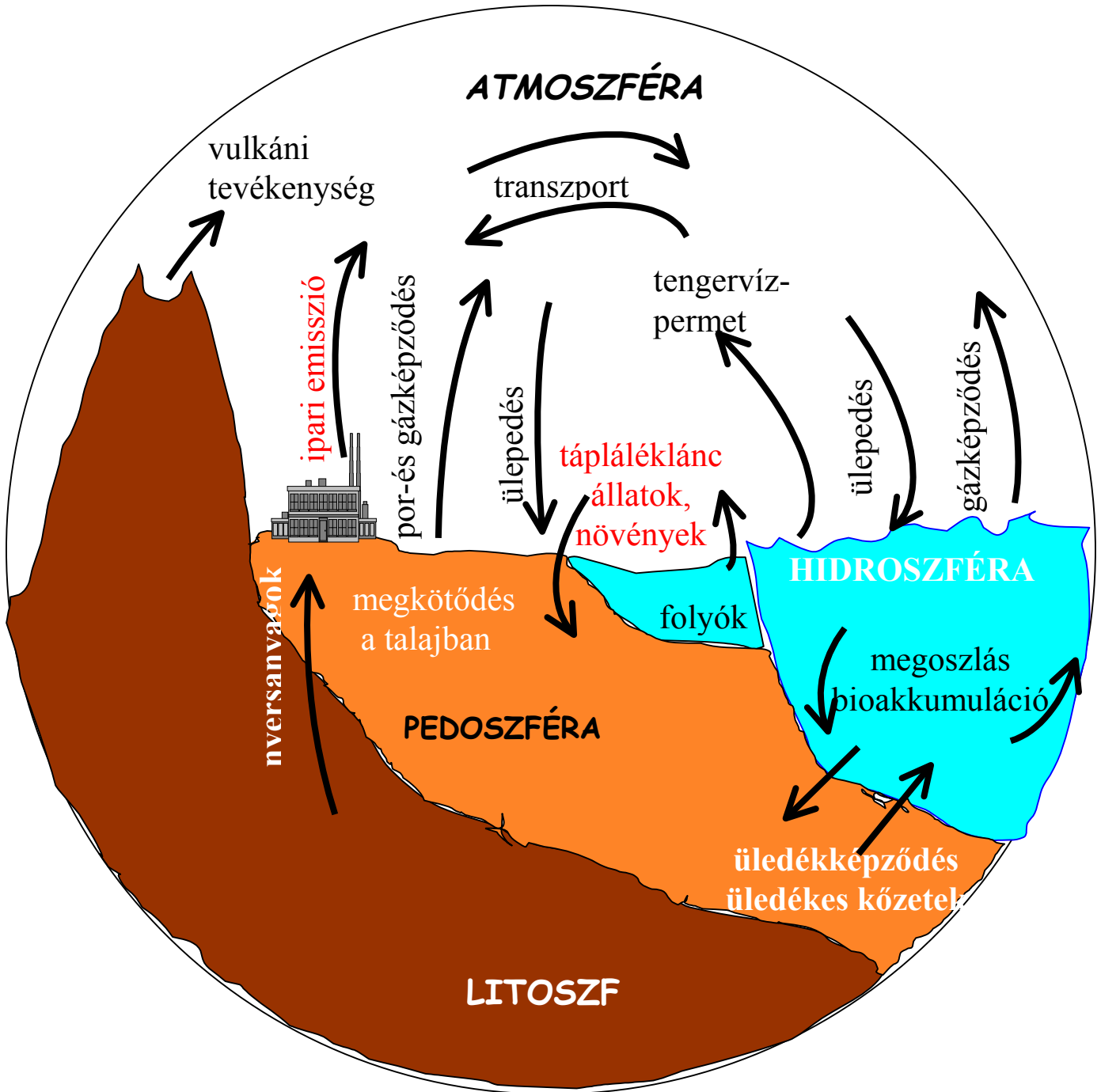
Ábrák, amelyek segítik a tananyag megértését és elsajátítását:

1. *ábra:* A környezetvédelem felosztása (felosztas.zip)
2. *ábra:* A globális fémkörforgás fő anyagáramai (korforgalom.doc)
3. *ábra:* Atmoszférikus nyomgázok hatása a Föld sugárzó energia mérlegére (nyomgazok hatasa.doc)
4. *ábra:* Üvegházhatást okozó és ózonbontó gázok (uveghaz gazok.doc)
5. *ábra:* CO₂ koncentráció alakulása az atmoszférában (CO2 atmosferaban.zip)
6. *ábra:* Ózonpajzs és ózonbontás (ozonpajzs.doc)
7. *ábra:* Fotokémiai szmog – Ózon a troposzférában (fotoszmozg.doc)

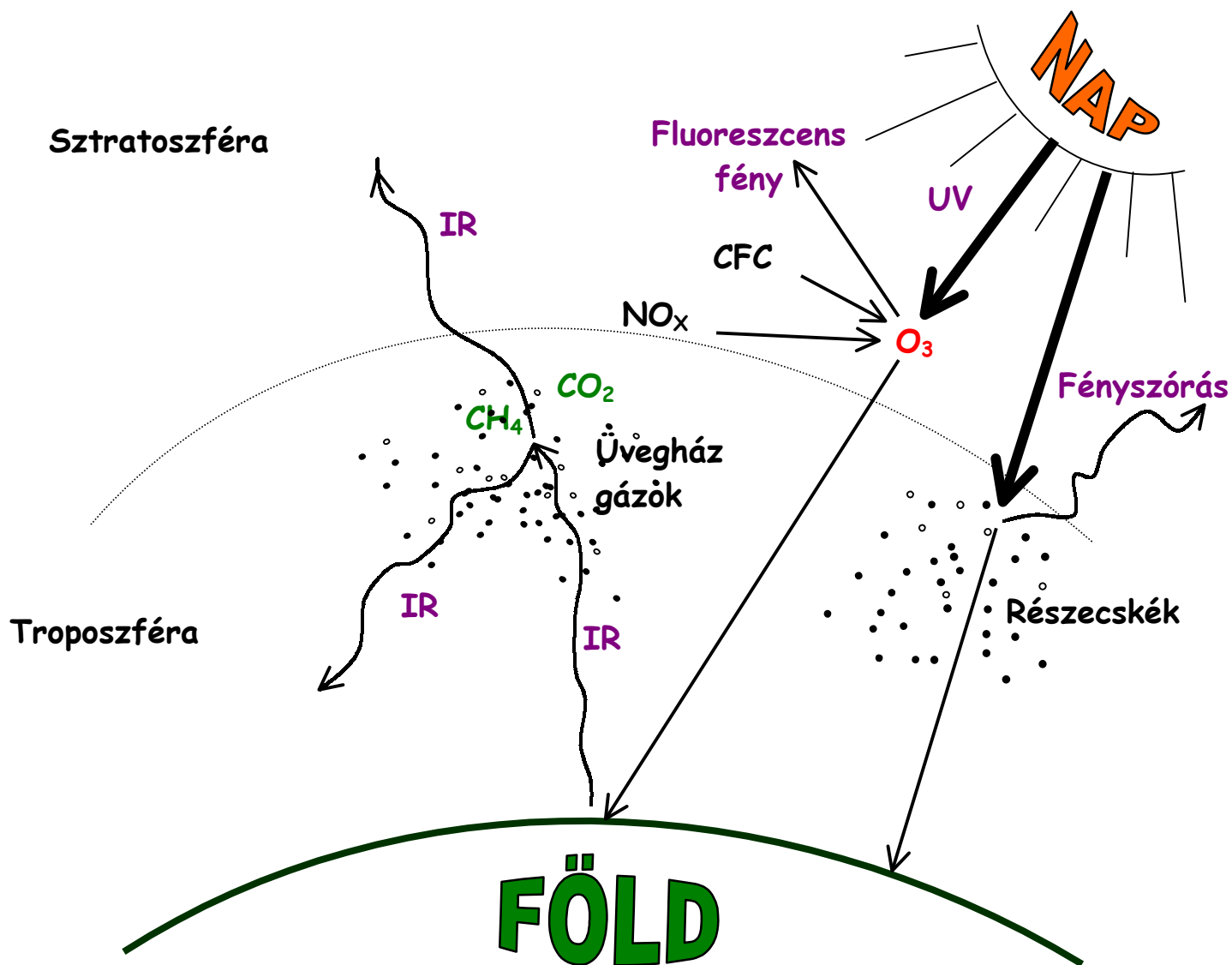


II.1.1. ábra A Környezetvédelem felosztása

II.1.2. ábra A globális fémkörforgás fő anyagáramai



II.1.3. ábra Atmoszférikus nyomgázok hatása a Föld sugárzó energia mérlegére

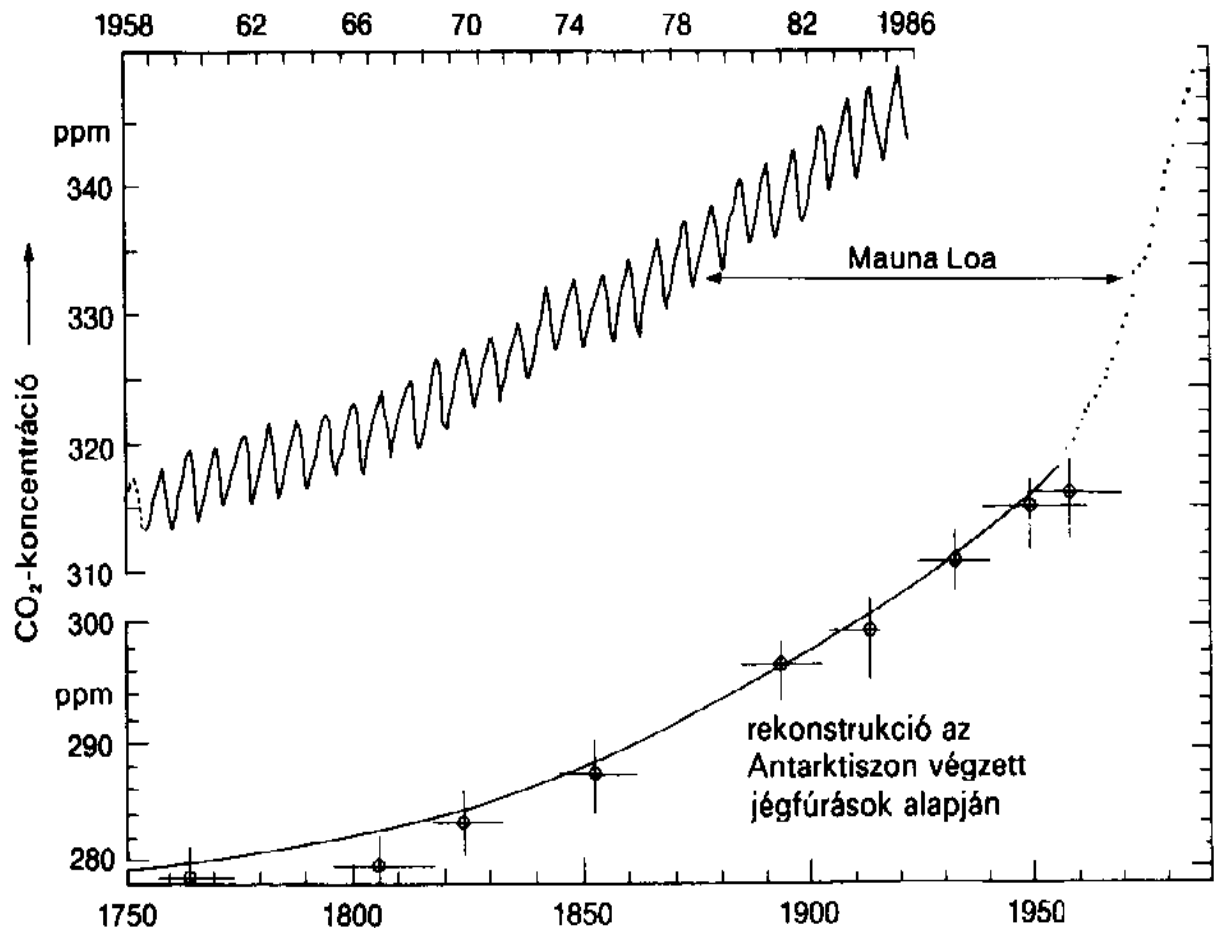


Nap sugárzási teljesítménye: $3,8 \cdot 10^{26}$ J/s

- 30,5 % visszaverődik a világűrbe
- 24,5 %-ot elnyel az atmoszféra
- 45 %-ot elnyelnek az óceánok, a szárazföldek és a jégfelületek

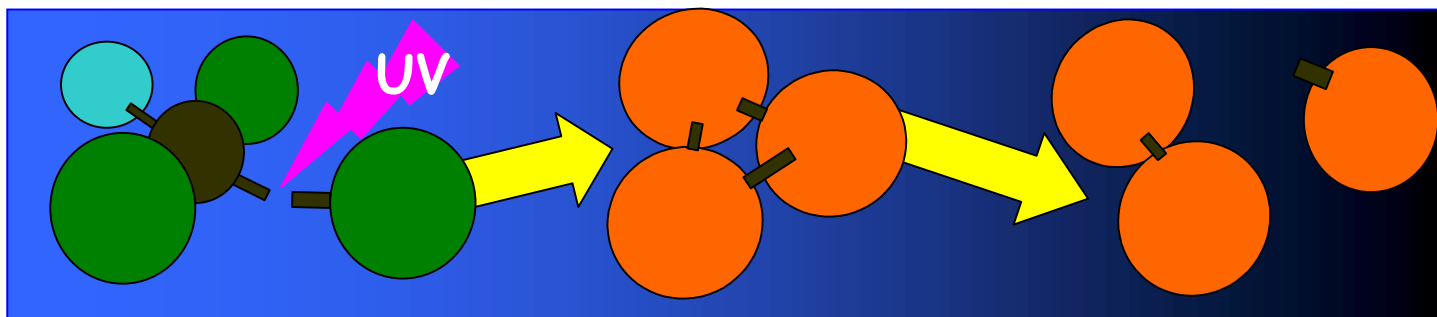
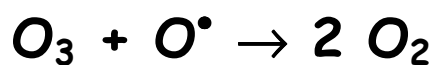
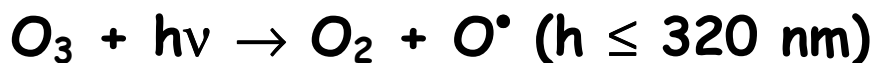
II.1.4. ábra Üvegházhatást okozó és ózonbontó gázok

VEGYÜLET	KONCENTRÁCIÓ	ÉVES NÖVEKEDÉS %	ÁTLAGOS TARTÓZKODÁSI IDŐ	GLOBÁLIS FELMELEGÍTŐ HATÁS	ÓZONBONTÓ KÉPESSÉG
CO₂	350 pp m	0,4-0,5	100 év	1	0
CH₄	1,8 pp m	1,2	10 év	21	0
N₂O	0,3 2 ppb	0,2-0,3	150 év	270	0,055
CFCl₃ Freon-11	280 ppt	5,2	64 év	12 000	1,000
CF₂Cl₂ Freon-12	480 ppt	4,5	108 év	18 000	1,0
CHF₂Cl Freon-22	70 ppt	12	20 év	2 000	0,05
CHCl₂CF₃ Freon-123			2 év	1 800	0,01
CH₂FCF₃ R-134a			8 év	1 800	0
CH₃CHF₂ Freon-152a			2 év	1 800	0
CF₂ClBr	2,2 ppt	10	25 év		2-3
CBrF₃	2,1 ppt	15	110 év		5-8
CCl₄	140 ppt	2	60 év	4 000	1,2
CH₃CCl₃	140 ppt	3-4	6-7 év		0,15
CH₃Br					0,7

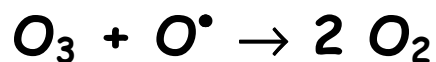
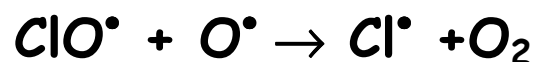
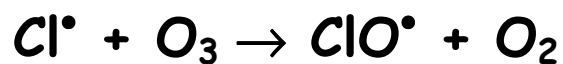
II.1.5. Ábra CO₂ koncentráció alakulása az atmoszférában

II.1.6. ábra Ózonpajzs és ózonbontás

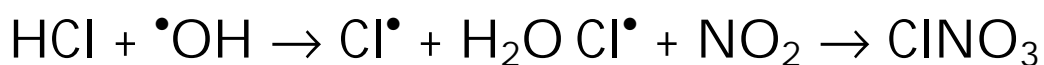
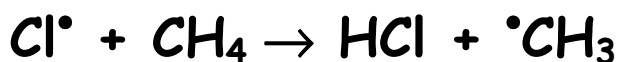
Az ózon keletkezése a sztratoszférában:



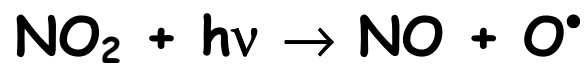
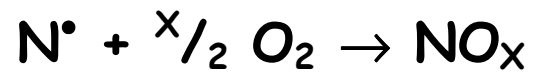
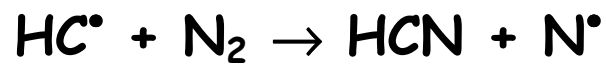
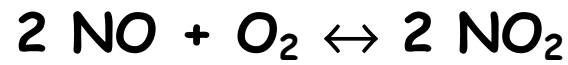
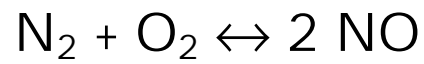
(Freon-11)



Cl^\bullet -koncentráció csökkenése:



II.1.7. ábra Fotokémiai szmog – Ózon a troposzférában



II.2. Veszélyes anyagok

Az előadás célkitűzése:

A környezetre és az emberre nézve veszélyes anyagok egységes - környezeti elemektől független - tárgyalásán keresztül a veszélyes anyagok főbb csoportjainak bemutatása. A veszélyes anyagok tulajdonságainak és hatásainak bemutatása kiválasztott jellemző példákon keresztül.

A határértékek problémájának és folyamatos változásuk okának megértetése.

Az előadás vázlata:

A veszélyes anyagok definíciója, csoportosításuk.

Egészségkárosítás.

Kémiai elemek veszélyessége.

Részletesebb ismertetés a higany példáján keresztül.

Rákkeltő anyagok.

Ökotoxikus anyagok.

Vízminőség veszélyességi osztályok.

Veszélyes anyagok átalakulásai (lebomlás, megkötődés, feldúsulás) a környezetben.

Szilárd anyagok (részecskék) a környezetben.

Ábrák, amelyek segítik a tananyag megértését és elsajátítását:

1. *ábra:* Veszélyes anyagok (veszelyesanyagok.doc)
2. *ábra:* Kémiai elemek veszélyessége (kem.veszelyesség.doc)
3. *ábra:* Higany (higany.doc)
4. *ábra:* Közismertebb rákkeltő anyagok (rakkeltok.doc)
5. *ábra:* Dioxin, PAH, PCB, DDT (dioxin.doc)
6. *ábra:* DDT a környezetben (DDt.doc)
7. *ábra:* Szilárd anyagok (nem toxikus) (szilard.doc)

II.2.1. ábra Veszélyes anyagok

- ROBBANÓANYAGOK
- GYÚLÉKONY ANYAGOK
- OXIDÁLÓ ANYAGOK
- TOXIKUS ANYAGOK
- MARÓ (KORROZÍV) ANYAGOK
- IRRITÁLÓ ANYAGOK
- RÁKKELTŐ (KARCINOGEN) ANYAGOK
- REPRODUKCIÓT KÁROSÍTÓ (TERATOGEN) ANYAGOK
- GENETIKAI KÁROSODÁST OKOZÓ (MUTAGEN) ANYAGOK
- **ÖKOTOXIKUS ANYAGOK**
-
- NARKOTIKUS ANYAGOK
- RADIOAKTÍV ANYAGOK

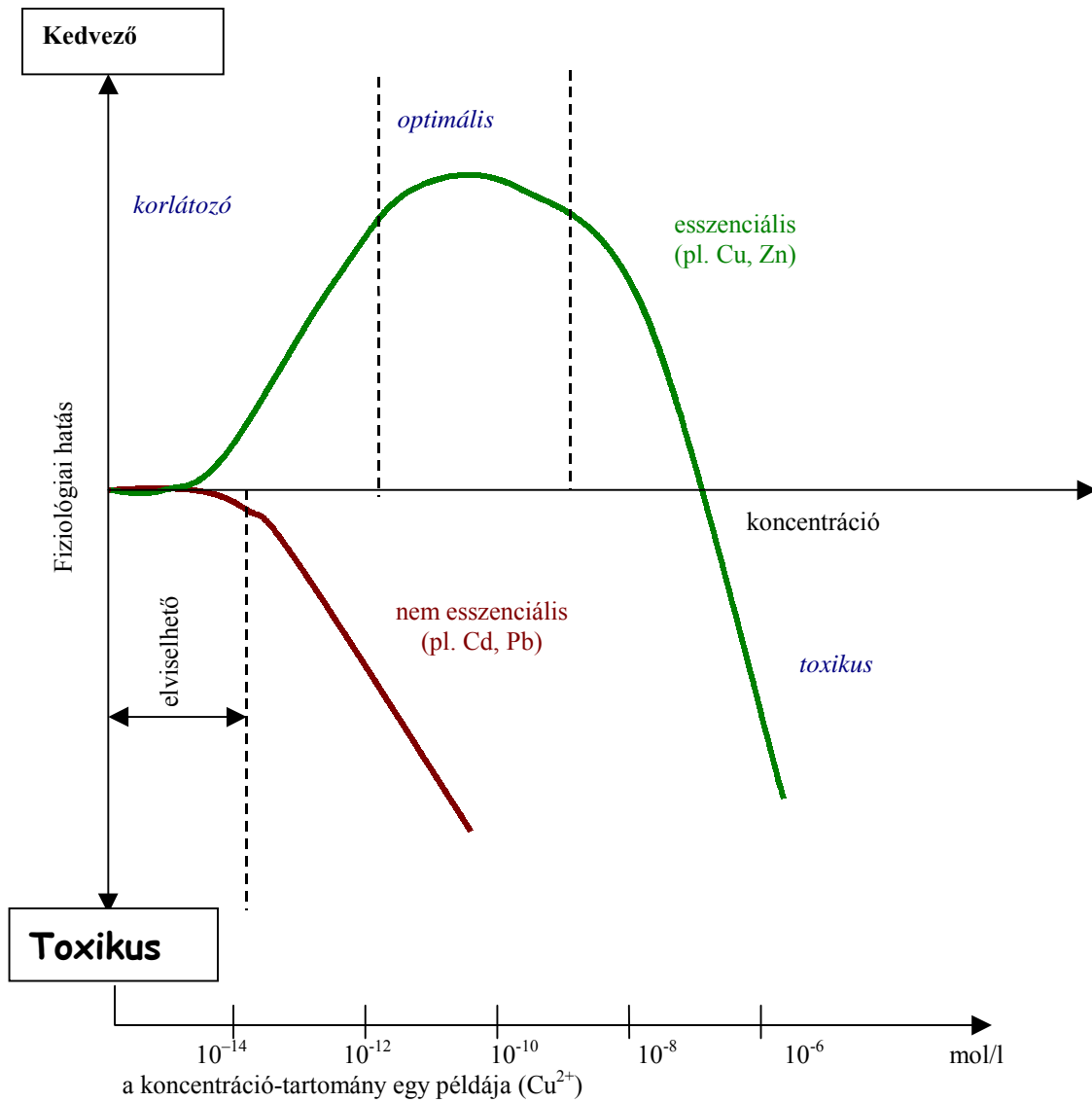
- ◇ Európai Közösség
Környezetvédelmi Szabályozás
67/548/EEC Bizottsági Direktíva
- ◇ 233/1996. (XII. 26.) Korm. rendelet
a veszélyes anyagokkal és a
veszélyes készítményekkel
kapcsolatos eljárás szabályairól
- ◇ 102/1996. (XII. 12.) Korm. rendelet
a veszélyes hulladékokról

CAS-szám: Chemical Abstracts Service

EINECS-szám – ELINCS-szám

**Szimbólumok, veszélyjelek
R és S mondatok**

II.2.2. ábra Kémiai elemek veszélyessége

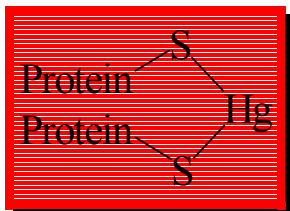
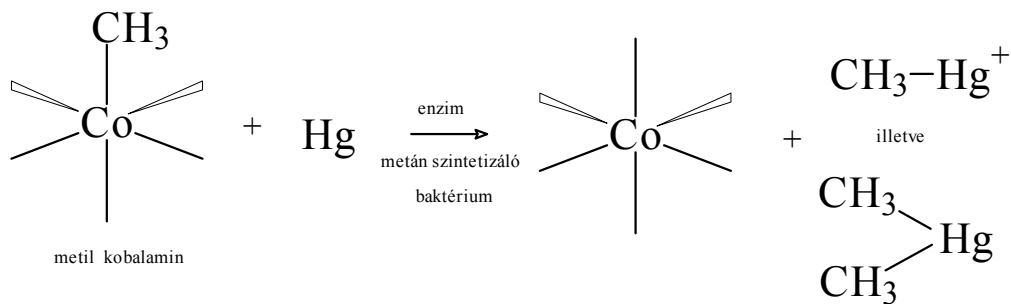
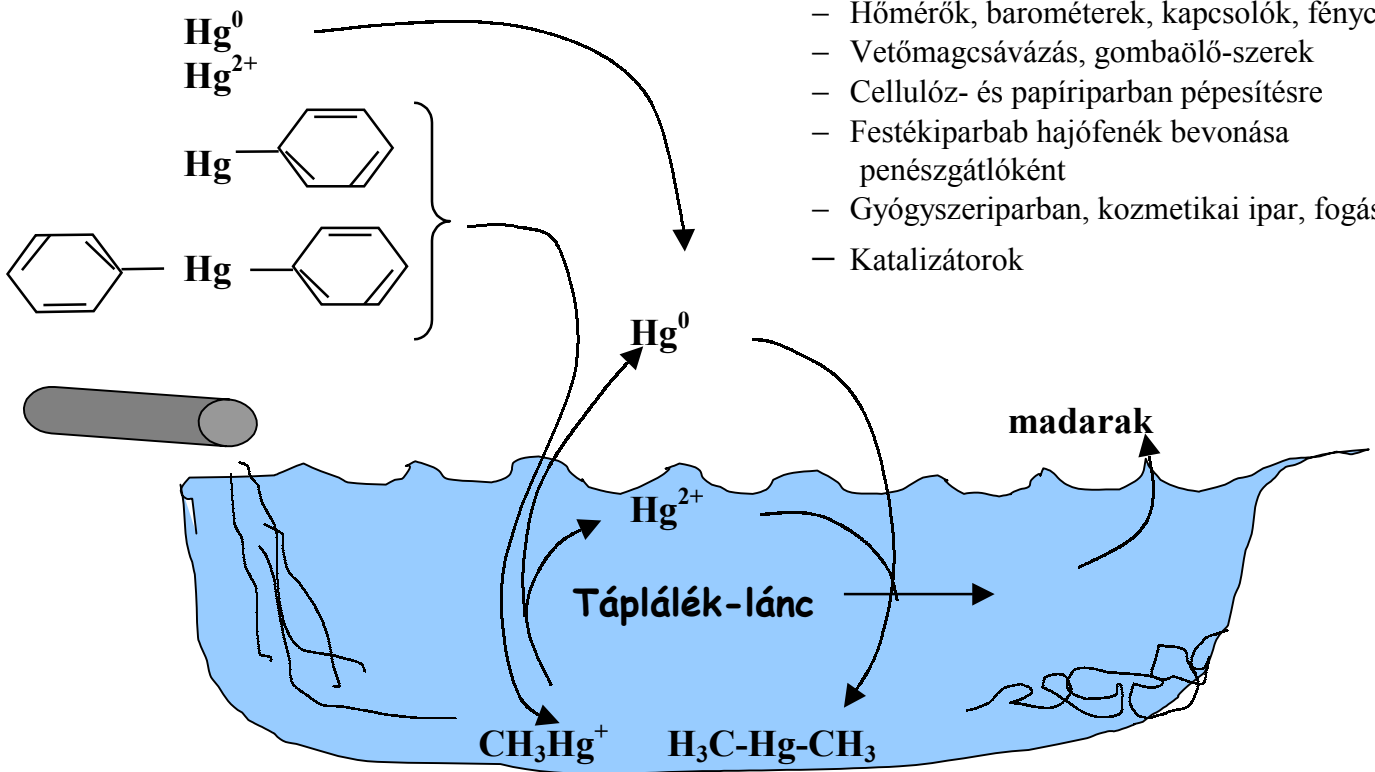


Mérgező de nehezen oldható vagy ritka		Nagyon mérgező és viszonylag könnyen rendelkezésre áll		
Ti	Ga	Be	As	Au
Hf	La	Co	Se	Hg
Zr	Os	Ni	Te	Tl
W	Rh	Cu	Pd	Pb
Nb	Ir	Zn	Ag	Sb
Ta	Ru	Sn	Cd	Bi
Re	Ba		Cr	Pt

II.2.3. ábra Hígany

FELHASZNÁLÁS

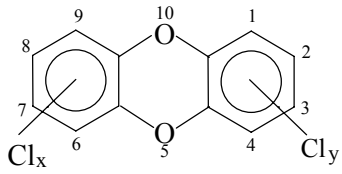
- Klóralkáli elektrolízis
- Hőmérők, barométerek, kapcsolók, fénycsővek
- Vetőmagcsávázás, gombaölő-szerek
- Cellulóz- és papíriparban pépesítésre
- Festékiparban hajófenék bevonása penészgátlóként
- Gyógyszeriparban, kozmetikai ipar, fogászat
- Katalizátorok



II.2.4. Közismertebb rákkeltő anyagok

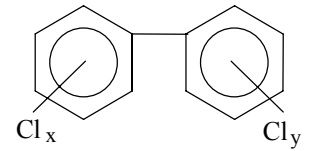
Széntetra-klorid	Formaldehid
Triklór-etilén	Akrolein
Tetraklór-etilén	Etilén-oxid
Vinil-klorid	Radon és bomlástermékei
Tetraklór-dibenzo-dioxin	As-vegyületek
Poliklórozott-bifenilek	Cr(VI)-vegyületek
Aldrin, DDT, Klordan, Lindán	Be, Co, Ni és vegyületei
	1,3-butadién
Benzol	Dimetil-szulfát
Benz(a)pirén (PAH)	Hidrazin
Dibenzo(a,h)antracén (PAH)	2-naftin-amin
Korom	
Azbeszt	

II.2.5. ábra Dioxin, PAH, PCB, DDT



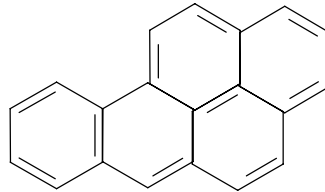
DIOXINOK
2,3,7,8 - tetraklór- dibenzo - dioxin

x, y = 1-5

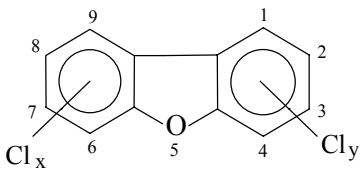


Poli-Clorinated-Biphenils

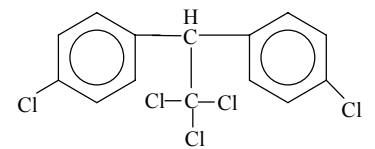
x, y = 1-8



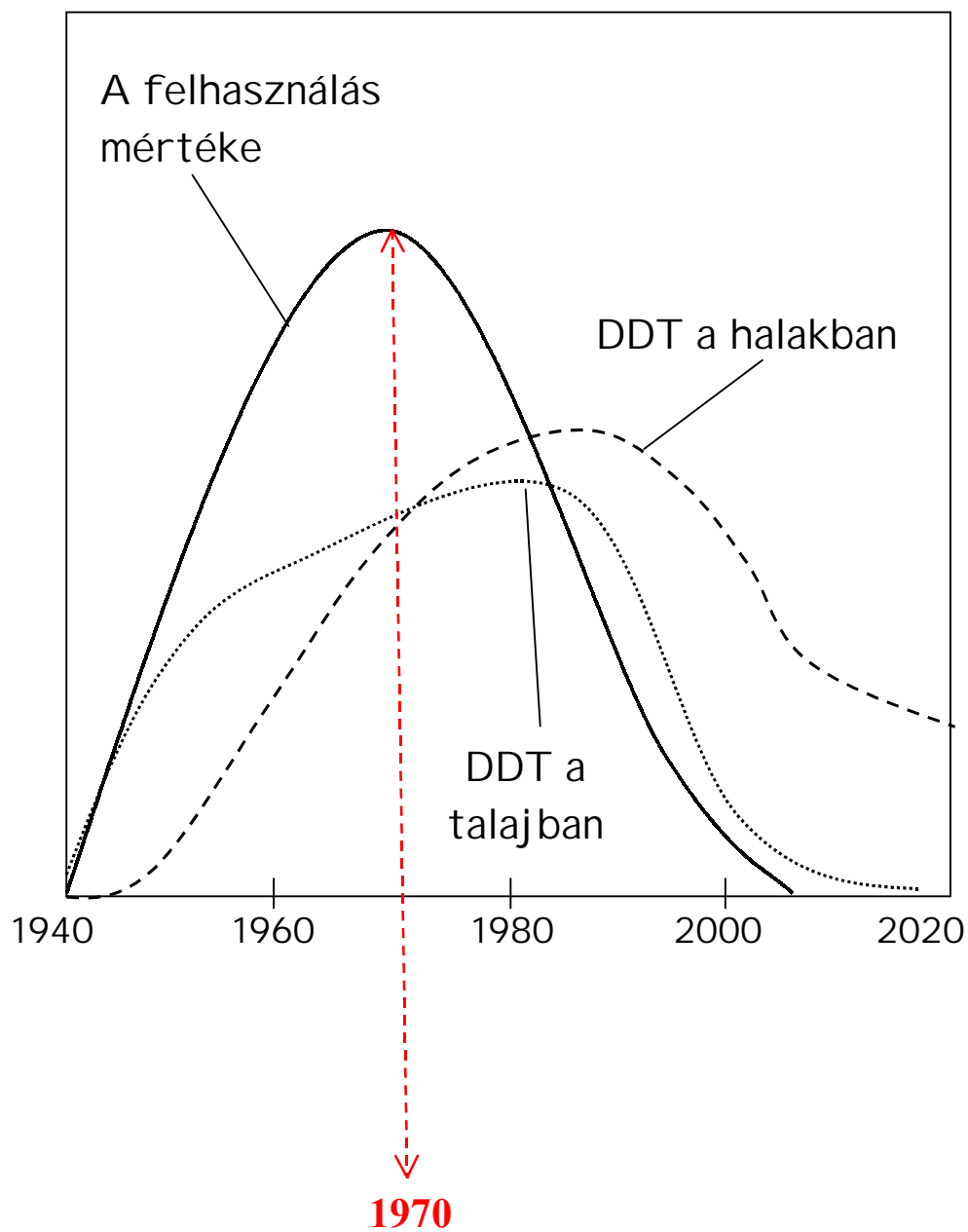
Benz(a)pirén
Poli-Aromatic-Hydrocarbon



FURÁNOK



Dikór-Difenil-Triklóretán

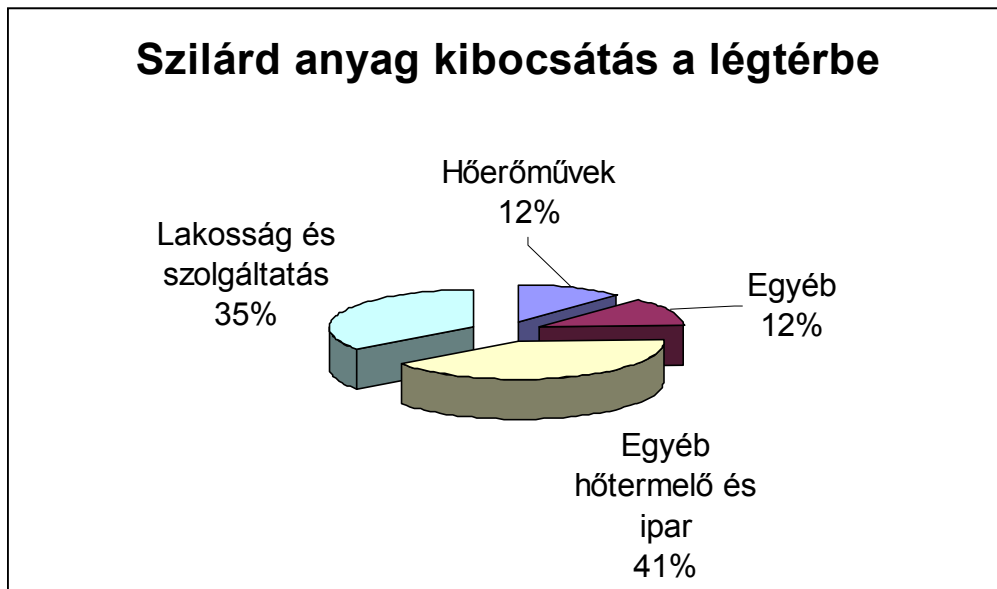
II.2.6. ábra DDT a környezetben

II.2.7. Szilárd anyagok (nem toxikus)

Szálló por }
Ülepedő por } **Atmoszférába**

Lebegő anyag }
Ülepedő anyag } **Csatornába**

Összes ásványi lebegő anyag }
Összes ásványi oldott anyag } **Élő vízbe**



II.3. A levegőtisztaság-védelem alapjai

Az előadás célkitűzése:

A levegőtisztaság-védelem alapfogalmainak, a főbb légszennyező anyagoknak illetve anyagcsoportoknak a bemutatása.

Az előadás vázlata:

Az atmoszféra összetétele, koncentráció fajták.

A levegőtisztaság-védelem alapfogalmai.

Emisszió, immisszió, transzmisszió, munkahelyi légtér és a kapcsolódó határértékek.

Pontforrás, épületforrás, diffúz forrás.

A levegőtisztaság-védelem *jelenlegi* jogi szabályozásának fő jellemzői.

A levegőtisztaság-védelem *tervezett* jogi szabályozásának fő jellemzői.

A légszennyező anyagok csoportosítása, tulajdonságaik és főbb keletkezési helyeik vázlatos ismertetése.

Hagyományos szervesetlen légszennyező komponensek

(SO₂, CO NO_x, CO₂, szilárd anyag, O₃, HCl, HF, NH₃, stb).

Nehézfémek és más toxikus elemek.

Szerves légszennyező anyagok (VOC, BTEX, Hlg-tartalmú vegyületek, formaldehid, stb.)

Speciális légszennyező anyagok (korom, azbeszt, PAH-vegyületek, dioxinok, kellemetlen szaghatású anyagok, stb.)

Ábrák, amelyek segítik a tananyag megértését és elsajátítását:

1. *ábra:* Az atmoszféra összetétele (atm..doc)
2. *ábra:* Légszennyező anyagok terjedése (terjedes.doc)
3. *ábra:* Savas eső (savas eso.zip)
4. *ábra:* Kellemetlen szaghatású anyagok (szaghat.doc)
5. *ábra:* A levegőtisztaság-védelem jelenlegi jogi szabályozásának fő jellemzői (levego-jelenlegi.doc)
6. *ábra:* Levegős határértékek (hatarertekek.doc)
7. *ábra:* Levegőtisztaság-védelem tervezett jogi szabályozásának fő jellemzői (levego-tervezett.doc)

II.3.1. Az atmoszféra összetétele

% v/v		ppm v/v		ppb v/v	
N ₂	78,1	CO ₂	350	H ₂	500
O ₂	20,9	Ne	20	N ₂ O	320
Ar	0,934	He	5	CO	100
CO ₂	0,035	CH ₄	2	Xe	90
		Kr	1	O ₃	40
		H ₂	0,5	NO ₂	20
				NH ₃	6
				SO ₂	2
				CH ₃ Cl	0,5
				CCl ₃ F	0,3
				C ₂ H ₄	0,2
				CCl ₄	0,1

Csökkenő koncentráció!

	VÉNUSZ	FÖLD	MARS
Hőm.	480°C	17°C	-138-27°
CO ₂	90 000	0,3	5
N ₂	1 000	780	0,05
O ₂	0	210	0,1

II.3.2

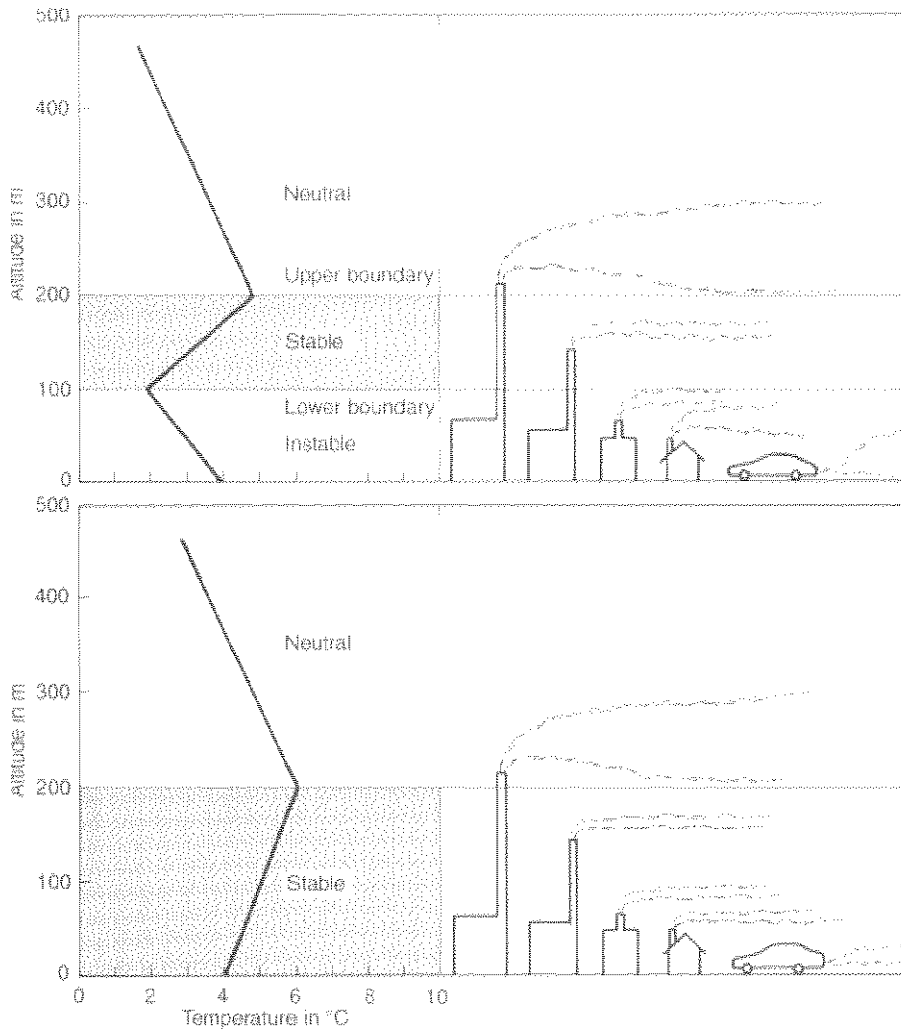
$R_{\text{Föld}} = 6\,370 \text{ km}$

Atmoszféra $5,1 \cdot 10^{18} \text{ kg}$

– 50 % 5 km-ig

– 90 % 12 km-ig

– 100 % 200-400 km



II.3.2. ábra Légszennyező anyagok terjedése

II.3.3. ábra Savas eső

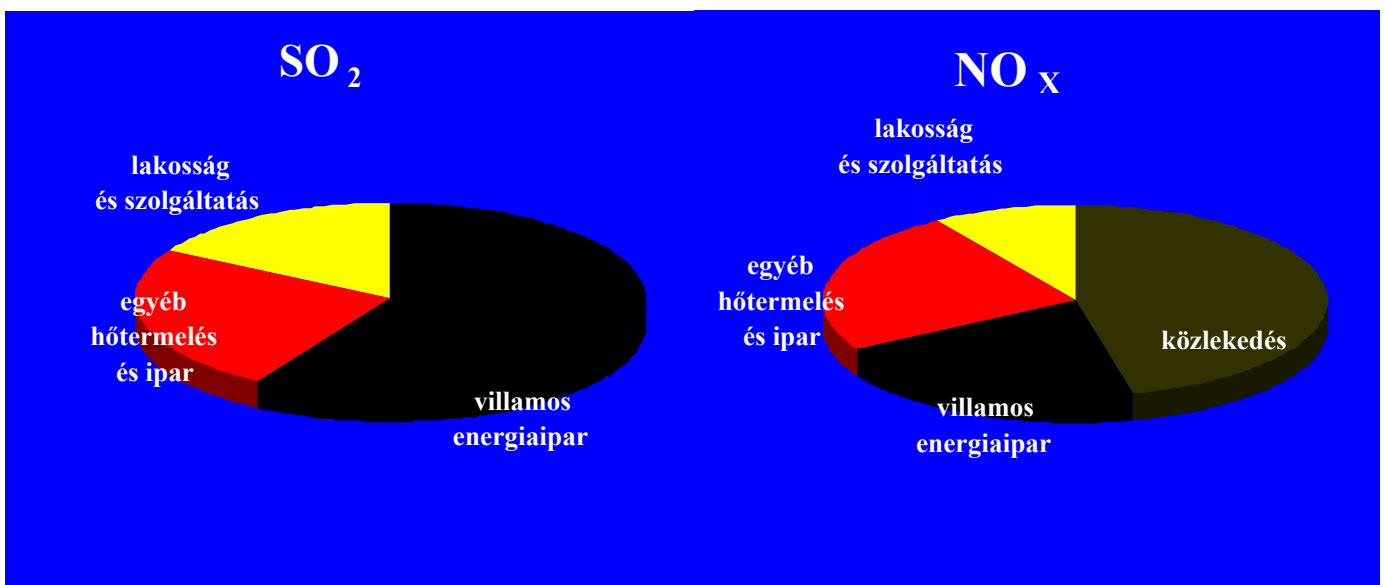
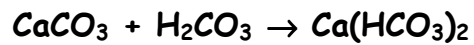
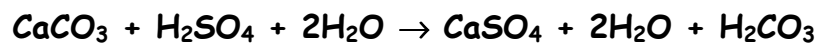


1908.



1969.

Homokkő szobor 1702-ből



II.3.4. ábra Kellemetlen szaghatású anyagok

Jellemző kibocsátók:

- Állati fehérje előállítás
- Húsüzem, vérliszt üzem
- Antibiotikum gyártás
- Zsírbonítás
- Sörgyártás: törköly szárítása
- Szennyvíz telepek
- Személtelakó telepek

Búzmérés

- Ammónia
- Kénhidrogén
- Acetaldehid
- Sztírol
- Metil-merkaptán
- Butanol

II.3.5. ábra A levegőtisztaság-védelem jelenlegi jogi szabályozásának fő jellemzői

LÉGSZENNYEZŐ FORRÁS

Helyhez kötött:

- Pontforrás
- Épületforrás
- Diffúz forrás

mozgó

KÁROS LÉGSZENNYEZÉS

Kibocsátás mértéke meghaladja a megengedett határértéket

Valamilyen előírást vagy tilalmat szegnek meg

LEVEGŐMINŐSÉGI (IMMISSZIÓS) HATÁRÉRTÉKEK

kategóriák

- „védett I.”
- „védett II.”
- „kiemelten védett ”

TERÜLETI KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK

Függ:

- kéménymagasság
- immissziós határérték (kg/óra)
- területre jellemző faktor

TECHNOLÓGIAI KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK

(mg/m³; mg/késztermék)

EGYEDI KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK

ÖNBEVALLÁS

BÍRSÁGOLÁS

Folyamatos, progresszív (20,40,60,80%)

Kedvezmények lehetősége

NEM VETHETŐK ÖSSZE A NYUGAT EURÓPAI ELŐÍRÁSOKKAL (EU konformitás hiánya)

21/1986. (VI.2.) MT rendelet a levegő tisztaságának védelméről

4/1986. (VI.2.) OKTH rendelkezés a levegő tisztaságának védelméről szóló rendelet végrehajtásáról

II.3.6. ábra Levegős határértékek

Szennyező anyagok	Vesz. fokozat	Levegőminőségi határérték									Munkahelyi MK érték	Hull. égető technol. kibocsátási hat. ért. mg/Nm ³ (17 % O ₂)
		Kiemelten védett			Védett I			Védett II.				
		Éves	24 órás	30 perces	Éves	24 órás	30 perces	Éves	24 órás	30 perces		
Kén-dioxid	3	0,03	0,1	0,15	0,07	0,15	0,5	0,15	0,5	1	3	200
Szén-monoxid	2	1	2	5	2	5	10	5	10	20	20	100
N-oxidok (NO₂-ben)	2	0,03	0,07	0,085	0,1	0,15	0,2	0,15	0,2	0,4	5	400
Szálló por/Szilárd anyag	3	0,03	0,06	0,1	0,05	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	-	30
Benzol	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5	-
Higany vegyületek	1	-	3x10 ⁻⁴	3x10 ⁻⁴	-	3x10 ⁻⁴	3x10 ⁻⁴	-	10 ⁻³	10 ⁻³	0,01	0,1
Dioxinok, Furánok (TE)	1	-	10 ⁻⁹	-	-	10 ⁻⁹	-	-	10 ⁻⁹	-	-	10 ⁻⁷

II.3.7. ábra Levegőtisztaság-védelem tervezett jogi szabályozásának fő jellemzői

- **ALAPOK**
 - 1995. évi LIII. törvény: A környezet védelmének általános szabályairól
 - EU előírások: BAT alkalmazása
- **KIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEK:**
 - technológiai: – általános
 - eljárás specifikus
 - egyedi
 - össztömegű (külön jogszabály)
- **ÁLTALÁNOS TECHNOLÓGIAI HATÁRÉRTÉKEK (mg/m³)**
 - függés a kibocsátott tömegáramtól
 - függés az anyagi minőségtől: – szilárdanyag és por alakú szervesanyagok
 - gőz- vagy gáznemű szervesanyagok
 - szerves anyagok
 - rákkeltő anyagok
- **ELJÁRÁS SPECIFIKUS TECHNOLÓGIAI HATÁRÉRTÉKEK (mg/t termék ill. alapanyag)**

Pl. üvegyártás, cementgyártás, üzemi festés, fémolvasztó berendezések, cukorgyártás, kávépörkölés stb.
- **FOLYAMATOSAN ILLESZTENI KELL A HATÁRÉRTÉKEKET A TECHNIKA MINDENKORI SZINTJÉHEZ**
- **ÜZEMNAPLÓ VEZETÉSE A PONTFORRÁSRÓL**
- **MÁR MEGLÉVŐ LÉTESÍTMÉNYEKRE TÜRELMI IDŐSZAK**
- **IMMISSZIÓS HATÁRÉRTÉKEK**
 - egészségügyi
 - ökológiai
- **KÖRNYEZETTERHELÉSI DÍJ – légszennyezési bírság**

II.4. A talaj- és talajvíz-szennyezés elleni védelem alapjai

Az előadás célkitűzése:

A talajszennyezések tovaterjedésének megértéséhez szükséges legfontosabb elméleti alapok ismertetése, jellemző talajszennyezések bemutatása. A főbb talaj- és talajvíz-tisztítási módszerek vázlatos áttekintése.

Az előadás vázlata:

A földgömb vázlatos tagozódásának bemutatása.

Talajalkotók vázlatos áttekintése.

A talajszennyezések tovaterjedése.

Elvi vízföldtani szelvény.

A víz szerepe és formái.

Szivárgó, adszorptív és kapilláris víz, talajvíz.

Oldódás a talajvízben, áramlás a talajvízzel, vízzáró rétegek szerepe.

Fentiek szerepének bemutatása olajszennyezés példáján.

Főbb talaj- és talajvíz-szennyező anyagok és technológiák, öröklött szennyezések.

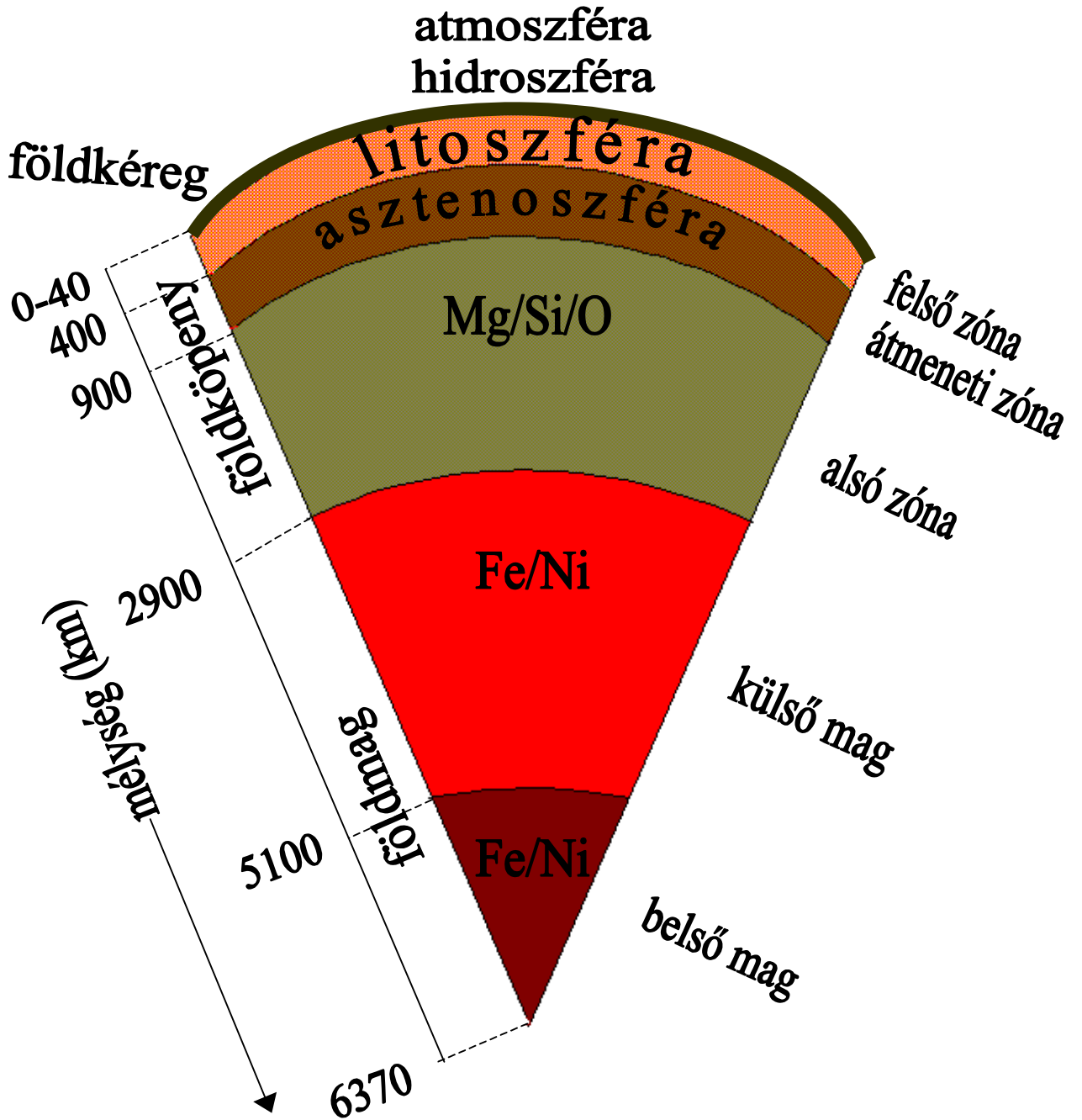
Talajszennyezés kezelése.

Talajvízszennyezés kezelése.

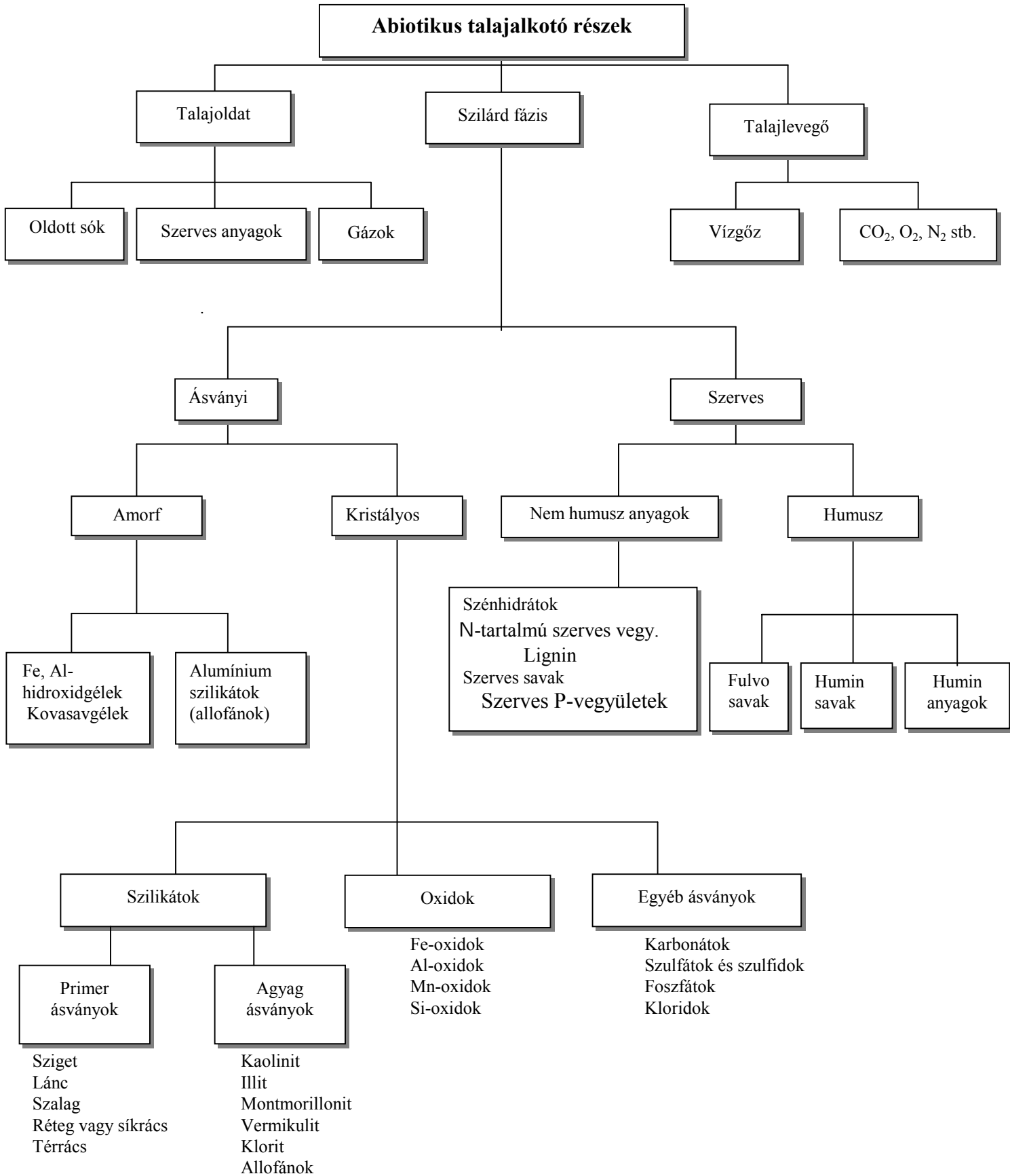
Ábrák, amelyek segítik a tananyag megértését és elsajátítását:

1. *ábra:* A földgömb vázlatos tagozódása (foldtagolodas.zip)
2. *ábra:* Talajalkotók (élőlények nélkül) (talajalkotok.doc)
3. *ábra:* Jellemző talaj- és talajszennyező anyagok (talajszennyezok.doc)
4. *ábra:* Öröklött szennyeződések (orokoltszennyezok.doc)
5. *ábra:* Hulladéklerakóhely elvi vízföldtani szelvénye (foldszelveny.doc)
6. *ábra:* Talajszennyezés kezelése (talajszenny.kezel.doc)
7. *ábra:* Szénhidrogén okozta talajvízszennyezés megszüntetésének döntési folyamatábrája (talajviztiszt.doc)

II.4.1. ábra A földgömb vázlatos tagozódása



II.4.2. ábra Talajalkotók (élőlények nélkül)



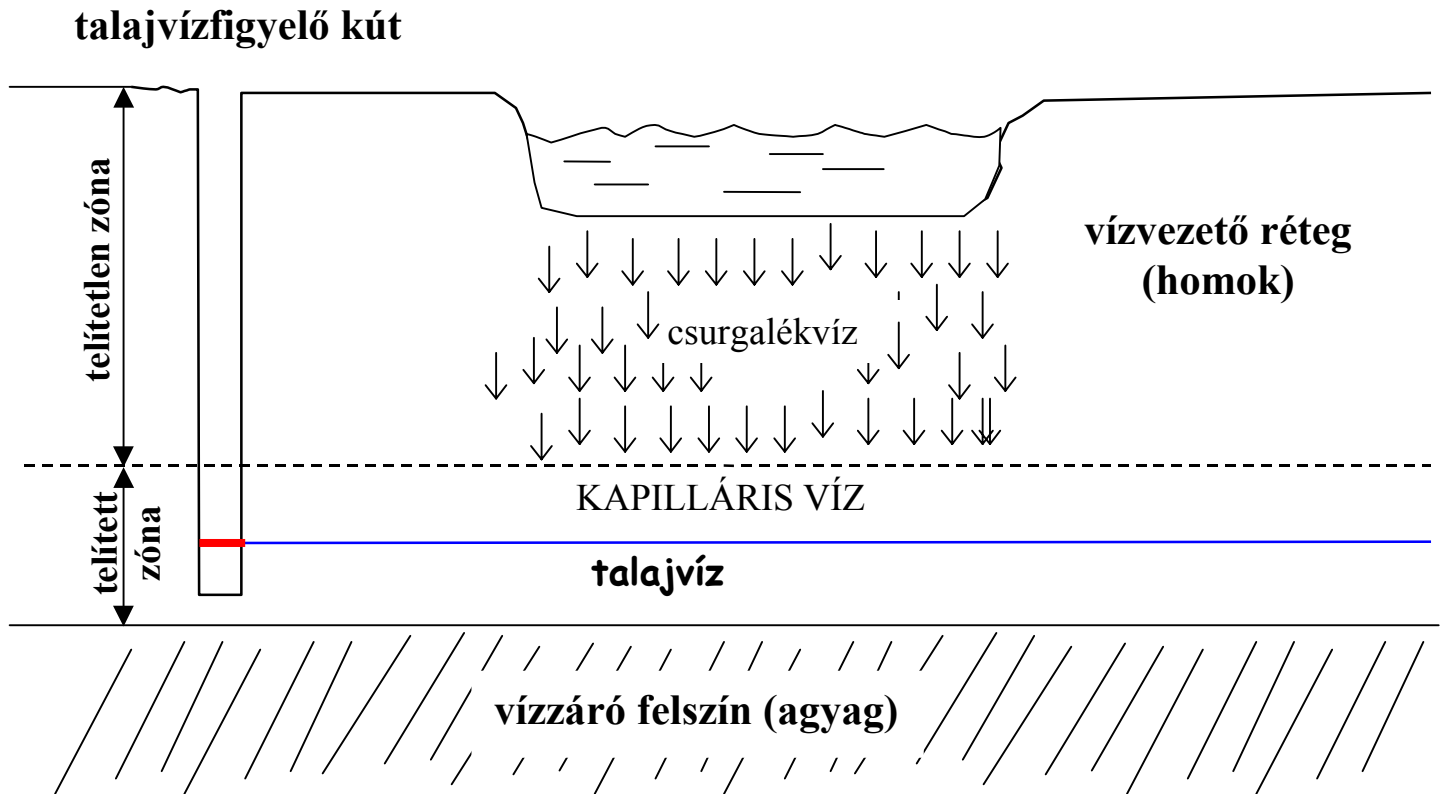
II.4.3. ábra Jellemző talaj- és talajszennyező anyagok

- SZERVES HALOGÉN-VEGYÜLETEK
(illékonyág!)
- ÁSVÁNYOLAJOK ÉS MÁSHÉK (alifás + aromás)
- NEHÉZFÉMEK ÉS VEGYÜLETEIK
- SZABAD ÉS KOMPLEX CIANIDOK
- SZERVES ÉS SZERVETLEN FOSZFOR-VEGYÜLETEK
- FLUORIDOK
- AMMÓNIA ÉS NITRITEK

II.4.4. ábra Öröklött szennyeződések

- VOLT SZOVJET KATONAI TERÜLETEK
- HULLADÉK LERAKÓK
- KŐSZÉNBÁNYÁSZAT, GÁZGYÁRAK,
KOKSZOLÓK
- VAS- ÉS ACÉLGYÁRTÁS, KOHÁSZAT,
FELÜLETKEZELÉS
- KÖNNYŰIPAR (papír, bőr)
- VEGYIPARI ÜZEMEK, GYÓGYSZERGYÁRAK
- VEGYTISZTÍTÁS
- TEHERPÁLYAUDVAROK, VASÚTI
JAVÍTÓMŰHELYEK
- BENZINKUTAK

II.4.5. ábra Hulladéklerakóhely elvi vízföldtani szelvénye



HELYBENHAGYÁS,
HASZNÁLAT KORLÁTOZÁSA
ELHATÁROLÁS

LERAKÁS (DEPONÁLÁS)
on site
EX SITU
OFF SITE

IN SITU

(árasztással)

Fizikai-kémiai kezelés

VIZES MOSÁS

EXTRAKCIÓ

TALAJLEVEGŐ ELSZÍVÁSA ÉS KEZELÉSE
SZILÁRDÍTÁS, STABILIZÁCIÓ

Fellazítás

Dehalogénezés

Elektrokinetikai remediálás

Oxidáció/redukció

Termikus kezelés

DESZORPCIÓ

ÉGETÉS

PIROLÍZIS

VITRIFIKÁCIÓ

Biológiai kezelés

(stimulált)

BIODEGRADÁCIÓ

(bioreaktorban)

ISZAPFÁZISÚ KEZELÉS

BIOÁGYAS, PRIZMÁS KEZELÉS

KOMPOSZTÁLÁS

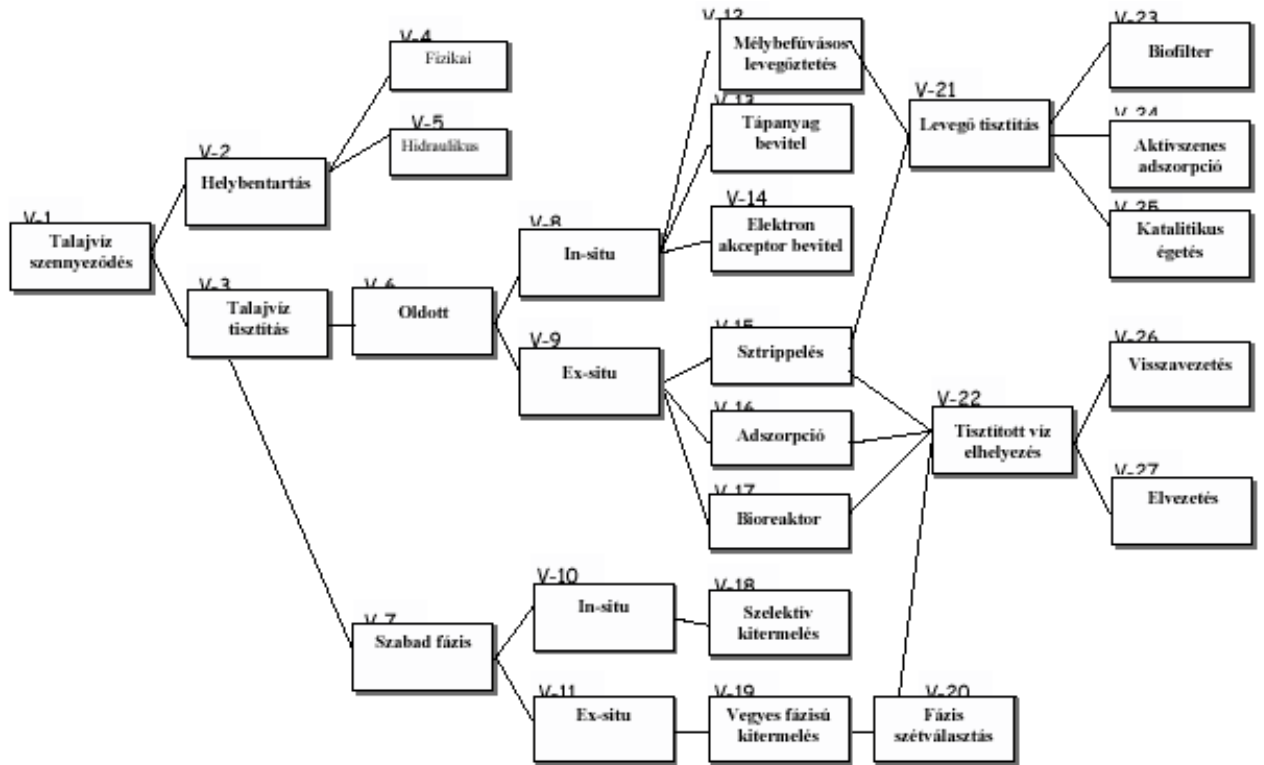
BIOVENTILLÁCIÓ

FITOREMEDIÁCIÓ

LAND-FARMING

II.4.6. ábra Talajszennyezés kezelése

II.4.7. ábra Szénhidrogén okozta talajvízszennyezés megszüntetésének döntési folyamatábrája



II.5. Környezeti analitika

Az előadás célkitűzése:

A környezetvédelemben leggyakrabban alkalmazott analitikai módszerek vázlatos áttekintése, a főbb területek, alkalmazási korlátok bemutatása kiragadott példákon keresztül.

Az előadás vázlata:

A minőségi és mennyiségi elemzés részfolyamatai, analitikai módszerek teljesítmény jellemzői.

Mintavétel és mintaelőkészítés.

Kimutatási határ, érzékenység, szelektivitás, pontosság.

Analitikai módszerek csoportosítása.

Klasszikus analitikai módszerek.

Műszeres analitikai módszerek.

Kromatográfia.

Atomspektroszkópia.

Molekulaspektroszkópia.

Elektroanalitika.

Alkalmazási példák.

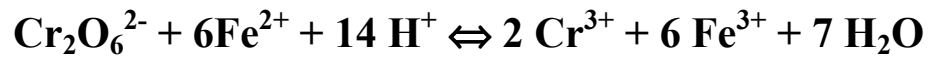
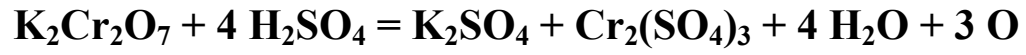
Hulladékégető füstgázának elemzése.

Talaj- és talajvíz-szennyezés felmérése vegyi üzemben.

Ábrák, amelyek segítik a tananyag megértését és elsajátítását:

1. *ábra:* Analitikai módszerek teljesítmény jellemzői (L. előadáson)
2. *ábra:* Analitikai módszerek csoportosítása (L. előadáson)
3. *ábra:* Sav-bázis titrálások (L. előadáson)
4. *ábra:* Kémiai oxigénigény kromatometriás meghatározása (.doc)
5. *ábra:* A kromatográfok felépítése, detektorok (L. előadáson)
6. *ábra:* Az atomspektroszkópia elméleti alapjai (L. előadáson)
7. *ábra:* A molekulaspektroszkópia elméleti alapjai (L. előadáson)
8. *ábra:* Mintavételi-mérési elrendezés füstgázelemzéshez (L. előadáson)
9. *ábra:* Mintavételi és elemzési program talajszennyezés felderítéséhez (L. előadáson)

II.5.4. ábra Kémiai oxigénigény (KOI, mg/l) kromatometriás meghatározása



II.6. Ajánlott irodalom

Moser Miklós - Pálmai György: A környezetvédelem alapjai
Tankönyvkiadó, Budapest 1992.

Ulrich Förstner: Környezetvédelmi technika
Springer Hungarica, Budapest 1993.

Papp Sándor – Rolf Kümmel: Környezeti kémia
Tankönyvkiadó, Budapest 1992.

Günter Baumbach: Air Quality Control
Springer 1996.

Kőmives József: Környezeti analitika
Műegyetem Kiadó, Budapest 1998.

Hencsei Pál – Bartus Gábor – Gönczöl Jánosné:
A szerves kémia környezetvédelmi vonatkozásai
Műegyetem Kiadó, Budapest 1993.

III. A települési vízgazdálkodás alapjai (Dr. Buzás Kálmán, Kovács Ádám)

III.1. Települési vízgazdálkodás

III.1.1. Települési metabolizmus

A települést legegyszerűbben úgy határozhatjuk meg, mint olyan területet, amelyet közigazgatási határ különít el. E meghatározás nem érzékelteti azt a változatosságot, amelyet a települések koronként, kultúránként és egyazon korban, ill. kultúrában eltérő földrajzi körülmények között mutatnak. Elegendő csak a mai Magyarország alföldi és a hegyvidékek szűk völgyeibe szorult településeinek szerkezetét összehasonlítani, hogy szembetűnjenek az eltérések. Vízgazdálkodási szempontból azonban, bár nem elhanyagolható jellemző a szerkezet sem, legalább ilyen fontos a település szerepe is. A mezőgazdasági, ipari, kereskedelmi, üdülő, lakó (alvó) feladatot, mint főfeladatot betöltő települések - nagyobb településeken településrészek - eltérő vízgazdálkodási feladatokat és sok esetben eltérő lehetőségeket is jelentenek.

A települések fizikai, műszaki, gazdasági és társadalmi vonatkozásban egyaránt folytonos változásban, fejlődésben (esetleg visszafejlődésben) vannak. Bizonyos vonatkozásban úgy működnek, mint az élő szervezetek. Az egyes városrészeknek jól lehatároltak a feladatai a társadalmi-gazdasági munkamegosztásban (pl. az iparterületek, lakóterületek, intézményi- és szórakozó negyedek, stb.), és önmagukban is jellemző szerkezetűek. E részterületek, részegységek településként való együttműködését szolgálja az infrastruktúra. Ennek részei az úthálózat, a szervezett hulladékeltávolítás rendszere, a villamosenergia-hálózat, a gázellátó-hálózat, a távhőellátó-hálózat, a hírközlőhálózat és ide tartozik a vizsgáldásunk tárgyát képező vízellátó- és csatornahálózat is. Ez utóbbi rendszereket közműveknek, a hálózatokat közműhálózatoknak nevezik. A hálózatokon anyag és/vagy energia ill. információ áramlik. A közművek folyamatos működése nélkül a település nem tudná betölteni azt a feladatát, hogy megfelelő kereteket adjon a civilizált emberi életnek.

Az élő szervezet működéséhez hasonló, hogy a települések nyitott rendszerként viselkednek. Belső folyamataik fenntartásához állandóan anyagokat és energiát (és egyre meghatározóbb módon információt) áramoltatnak magukon keresztül. Ennek a sajátos anyagcserének a forrása a településen kívüli környezet. E külső források nélkül a település életképtelen lenne, azaz folyamatos külső anyag-, energia- és információ-bevitelt igényel, ezen anyagáramokban fellépő esetleges zavarok a teljes rendszert megbéníthatják (áramkimaradás, hulladékszállítás szünetelése, stb.). Természetesen a beérkező anyagok jelentős része el is hagyja a települést, részben, mint termék (áru), részben, mint hulladék, míg az anyagok bizonyos hányada bent marad a rendszerben (művi környezet, tárgyak). A hulladék tágabb értelemben a légkörbe, a talajba, a talajvízbe valamint a természetes felszíni vizekbe jutó anyagok sokféleségét foglalja magába, és legnagyobb részük e környezeti elemek elszennyeződését okozza. A felhasznált energia kisebb részben kémiaiilag kötött formában és/vagy potenciális energia formájában tárolódik a település területén, nagyobb része azonban hő formájában kisugárzódik a környezetbe és a további hasznosíthatóság szempontjából elvész.

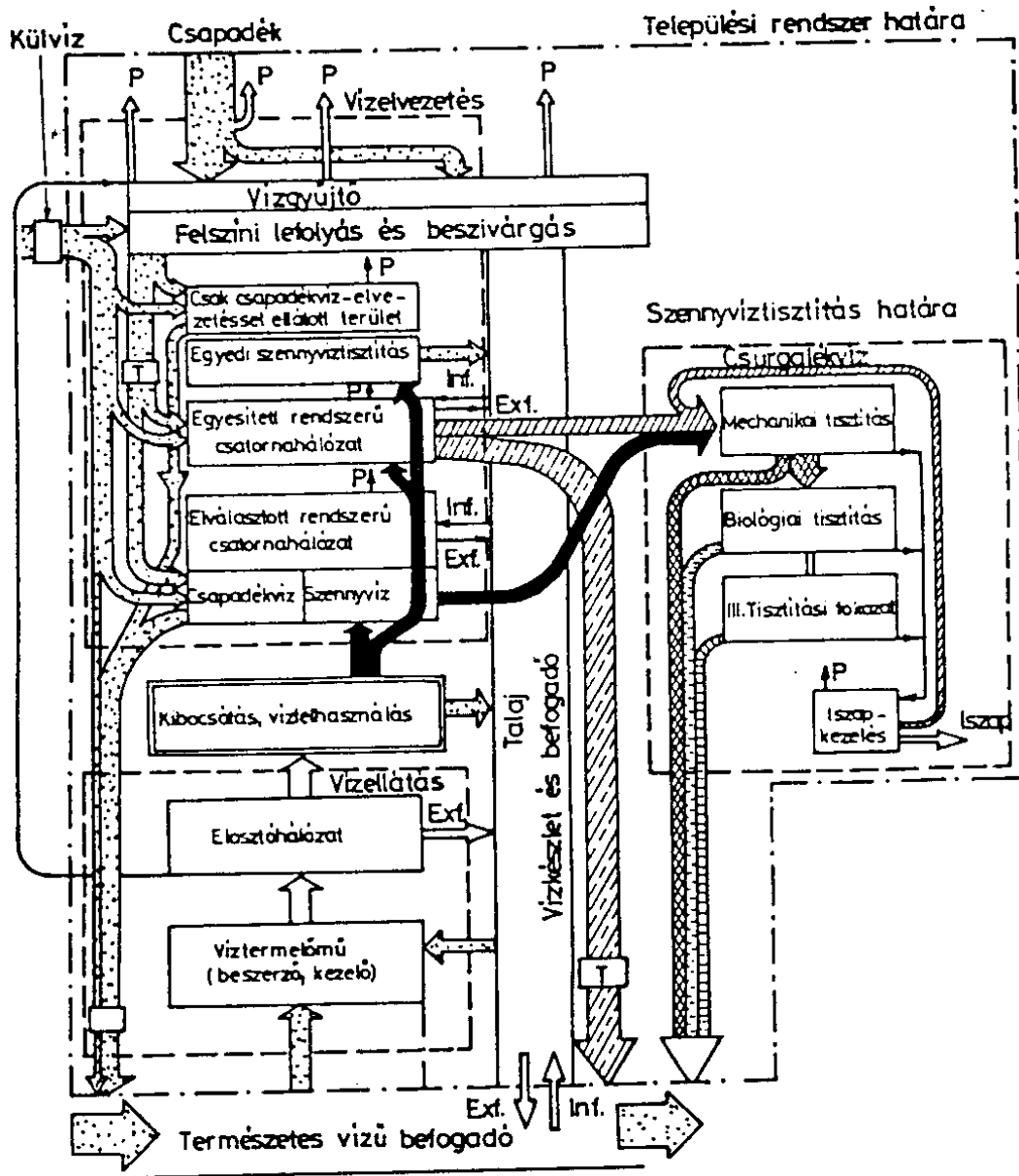
A települési anyagcsere-folyamatnak (metabolizmus) éppen a település és az azt övező környezet között szükségszerűen fennálló kapcsolatrendszer folytán velejárói a környezet minőségét kisebb-nagyobb mértékben befolyásoló (környezetszennyezési) folyamatok. A környezet a szennyezéseket bizonyos mértékig tolerálni képes: a nem kívánatos anyagokat főként az élővilág által feldolgozza, átalakítja anélkül, hogy benne különösebb károsodások, irreverzibilis (visszafordíthatatlan) folyamatok keletkeznének. E tűrőképesség azonban véges, a szennyezés e határt meghaladó szintje generálja a környezeti problémákat. A településekre pedig éppen a kis területről származó, nagy mennyiségben keletkező, azaz nagy koncentrációjú szennyezőanyag-emissziók (kibocsátások) jellemzőek. A településekkel kapcsolatos környezeti problémák alapvetően négy stációra vezethetőek vissza, amelyek a környezetet érő emissziók kedvezőtlen megváltozását idézték elő. Az első a civilizációs fogyasztás megjelenése, azaz a mai ember jóval (nagyságrendekkel) több anyagot és energiát használ fel, és jóval több hasznosíthatatlan anyagot emittál a környezetébe, mint amennyit biológiai volta determinál, másként fogalmazva az ember társadalmi tevékenységéből fakadó civilizációs többletfogyasztása lényegesen felülmúlja a biológiai értelemben szükséges fogyasztás szintjét. A fajlagos fogyasztások és kibocsátások növekedése mellett robbanásszerűen megnövekedett a Föld civilizáltnak mondható népessége, vagyis megnőtt az összes kibocsátás szintje is. A harmadik tényező, amely szintén a mennyiségi növekedést idézte elő, az urbanizáció fokozódása, azaz a városi népesség kis helyen bekövetkező növekedése (kis területeken nagy embertömeg). Végül nem csupán az emissziók mennyiségi, hanem azok minőségi változása is hozzájárult a környezeti minőség romlásához: a kibocsátott hulladékok és szennyvizek kedvezőtlen összetételűek, számos összetevőjük, ill. azok bomlástermékei a környezet számára ismeretlen vegyületek, s ily módon nehezen eliminálható, sokszor az élővilágra veszélyes anyagok kerülnek a környezetbe, melyek irreverzibilis folyamatokat generálhatnak.






A településhez kötődő meghatározó emberi tevékenység sajátos körülményeket alakít ki a településen belül is. A mesterséges környezetátalakítás következtében a települési ökoszisztéma, a víz- és a hőháztartás nagy eltéréseket mutat a természetes és a természetközeli környezethez képest. Az eltérések egy része közvetlenül érinti a települési vízgazdálkodás feladatait és lehetőségeit is.

Kivételes esetektől eltekintve a víz, a szennyvíz és a csapadékvíz a legnagyobb tömegű mesterségesen áramoltatandó közeg a települések és környezetük szabályozott anyagcsere-forgalmában. A települési vízgazdálkodás jelentőségének megítélésében az élővilág és benne az ember szempontjából döntő a víz kitüntetett szerepe. A víz sok egyéb tulajdonsága mellett számos anyag és vegyület kitűnő oldószere, így a kémiai, biokémiai reakciók közege. Ez a tulajdonság azonban azzal a következménnyel is jár, hogy a víz, mint szállító közeg, a településekről származó környezetszennyezés egyik - többnyire a legfontosabb - közvetítőjévé válhat.

III.1.2. Települési vízforgalom

A települési vízgazdálkodás a települések anyagforgalmán belül a vízforgalommal és a víz által szállított anyagok (szennyező anyagok) forgalmával foglalkozik (III.1. ábra).



- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  Szennyezett csapadékvíz | P Párolgás |
|  Keverék szennyvíz a tisztító telepre | Ext. Exfiltráció |
|  Szennyvíz | Inf. Infiltráció |
|  Tisztított szennyvíz | |
|  Keverék szennyvíz a befogadóba | |

III.1. ábra: A települési hidrológiai körfolyamat

Ez a vízforgalom általános esetben két jellegzetesen elkülönülő folyamatra bontható, az egyik zárt és szabályozott, a másik nyitott és csak részben szabályozott. A zárt, szabályozott körfolyamat (másképpen rendszer) a következő alrendszerek összekapcsolódásából áll:

- vízbeszerzés,
- víztisztítás,
- vízelosztás,
- vízhasználat (fogyasztók),
- szennyvízelvezetés,
- szennyvíztisztítás.

A folyamat körfolyamat, amennyiben a szükséges vízmennyiséget a természetes vízkészletből szerezzük be, és a használat, majd tisztítás után annak ugyancsak természetes víz a befogadója. A víznyerés és a tisztított szennyvíz elhelyezése azonban helyileg elkülönülhet egymástól.

A vízforgalom másik, nyitott rendszerét a szabályozatlan, vagy csak részben szabályozott bemenet jellemzi: ezt a csapadék táplálja, mégpedig hatásában és következményében két, egymástól eltérő módon. Az egyik a közvetlen bemenet, azaz a település területére hulló és ott felszíni lefolyást okozó csapadék. A másik a településen kívüli, de a település csatornahálózatának vízgyűjtőjéhez tartozó terület csapadékának a közvetlen felszíni lefolyás által vagy a természetes vízfolyások közvetítésével a településre jutó része. Ehhez a folyamathoz sorolható a talajvíz mozgása is, ha az a település területén akár időszakosan is a felszínre bukkan (lásd. a 90-es évtized végének súlyos belvizeit), vagy tartósan eléri a 2-3 m-es alapozási mélységet.

Az elsősorban lefolyásként jelentkező felszíni vizeknek az elvezetésére a csapadékvíz-csatomahálózatok szolgálnak. Ennél a folyamatnál a település a víz nagy, természetes körfolyamatába kerül be. Azonban a település sajátosságaiból fakadóan a területi vízrendezés műszaki megoldásai itt csak részben alkalmazhatók. Egyes esetekben a vízforgalom e két bemutatott rendszere az elvezetésnél összekapcsolódik. Ilyenkor, mint később látni fogjuk, ugyanaz a csatornahálózat szolgál a szennyvíz és a csapadékvíz elvezetésére, amelyet egyesített rendszemek nevezünk.

Az eddigiekben a települési vízgazdálkodás műszaki létesítményeinek összefüggő rendszerével ismerkedtünk meg. A vízgazdálkodás azonban ennél tágabb fogalom. Magába foglalja a műszaki tevékenységen kívül mindazon tervszerű tudományos, gazdasági, társadalmi, igazgatási tevékenységet is, amelyek összességükben arra irányulnak, hogy a természet vízháztartását a társadalom - ezen belül a település - szükségleteivel és a természeti környezet megóvásának követelményeivel összehangolja.

III.2. Települési vízhasználók vízigénye

Egy település közműves vízellátása általában költséges beruházás, ezért körültekintő előkészítést igényel. Fontos tehát, hogy helyesen határozzuk meg a vízellátó rendszer egyes elemeinek és magának a vízellátó rendszernek két alapvető jellemzőjét, nevezetesen a víz mennyiségét és minőségét.

Meghatározásakor a vízhasználók vízigényéből indulunk ki. Mivel a vízellátó rendszer nem a pillanatnyi igények kielégítésére létesül, a tervezéskor a 10-15-20 év múlva várható értéket kell meghatározni. A rendszert erre a tervezett állapotra építik ki. Az ellátó rendszer vízhasználója - személy, berendezés, létesítmény stb. - a működéséhez szükséges vizet a hálózatról vételezi. A kommunális vízhasználókra gyakran használják a vízfogyasztó megnevezést. A vízigény olyan tapasztalati úton megállapított, vagy számítással meghatározott mennyiség, amely a vízhasználó vagy vízhasználat jellegének ismeretében indokolt. A vízigény vízhasználóra és időegységre megállapított értékeit, a fajlagos vízigényeket állami szabványok tartalmazzák. Ezeket a mennyiségeket tervezési alapadatként használjuk.

A fajlagos vízigények alapján számított és a ténylegesen fogyasztott mennyiségek általában eltérnek egymástól. Az esetek többségében a fogyasztás a számítottnál nagyobb. Ennek egyik oka lehet, hogy olyan egyedi ismérvekkel, különleges körülményekkel jellemezhető vízhasználatról van szó, amelyre nem alkalmazhatók a szabványban található fajlagos értékek. Másik ok a vízpazarlás lehet, amelyet az adatok gyűjtésével és értékelésével ki kell szűrni, és meg kell szüntetni. Előfordulhat azonban az is, hogy a fogyasztás az elfogadható, indokolható érték alá esik. Ez általában a szolgáltatás rövidebb-hosszabb ideig tartó működési zavarának lehet a következménye. Csőtöréskor például a hálózati nyomásesés mindaddig korlátozza a fogyasztást, amíg a hibás szakaszt a hálózatról le nem választják, majd a javítás után az üzembe vissza nem kapcsolják. Másik példa: ha a meglévő rendszer vízszolgáltatása nem növelhető, ez a bővítésig korlátozza a fogyasztást. A település teljes vízigénye valamely időegységre - a gyakorlatban általában egy napra - számított értéke a kommunális fogyasztók, az ipari üzemek és a tűzoltási célú vízhasználat átlagos napi vízigényéből tevődik össze.

III.2.1. Kommunális fogyasztók

Kommunális fogyasztás az a vízmennyiség, amely az ember mindennapi életéhez, higiénikus életkörülményeinek fenntartásához, a takarékosági előírások betartása mellett szükséges. Megkülönböztetünk háztartási és egyéb kommunális vízfogyasztást. A vízhasználók (általában lakosok) számának és a fajlagos vízigény szorzatainak lakókörzetenkénti összegzésével előállítható a település kommunális vízhasználóinak ún. háztartási vízigénye. A kommunális fajlagos vízigényt elsősorban az határozza meg, hogy a fogyasztó milyen színvonalú ellátásban részesül, emellett a beépítés jellege, a fogyasztói szokások, az életszínvonal, a laksűrűség befolyásolhatja vízfogyasztás mértékét.

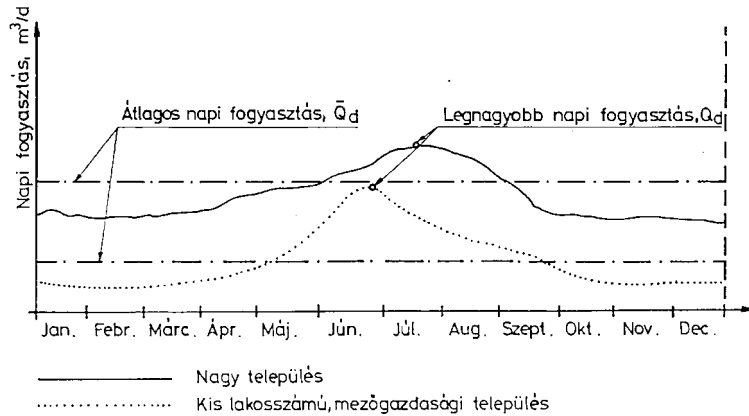
A vízellátás lehet:

- közkifolyós: a fogyasztó a csőhálózatra szerelt közkifolyós vízvételi helytől - közúton mérve - legfeljebb 150 méter távolságban lakik,
- félkomfortos: a fogyasztó ingatlanán egy csapolóhely van felszerelve,
- komfortos: a fogyasztó lakásában több csapolóhely van (fürdőszoba, WC, stb.),
- összkomfortos: a fogyasztó az előzőn túlmenően rendszeres melegvízellátásban is részesül.

Az ellátás színvonalának megfelelően az egyes fogyasztókhoz különböző vízigények tartoznak (pl. félkomfortnál 60-100 l/fő·nap, míg összkomfort esetén 180-350 l/fő·nap). A 2000. év eleji adatok szerint a magyarországi, átlagos, éves, fejekénti ivóvízfogyasztás 35-37 m³ (95-100 l/fő·nap). Az átlag azonban jelentős különbségeket mutat településtípusonként és országrészenként egyaránt. Budapesten több mint 50 %-kal magasabb, míg vannak olyan kis települések, ahol a fogyasztás az országos átlag felét alig éri el. A különbségeket nem csak az életszínvonalbeli eltérések, hanem a víz előállításának költségkülönbségei is indokolják. Ebben még nagyobbak az eltérések, mint a fogyasztásban.

Az egyedi, különleges rendeltetésű közintézmények és szolgáltató létesítmények (laktanya, laboratórium, mosoda, kórház, iskola, irodaház, üzletközpont, szálloda stb.), vagyis az ún. intézményi nagyfogyasztók vízigényének meghatározása egyedi mérlegelést, vizsgálatot igényel. A háztartások és nagyfogyasztók vízigényén túl a lakosok higiénikus életfeltételeit szolgálja a burkolt felületek mosása, a zöldterületek öntözése is. Ha az ehhez szükséges vízmennyiséget is a közüzemi elosztóhálózatról vételezik, 1.5-3 l/m² fajlagos értékkel lehet számolni.

Az eddigiekben a település kommunális fogyasztóinak napi átlagos vízhasználatával ismerkedtünk meg. Ezt úgy tekinthetjük, mint valamely fogyasztó egyévi vízfelhasználásának egy napra jutó hányadát. Könnyű belátni azonban, hogy egy év folyamán a vízfogyasztás nem egyenletes. Jelentős az évszakos ingadozás. Meleg nyári napokon a felhasznált vízmennyiség az átlagos értéket jelentősen meghaladhatja. Ennek figyelembevételére vezették be az évszakos egyenlőtlenségi tényező fogalmát. Az évszakos egyenlőtlenségi tényező 1.2-3.2 közé eső dimenzió nélküli szám. Nagyságát a település jellege (ipari, mezőgazdasági, vegyes, üdülő) és a település nagysága határozza meg. Az éves fogyasztás kiegyenlítettebb, ha nagy lakosszámú, vegyes jellegű településről van szó. Ám egy kis lélekszámú üdülőfaluban a néhány hónapos üdülési szezon alatt a fogyasztás akár meg is háromszorozódhat a többi hónaphoz képest. Az évszakos egyenlőtlenségi tényezővel, mint szorzótaggal kell módosítani a napi átlagos vízfogyasztást, így kapható meg a legnagyobb napi vízigény. A III.2. ábra jellegzetes évszakos fogyasztás-változást mutat be.

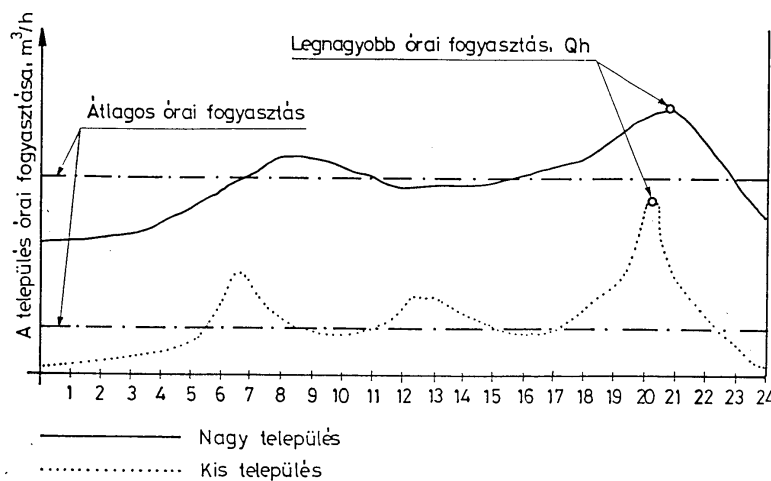


III.2. ábra: Az ivóvízfogyasztás jellegzetes, évszakos változásai

A fogyasztásingadozás nemcsak egy éven belül, hanem egy napon belül is tapasztalható. Éjszaka az átlagos órai fogyasztásnál alacsonyabbak az értékek. Jól megfigyelhető a reggeli csúcs - általában 6 és 8 óra között - majd az esti csúcs 18 és 22 óra között. Sokkal kiegyenlítettebb egy nagyváros napi fogyasztása, hiszen a sokféle időbeosztású vízhasználó fogyasztása összegződik. A kis lakosszámú településen a közel hasonló foglalkozású emberek életritmusai is azonosak. Így az órai csúcspontok jellemzően nagy a többi órához képest, az éjszakai órákban pedig alig fogyasztanak vizet.

A fogyasztás óránkénti változására, az úgynevezett fogyasztási menetgörbére a hálózati tárolótérfogatok meghatározásához és a hálózati szivattyúk kiválasztásához van szükség. A nagyon egyenlőtlen fogyasztás növeli a hálózati tárolók szükséges térfogatát, és általában kedvezőtlenebb feltételeket teremt a szivattyúzáshoz is. A településen létesített tárolók (medencék, víztornyok) ugyanis egyéb feladatok mellett a fogyasztásingadozást egyenlítik ki. Jellegzetes fogyasztási menetgörbék láthatóak a III.3. ábrán.

A napi fogyasztás órai szélsőértékeit - ebből is elsősorban a legnagyobbat - az elosztóhálózat csővezetékeinek méretezéséhez használjuk fel.



III.3. ábra: A vízfogyasztás napon belüli változásának jellegzetes képei

A kommunális fogyasztók vízigénye minden esetben megkívánja az ivóvíz-minőséget, azaz a hálózatba mindig ivóvíz minőségű vizet kell juttatni.

III.2.2. Ipari vízhasználók

Külön kell tárgyalni a településeken található ipari üzemeket, amelyek mind a mennyiségi és minőségi igény meghatározása, mind pedig a vízigények időbeli változása szempontjából különböznek az eddigiektől. Minden tekintetben az üzemen folyó termelési tevékenység, az alkalmazott gyártástechnológiák és azok mennyiségi és minőségi vízigénye a meghatározó.

Az ipari vízigények az alábbi főbb típusokba sorolhatóak:

- nyersanyagként felhasznált víz,
- kazántápvíz,
- hűtővíz,
- öblítő-, mosó-, oldó-, hígító-, áztatóvíz,
- szállító-, osztályozóvíz,
- egyéb technológiai víz.

A technológiai igények nem jelentenek szükségszerűen frissvízigényt. Kialakíthatók frissvíztakarékos megoldások a technológiai igények maradéktalan kielégítése mellett. Jó példa erre a felmelegedett hűtővizek gyűjtése, visszahűtése és a használókhoz való visszavezetése, vagy a különböző minőségi igényű vízhasználatok sorbakapcsolása, pl. a nem szennyeződött, csak felmelegedett hűtővíz használata mosásra. Az ipartelep vízigényének meghatározása tehát nem merülhet ki az egyes vízhasználatok mennyiségi igényének megállapításában és ezek összegzésében. Az ivóvízzel ellentétben, amelyet csak egyszer használunk fel, az ipari víz több felhasználási folyamaton is átmehet, mielőtt elhagyja a gyárat. Lényeges tehát a vízhasználatok összekapcsolása, a belső üzemi vízgazdálkodási rendszer kialakítása. Csak ezek ismeretében kerülhet sor az üzemi technológiai frissvízigény kiszámítására. Az ipari üzem vízigényének része az üzem dolgozóinak fogyasztása, amelyet ivásra, tisztálkodásra stb. használnak fel. A számítás a kommunális vízigény számításához hasonló, azonban a különlegesen szennyezett munkahelyeken tisztálkodásra nagyobb fajlagos vízfogyasztásokat kell figyelembe venni.

Az ipartelepen előfordulhat egyéb, kommunális jellegű vízhasználat is. Például konyha, étterem, munkásszálló, sportpálya, óvoda stb., amelyek vízigényét azok egyedi vizsgálata alapján számíthatjuk. Emellett figyelembe kell venni a burkolt felületek és zöldterületek locsolására felhasznált víz mennyiségét is. Külön számítással kell meghatározni az ipari üzem tűzoltóvízigényét.

Az termelési, nem termelési és egyéb fogyasztások (frissvíz-igények) közül azokat kell összegezni, amelyeket a közüzemi elosztóhálózatból fognak vételezni. A hálózatból vételezett víz nem mindig egyenlő az ipari üzem teljes frissvízigényével. Az ivóvízénél enyhébb vízminőségi igények esetén célszerű igénybe venni a gyár saját kútját, esetleg felszíni vízkivételi művét vagy - amennyiben létezik - a település ipari hálózatát.

A termelési folyamatokban használt ún. ipari víz minőségi követelményei a felhasználás céljától függően igen tág határok között változnak. Az ipari víz megnevezés tehát nem vízminőséget jelöl, hanem a víz használatának célját határozza meg. A jó minőségű ivóvíz egyetlen minőségi adatsorral jellemezhető. A jó minőségű ipari víz követelményeit azonban a termelési folyamatok szinte minden vízhasználatára külön-külön kell megadni. Előfordulhat, hogy a követelmények még kisebb szennyezőanyag-koncentrációt írnak elő, mint az ivóvíz esetében. Az ipartelepek vízigényének időbeli változása a termelési folyamatnak van alárendelve. Elegendő csak a technológiai folyamatok szakaszos víz használatára, vagy a műszakváltás kiugróan nagy kommunális fogyasztására gondolni. A fogyasztási szélsőértékek nagyságának és időtartamának meghatározása egy adott üzemben egyedi elbírálás alapján lehetséges.

III.2.3. Települési tűzoltóvíz-igény

A tűzoltóvíznek, amelyet a településen előforduló tűz oltásához a közüzemi elosztóhálózathoz ki kell szolgáltatni, három lényeges jellemzője van: a hozam, az időtartam és a nyomás. A létesítmények és építmények anyaguktól és a használat módjától függően ki vannak téve a tűz veszélyének. A tűzoltáshoz szükséges vízmennyiségről és nyomásról az Országos Tűzvédelmi Szabályzat rendelkezik, e mennyiséget a vízellátó rendszernek a többi vízigénnyel egyidejűleg kell biztosítania.

Az oltás mértékadó időtartamát a tűzterhelés határozza meg, amelynek megállapítását szakemberre kell bízni. A vezetékekből tűzcsapokon vehető ki oltóvíz. Elsősorban föld feletti tűzcsapokat telepítenek. Valamely létesítmény közelében annyi tűzcsapra van szükség, amennyi a számított oltóvízmennyiség egyidejű kivételéhez elegendő. A tűzcsapokat a védendő építménytől 100 m-nél távolabb és egymástól 5 m-nél közelebb elhelyezni nem szabad. A föld feletti (esetleg föld alatti) tűzcsapokon túl az építményekben fali tűzcsapokat is elhelyeznek. Ha másként nem oldható meg, akkor az oltóvíznek önálló víztárolót (medencét, tartályt) építenek. Befogadóképessége 50 m³-nél kisebb nem lehet, a védeni kívánt építménytől 500 m-en belül kell telepíteni. Ipartelepeken oltóvízként figyelembe vehető például a hűtőtorony vízmedencéjének vize vagy egyéb technológiai víz, ha hiánya nem veszélyezteteti a berendezéseket. Oltóvízként kell figyelembe venni a települési vízmű víztárolójának erre a célra tervezett hányadát. Oltóvízként számításba vehetők azok a természetes felszíni vizek (folyó, patak, tó stb.) is, amelyek a védendő építménytől 500 m-nél nincsenek nagyobb távolságban.

III.3. A vízellátás rendszere

A vízellátás történeti fejlődését tekintve megállapíthatjuk, hogy az két megoldási formára szakadt szét: az egyedi és a kommunális vagy vezetékes vízellátásra.

Az egyedi vízellátás, azaz a fogyasztással azonos helyen kialakított vízszerezés magánkutak vagy közkutak létesítését igényli. A magánkutak rendszerint talajvízre települnek, magántulajdonban levő telken találhatóak és legfeljebb néhány család vízellátását szolgálják. Vízüket a közegészségügyi hatóság rendszeresen nem ellenőrzi, ezért az ilyen víz használatára kényszerülő lakosságot nem veszik számításba a vízellátásban részesülők megszámlálásakor. A közkutak közterületen létesített, rendszeres közegészségügyi ellenőrzés alatt álló, többnyire fúrt kutak. Közkutas vízellátásban részesülnek azok, akik vízvezeték hiányában, legfeljebb 300 m-es távolságon belül a közkútból szerzik be ivóvizüket.

Az összefüggő, bonyolult rendszert alkotó vezetékes vízellátást a települési (városi, községi) és/vagy a regionális (településközi) vízmű vállalatok végzik. A vízmű vállalat szolgáltató vállalat, hasonlóan például a többi közművállalathoz. Szolgáltatásának a biztonságos vízellátás érdekében a vízre vonatkozóan három követelményt kell kielégítenie: a vizet megfelelő mennyiségben, minőségben és nyomáson kell eljuttatnia a szolgáltatásban részesülőkhöz, azaz a fogyasztókhöz. E három követelmény bármelyikének be nem tartása korlátozza a szolgáltatást, súlyos hiányosság esetén pedig lehetetlenné is teszi.

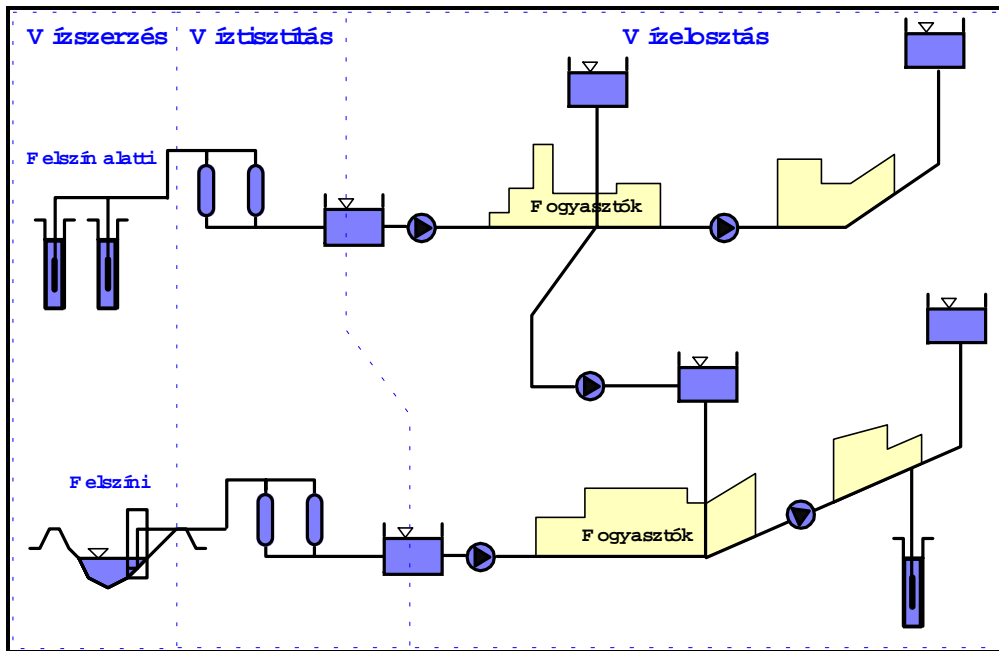
A cél érdekében szükséges tevékenységek:

- vízbeszerzés (és tározás),
- víztisztítás (vízkezelés),
- vízelosztás (vízemelés és szállítás).

A tevékenységhez szükséges létesítmények:

- forrásfoglalás, kutak, felszíni vízkivételi művek, kiegyenlítő tározók,
- tisztítótelep a tisztítástechnológia műtárgyaival és berendezéseivel,
- hálózati szivattyútelepek, helyi nyomásfokozók, csőhálózat, tározók.

A vízellátás folyamatát a III.4. ábrán láthatjuk. A fogyasztók által támasztott igények valamennyi alrendszer és rendszerelem kialakításában (tervezés, építés, üzemelés) meghatározóak. Másrésztől azonban az ésszerű költséggel kinyerhető vízkészlet korlátozólag hat a fogyasztói igények kielégítésére.



III.4. ábra: Az ivóvízellátás rendszere

III.3.1. Vízbeszerzés alrendszere

A vízbeszerzés történhet felszíni (folyók, tavak, csatornák és tározók) és felszín alatti (talajvíz, mélységi víz, karsztvíz, parti szűrésű víz) vízbázisból. Vízfolyások esetén rendszerint partra, állóvizek esetén pedig a part közelébe telepített vízkivételi mű segítségével történik a vízkivétel. A vízszivattyúkat rendszerint vasbeton műtárgyakban kialakított szivattyútérben helyezik el, védelmükre durva rácsszűrőket (gerebek) alkalmaznak, amelyek a durva szennyezéseket (uszadék, jég) felfogják, megóvva a gépészeti berendezéseket a jelentősebb mechanikai igénybevételektől. Lényeges, hogy a vízkivételi műtárgy különböző mélységekből legyen képes vizet kiemelni, ugyanis mély tavak esetén a felső és az alsó vízrétegek vízminősége markánsan eltérhet egymástól, míg folyóknál a vízjárásnak megfelelően változhat az aktuális vízmélység. Felszín alatti vizek esetén kutakban elhelyezett szivattyúk segítségével nyerik a vizet. Karsztforrásoknál a feltörő víz összegyűjtésére, elszennyződésének megakadályozására műtárgyakat alakítanak ki (forrásfoglalás), melyekből a víz további felhasználásra átemelhető.

III.3.2. Víztisztítás alrendszere

A környezetünkben található vizek minősége csak ritka esetben elégíti ki az ivóvízre vonatkozó szigorú követelményeket, melyeket szabványok rögzítenek. Ezért a legtöbb esetben az elosztóhálózatba jutattás előtt a vizet tisztítani kell. A választandó technológia

értelemszerűen a szennyezettség jellegétől és mértékétől függ. A szóba jöhető változatok között pedig az előállítás költségei, a vízművállalat gyakorlata és nem utolsósorban a biztonság játszik szerepet.

A típusos szennyezők különbözősége miatt, a technológiák két nagy csoportra bonthatók, a felszín alatti és a felszíni vizek tisztítására szolgálókra. Magyarországon a felszín alatti vizeknél leggyakoribb szennyezők a vas, a mangán (talaj-, mélységi- és parti szűrésű víz); az ammónium, oldott szerves vegyületek (minden felszín alatti víztípusnál); a nitrát, a szerves- és szervesetlen mikroszennyezők, a kórokozó mikroorganizmusok (talaj-, karszt és parti szűrésű víz); a CO₂, a kénhidrogén, a metán, a magas sótartalom, az arzén (mélységi víz). A felszíni vizek, amelyek sokkal védtelenebbek az emberi szennyező hatásokkal szemben, általában bonyolult technológiákat igényelnek. Íz- és szaganyagok (oldott szerves anyagok), szerves és szervesetlen mikroszennyezők, patogén szervezetek (kórokozók), ammónium és nitrát, valamint szerves és ásványi lebegőanyag eltávolításának igénye jelenik meg.

Felszín alatti vizek esetén a következő tisztítástechnológiai lépések alkalmazására kerülhet sor:

- Gázmentesítés: az éghető, robbanásveszélyes gázok (metán) eltávolítását szolgálja.
- Levegőztetés: a vizet egyrészt oxidatív állapotba hozzák, amely elengedhetetlen a vasvegyületek kicsapathatóságához, másrészt kihajtják a vízből az oldott CO₂-t. Gázmentesítés esetén nem szükséges külön levegőztetés.
- Kémiai kicsapás: az oxidált formájú arzénvegyületeket vas-, ill. alumíniumvegyületekkel reagáltatva vízben rosszul oldódó anyagok (csapadék) képződnek. Az arzén oxidációjához nem elegendő az oldott oxigén, ezért erősebb oxidálószer is adagolni kell (pl. KMnO₄, klór). Ha vízlágyításra van szükség, akkor a Ca és Mg ionok mész, szóda, vagy trisó-adagolással (ill. ezek kombinációjával) kicsapathatóak.
- Durva fázisszétválasztás: a kicsapódott arzén-, kalcium-, magnéziumvegyületeket, ill. ha sok a vas, akkor annak egy részét derítőben kiülepítik.
- Finom fázisszétválasztás: az oxidált állapotban rosszul oldódó, ezért a levegőztetést követően kicsapódó vasvegyületeket és kolloid részecskéket kvarchomok töltetű szűrővel eltávolítják a vízből. A mangán oxidációjához a szűrőréteget KMnO₄-tal kell előkezeltetni (bedolgozott szűrő), különben a mangán nem válik ki (az oldott oxigén nem elég erős oxidálószer).
- Adszorpció: a vízben maradó oldott természetes eredetű szervesanyagok, ill. mikroszennyezők aktív szén töltetű oszlopban adszorpciós folyamattal megköthetők (az aktív szén nagy aktív fajlagos felülete folytán nagy adszorpciós kapacitású). Természetes (zeolit ásvány), ill. mesterséges (műgyanta) töltőanyagú ioncserélő oszlopban ioncsere-adszorpcióval az ammónium és a nitrát bizonyos mennyisége, ill. a kalcium és a magnézium maradék része eltávolítható (más ionokra cserélődnek).
- Fertőtlenítés: klór, klór-dioxid, esetleg nátrium-hypoklorit adagolással a kórokozó mikroorganizmusokat elpusztítják. A klór egy része reagál az ammóniummal, amelynek így csökken a mennyisége, azonban ezzel csökken az aktív klór mennyisége, azaz a fertőtlenítés határfoka is. Emiatt a klórt mindig feleslegben kell adagolni, hogy eredményes legyen a mikroorganizmusok ellen. A fölös klór azonban rákkeltő, toxikus vegyületeket (trihalo-metánok) képez a vízben mindig jelen lévő szerves anyagokkal. Ennek veszélyessége ugyanakkor jóval kisebb a kórokozókénál.

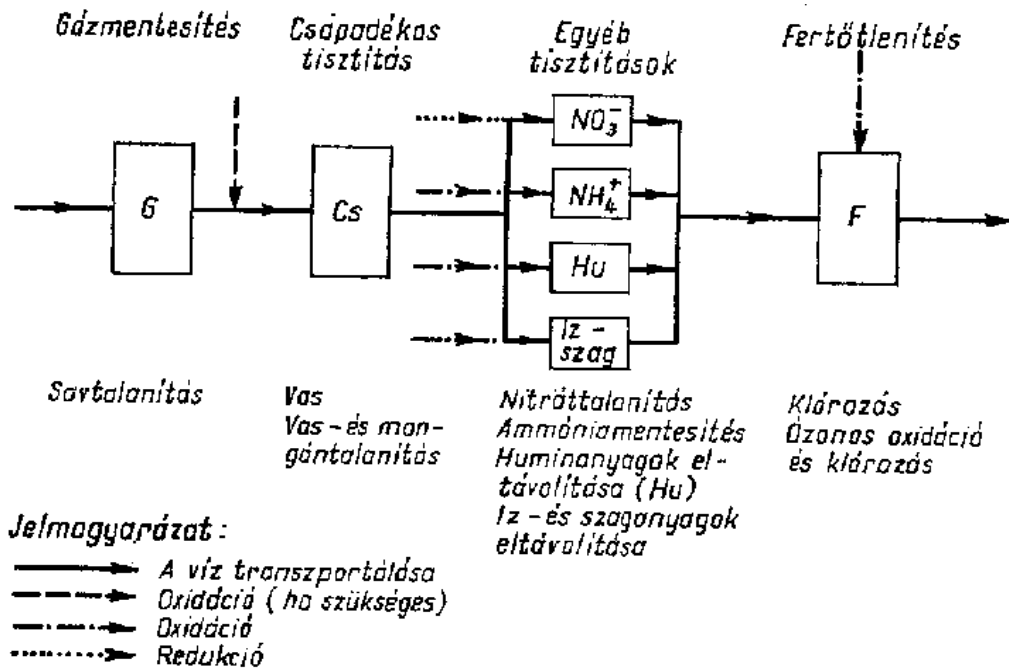
Az egyik legnagyobb problémát a felszín alatti vizek ammónium-, ill. nitráttartalmának eltávolítása jelenti, erre ugyanis nincsen teljesen megbízható eljárás. Szintén gondot jelent a

nagy ammónium- és szervesanyag-tartalmú vizek fertőtlenítése. Manapság egyre inkább terjednek a molekulaszeparáció elvén működő membrántechnológiák, melyekkel akár desztillált víz is előállítható. Ily módon számos, egyébként problematikus technológiai lépés kiváltható (pl. ammónium-, nitrát-, arzéneltávolítás, fertőtlenítés), ugyanakkor ezek jelentős költségvonzatuk miatt sokszor háttérbe szorulnak.

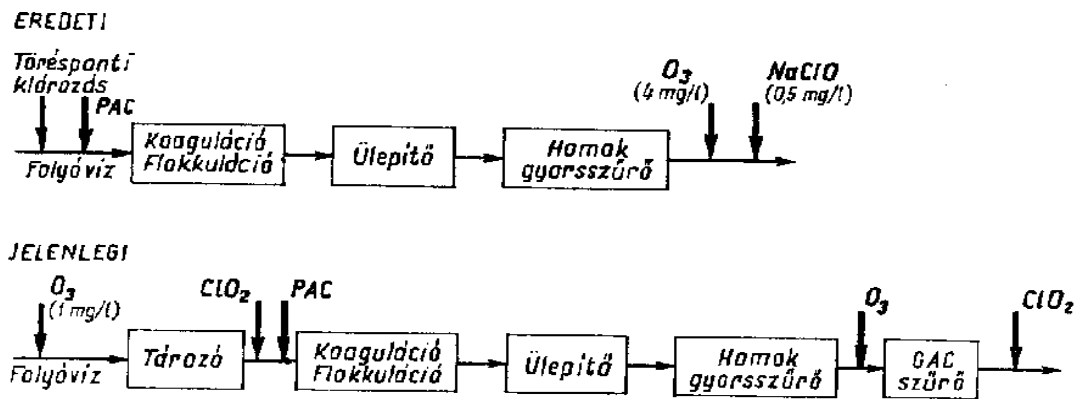
Felszín vizek esetén az alábbi eljárásokra lehet szükség:

- Fertőtlenítés: előfertőtlenítés klórral, vagy ózonnal olyan mennyiségben, amely elegendő a tisztítási technológia kezdeti szakaszára. A klórral kapcsolatban a felszín alatti vizeknél említett problémák itt is fennállnak. Az ózon a klórnál erősebb oxidálószer, a vízkezelés pH tartományában (7-8) viszonylag gyorsan, spontán módon elbomlik, így hosszabb ideig nem tudja kifejteni hatását. Minden oxidálható anyaggal reagál szerves reakciógyökök keletkezése mellett. A technológia során több helyen is szükséges és célszerű fertőtlenítőszer adagolni (többponti fertőtlenítés), ekkor ugyanis a beadagolandó mennyiségek lecsökkennek (csak az adott szakaszra kell elegendőnek lennie), így a klórozás során keletkező káros szervesanyagok mennyisége is kevesebb lesz.
- Durva fázisszétválasztás: a tisztítómű gépészeti berendezéseinek védelme, ill. a lebegőanyagtartalom csökkentése érdekében a nagyobb méretű úszó szennyezéseket szitaszűrővel, a kisebb méretű, de nagy sűrűségű, ülepedő anyagokat homokfogóval leválasztják.
- pH-szabályozás: főként a szerves mikroszennyezők (pl. nehézfémek) vízműbe kerülése esetén alkalmazzák, ill. ha a víz pH-ja eltér a semleges közeli értéktől (házánkban a magas hidrokarbonát-tartalom miatt stabil, 8 körüli a pH). A nehézfémek többsége (kivéve a Zn és a Cr) lúgos pH esetén kicsapódik, ezért nehézfémek megjelenése esetén a pH-t fel kell emelni, a fémeket kicsapatni, majd a vízből fázisszétválasztással elvonni, végül a pH-t visszaállítani.
- Koaguláció-flokkuláció: a nem ülepedő kolloid rendszerek aggregálódását koagulálószerrel (vas- és alumínium-sók) segítik elő, melyek kicsapódása során keletkező nagyobb méretű komplex pelyhekbe a kolloid szilárd részecskék is beépülnek. Emellett oldott szerves anyagok, ill. a kicsapódott nehézfémek is a pelyhekbe épülhetnek. Aktív szénpor adagolásával adszorpcióval megköthetőek az oldott formájú szerves anyagok és mikroszennyezők, a keletkező komplexumok szintén beépülhetnek a pelyhekbe. A koaguláló szerek és a kolloid részek találkozását gyors keveréssel segítik elő. A pehelyképződés flokkulánsok (szerves polimerek) adagolásával fokozható. A nagy pelyhek kialakulása idején lassú keverést alkalmaznak.
- Durva fázisszétválasztás: a koaguláció során képződött pelyheket derítőben kiülepítik. A víznél kisebb, ill. közel akkora sűrűségű anyagokat (pl. algák) felúsztatással (flotálással) választják le a vízből.
- Finom fázisszétválasztás: a nem koaguláltatható szilárd részecskéket kvarchomok töltetű gyorsszűrővel távolítják el.
- Adszorpció: az oldatban maradt szerves anyagokat, mikroszennyezőket és a fertőtlenítés során keletkező mérgező anyagokat aktív szén adszorberrel kötik meg.
- Fertőtlenítés: utófertőtlenítés klórral a vízelosztó-hálózatban történő mikroorganikus élettevékenység megakadályozására (fenntartó fertőtlenítés).

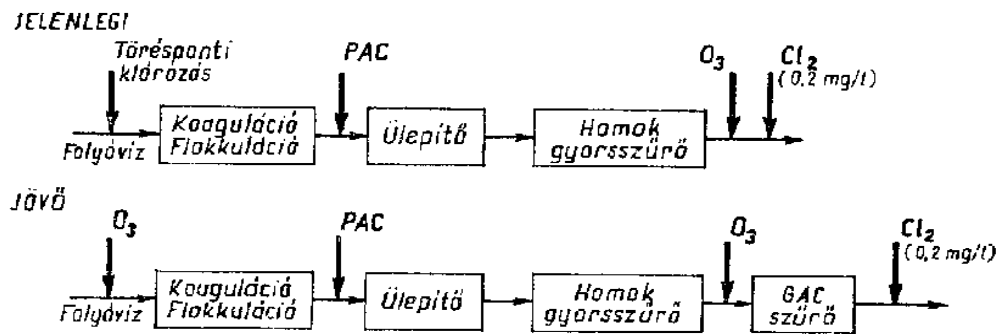
Az ammónium- és nitrátvegyületekkel, ill. a membrántechnológiákkal kapcsolatban a felszín alatti vizeknél említettek itt is érvényesek. Vízisztítási technológiákra mutat be példákat a III.5. ábra.



193. ábra. A felszínközeli víz többévlú tisztításának komplex folyamata



244. ábra. Móry-sur-Oise víztisztító rendszer



245. ábra. Morsangi víztisztító rendszer

III.5. ábra: Felszín alatti és felszíni víztisztítási technológiák

III.3.3. Vízelosztás alrendszere

A víztermelő, ill. vízkezelő telepek általában a fogyasztóktól távol helyezkednek el, így gondoskodni kell a víz szállításáról. A szállítás csővezeték-hálózaton történik. A szállítás során a vezetékrendszer mentén súrlódási- és lokális energiaveszteségek lépnek fel, emiatt a vízzel energiát kell közölni a betáplálási ponton ahhoz, hogy a fogyasztók megfelelő nyomással tudjanak vizet vételezni (nyomásigény). A hálózat különböző anyagú és méretű csődarabokból áll, az egyes vezetékkelemeket a legkülönbözőbb kötési módokkal csatolják össze. A hálózat tömítetlenségei, a csőanyag hibái elfolyásokat okoznak, s minthogy a rendszer nyomás alatti, az elszivárgó, s ily módon veszteségként jelentkező vízmennyiség számottevő mértékű lehet. A hálózatban szükségessé váló karbantartási, javítási és hibaelhárítási munkák végrehajtása érdekében elengedhetetlen az egyes szakaszok üzemen kívül helyezése, ún. kiszakaszolása, hiszen a munkák többsége nem végezhető el nyomás alatti vezetéken. Az egyes csőszakaszok kiiktatását szolgálják a szakaszoló elzáró szerelvények (csapózár, tolózár), amelyek megfelelő elhelyezése esetén minimalizálható a kiszakaszolás során az ellátásból kieső fogyasztók száma. A vízhálózat egyik legfontosabb település-üzemeltetési feladata a fogyasztói vízigényeken túl a tűzoltási vízigény (mennyiségi és nyomás) kielégítése. Ezt a célt szolgálják a hálózaton telepített, a tűzoltó berendezések csatlakoztatására alkalmas speciális szerelvények, a tűzcsapok.

A fogyasztói nyomásigények kielégítésére, ill. a szállítás során fellépő energiaveszteségek pótlására a vízzel energiát kell közölni. A gépházakban az elektromos energiát villanymotorok segítségével mechanikai energiává alakítják, amellyel - szivattyúk segítségével - a vizet mozgásba hozzák, ill. nyomást fejtenek ki rá. A hálózati nyomás ugyanakkor csak bizonyos határig fokozható, ezt az értéket a fogyasztói pontokon telepített szerelvények és gépek nyomástűrése határozza meg. A hálózati üzemi nyomás megengedett értéke a fogyasztói pontnál 60 méter vízoszlop-magasság [mvo], azaz 6 bar. Tekintettel arra, hogy a településen belül a fogyasztók a terep magassági tagoltsága miatt 60 m-t meghaladó szintkülönbségen is elhelyezkedhetnek, szükséges nyomászónák kialakítása. Egy-egy nyomásövezeten belül a legalacsonyabban fekvő fogyasztónál az üzemi nyomás nem lehet magasabb, mint 6 bar. Az egyes nyomászónák között tározómedencéket és átemelő szivattyúkat kell beiktatni. Ez egyes esetekben kiváltható helyi nyomásfokozók alkalmazásával.

A víztermelő és tisztító létesítmények működésének az a kedvező, ha ezek viszonylag egyenletes terheléssel üzemelnek. Ugyanakkor a fogyasztás szinte teljesen véletlenszerűen működik. Az egyenletes víztermelés és a változékony vízfogyasztás különbségét tározással lehet kiegyenlíteni. A víztermelő telepek térszíni medencéi a víztermelés és a hálózati szivattyúzás, míg a magastározók (víztornyok) a hálózati szivattyúzás és a fogyasztás különbségét egyenlítik ki. Emellett a tározás célja lehet tűzvíz biztosítása rendkívüli esetekben, nagyobb betápláló vezetékek törése esetén a lakossági ellátás biztosítása, ill. energiamegtakarítás, amikor a szivattyúzást az olcsóbb energiadíjú időszakokra korlátozzák, és ekkor a tározóból történik az ellátás (ebben az esetben a magastározók szabályozzák a nyomást).

III.4. Csatornázás rendszere

A csatornázás feladata a településen, ill. a hozzá tartozó vízgyűjtőterületen keletkező szenny- és csapadékvizek műszaki, gazdasági és egészségügyi követelményeknek eleget tevő összegyűjtése, elvezetése, az előírásoknak megfelelő mértékű tisztítása és befogadóban történő elhelyezése. Két fő alrendszerből tevődik össze: a gyűjtést és elvezetést szolgáló csatornarendszerből (vízelvezetés alrendszere), valamint a tisztítást és elhelyezést végző tisztítórendszerből (szennyvíztisztítás alrendszere).

III.4.1. Vízelvezetés alrendszere

A csatornarendszerek a szenny- és csapadékvizek gyűjtési és elvezetési módja szerint:

- egyesített,
- elválasztott,
- vegyes rendszerűek lehetnek.

A csatornarendszer üzeme szerint:

- gravitációs,
- nyomás alatti,
- vákuumos,
- vegyes rendszerek különböztethetők meg.

III.4.1.1. Egyesített, gravitációs csatornarendszer

E rendszerek a szennyvizet és az időszakosan jelentkező, lényegesen nagyobb mennyiségű csapadékvizet ugyanazon hálózatban, gravitációs módon vezetik le. A rendszer főgyűjtő vezetékait viszonylag nagy keresztmetszetű elemek alkotják, melyeket túlterhelésük megakadályozása, ill. mérséklése érdekében bizonyos távolságokban csatornahálózati túlfolyókkal (záporkiömlők) csapolnak meg. Az ily módon elvezetett keverék szennyvizet (szennyvíz és szennyezett csapadékvíz) közvetlenül, ill. ülepités után a befogadóba vezetik. Az egyesített rendszerek mindig gravitációs üzeműek. A csatorna kialakított lejtésénél kisebb terepesés esetén átemelésekre (ne legyen túl mélyen a vezeték), míg nagyobb lejtésnél ejtésekre (bukóakna, surrantó) lehet szükség.

Az egyesített rendszerek előnyei:

- a rendszerbeli hidraulikai lefolyási viszonyok miatt egyszerűbb a technológia üzemeltetése,
- kisebb az egyetlen vezeték helyigénye, kedvezőbb az épületbekötés,
- az egyetlen vezeték nyilvántartása, üzemeltetése és fenntartása egyszerűbb,

- a beruházási költség általában kisebb.

Az egyesített rendszerek hátrányai:

- a befogadó tisztítatlan, kevert szennyvízzel való terhelése miatt romlik annak vízminősége,
- a szennyvíztelep terhelése csak szárazidőszakban kiegyenlített, a csapadékvizek miatt időszakosan túlterhelődik,
- az elvezetendő nagy vízmennyiségek miatt a rendszerben gyakorta áll elő visszaduzzasztás (sík terep, nem megfelelő lejtés),
- kedvezőtlen hidraulikai viszonyok létrejötte esetén a lefolyási idő növekedése a szennyvíz berohadását (anaerob állapot), ill. a feliszapolódást segíti elő,
- a rendszer új területek bekapcsolására, a fedettségi viszonyok megváltozására a korlátozott hidraulikai kapacitás (szelvényméret) miatt kevésbé rugalmas,
- a nagy szelvényű csatornák közműalagútban nem vezethetők.

III.4.1.2. Elválasztott csatornarendszer

Ezek a rendszerek a szennyvizet szennyvíz elvezető csatornában, míg a csapadékvizet csapadékvíz elvezető csatornában szállítják, azaz mindig két külön vezetékkel kell vezetni. A szennyvíz a tisztítótelepre, a csapadékvíz ülepítés után a befogadóba kerül.

A szennyvízcsatornák üzeme gravitációs, nyomás alatti, ill. vákuumos rendszerű lehet. A szennyvíz mindig felszín alatti, zárt csatornában vezetendő el, míg a csapadékcsatornák lehetnek nyílt árkok is. A csapadékvíz elvezetése mindig gravitációs módon történik.

Az elválasztott rendszerek előnyei:

- a szennyvíztelep hidraulikai- és szennyezőanyag-terhelése kiegyenlítettebb,
- gazdaságosabb szelvényméretek alkalmazhatóak,
- a csatornahálózat kialakítása hidraulikai szempontból kedvezőbb (nincs túlméretezés a csapadékvíz miatt, így kisebb az esélye a berohadásnak és a feliszapolódásnak),
- a szennyvízcsatornák helyszínrajzilag a bekötési helyekhez közelebb fektethetők,
- a rendszer új területek bekapcsolására jobban alkalmas,
- a szennyvízcsatornák közműalagútban is vezethetők.

Az elválasztott rendszerek hátrányai:

- a szennyvízcsatornák öblítőhatásfokuk fenntartása miatt nagyobb lejtéssel építendőek,
- átmenetek, nyomás alatti csatornaszakaszok beiktatási igénye fokozottabb,
- a csapadékvíz tisztítatlanul kerül a befogadóba, ugyanakkor csapadékvíz tározó létesítésével a szennyezés mértéke csökkenthető,
- nagyobb a vezetékek helyigénye,
- a kétféle csatorna nyilvántartása, üzemeltetése és fenntartása költségesebb és munkaerőigényesebb,
- a beruházási költség általában nagyobb.

III.4.1.3. Vegyes csatornarendszer

A vegyes rendszerek az egyesített és az elválasztott rendszert részterületként, egy rendszeren belül foglalják magukba. E rendszerek főként az egyesített csatornarendszerek bővítése során keletkeznek, amikor a bekapcsolandó új területekről csak a szennyvízcsatornát kötik a meglévő egyesített rendszerhez, míg a csapadékvizet a túlterheltség elkerülése érdekében külön rendszerben vezetik el.

Az üzemeltetés szempontjából is lehetséges vegyes rendszerek kialakítása a gravitációs, nyomás alatti, ill. vákuumos üzemű rendszerek egyidejű alkalmazásával, pl. jelentősebb települések nagyobb részterületei esetén.

III.4.1.4. Nyomás alatti csatornarendszer

A rendszer külső energiaforrás segítségével működik. A szennyvíz szivattyú, légkompresszor, vagy egyidejűleg mindkettő hatására mozog, ily módon a csatornarendszer vonalvezetése a magassági kötöttségektől mentesíthető. A nyomás alatti rendszer alkalmazása lehetővé teszi a szennyvíz csatornarendszerbeli tartózkodási idejének lecsökkentését, ami az összegyűjtött szennyvíz nagyobb távolságokra történő vezetésénél lényeges. A nyomás alatti rendszer helyszínrajzi szempontból lehet elágazó rendszer (ekkor a nyomás alatti csatornaágak közé az üzemzavarok hatásának csökkentése érdekében biztonsági összekötő szakaszokat is létesítenek, melyek normál üzemben zártak), ill. a vízelosztó rendszerhez hasonló körvezetékes rendszer.

A szennyvíz a nyomás alatti rendszerbe telken belüli gravitációs gyűjtéssel, és házankénti vagy házcsoportonkénti dugulásmentes szennyvíz-szivattyúkkal emelhető be. Az átemelő szivattyúk egyben a szennyvíz hálózatbeli mozgatásához szükséges energiát is szolgáltatják. A szennyvíz visszaáramlását az átemelő előtti gravitációs gyűjtőbe visszacsapó szelep akadályozza meg. A rendszerhez általában sűrített levegős, ill. vízöblítéses üzemű öblítőállomások csatlakoznak.

A nyomás alatti rendszer hidraulikailag tulajdonképpen a vízellátó rendszer inverzének is tekinthető, hiszen míg a vízellátó rendszerben egy nyomást keltő és nagyszámú csapolópont van, addig a nyomás alatti szennyvízrendszerben számos nyomáspont és csak egyetlen kifolyás található.

III.4.1.5. Vákuumos csatornarendszer

Ebben a rendszerben a szennyvíz mozgatásához szükséges energiát a vákuumközpontban elhelyezett vákuumszivattyú biztosítja: az eléje kapcsolt szennyvízgyűjtő tartályban a

szivattyú az atmoszférával szemben 0.6-0.7 bar vákuumot kelt, amely biztosítja a vízmozgást. A szennyvíz az épületből gravitációs gyűjtővezetéken áramlik a vákuumszelephez, amely a két rendszer közti kapcsolatot biztosítja. A szelep önműködően kinyílik és beengedi a szennyvizet a vákuumrendszerbe, amint a szelep előtti gravitációs vezetékben bizonyos mennyiségű szennyvíz összegyűlt.

A szennyvíz a csatornarendszerben csak addig áramlik, ameddig a szelep nyitva van, ezért a szennyvíz szelepen történő áteresztése után légköri nyomású levegőt kell a hálózatba juttatni. E levegőmennyiség a szelep záródása után a vákuum mértékének megfelelően kitágul, ezáltal maga előtt tolja a szennyvizet, majd a nyomás kiegyenlítődésekor szennyvízszállítás leáll. A szennyvíz tehát a vákuumrendszerben nem folyamatosan, hanem szennyvízdugók formájában halad. A rendszerek általában fűrészfogas kialakításúak: a lejtéssel megépített csőszakaszok között hirtelen ugrásokat iktatnak be, így a vezeték sík tetpen is jól vezethető. Az egyes mélypontokon összegyűlő szennyvizet a vákuumhatás emeli tovább a következő csőszakaszba.

Vákuumos rendszerek létesítése elsősorban sűrű beépítésű területeken gazdaságos, ahol a domborzati viszonyok nem teszik lehetővé a gravitációs rendszerek kiépítését (sík terep). Ugyanakkor egy vákuumközponthoz a min. 0.5 bar vákuum biztosításának igénye miatt csupán kis távolságok (néhány 100 m) csatlakoztathatóak.

III.4.2. Szennyvíztisztítás alrendszere

III.4.2.1. Mechanikai tisztítás

A szennyvíz mechanikai kezelése az első lépés csakem mindegyik szennyvíztisztítási technológiában. Részei a rács, homokfogó és az ülepítőmedence, amelyekkel a különböző méretű és összetételű, ülepíthető és felúsztatható szilárd szennyezők távolíthatók el. A nyers szennyvíz lebegőanyag tartalma mintegy 60 %-kal, szervesanyag tartalma legfeljebb 30 %-kal csökkenthető ezzel az eljárással. A módszer alapelve egyszerű, bármely telep nagyságrendre alkalmazható. Az ülepítőben keletkezett iszapot (ún. nyersiszap) iszapkezelésnek vetik alá. A rács által kifogott anyagokat (rácsszemét) hulladéklerakóban helyezik el, a homokot hidrociklonnal visszanyerik, ami kezelés után máshol felhasználható.

III.4.2.2. Kémiai tisztítás

A vegyszeres kezelést a szennyvíz lebegőanyag, szervesanyag (BOI, KOI) és foszfor tartalmának eltávolítására használják, rendszerint valamely más módszerrel kombinálva. A folyamatban kicsapást végző szert, általában valamilyen fémsót (vas, alumínium) adagolnak. A fémsók egyrészt vízben rosszul oldódó vegyületeket képeznek a foszforral, másrészt önmaguk is kicsapódnak a vízben (lásd koaguláció-flokkuláció a víztisztításnál), melynek során a lebegőanyaggal, a kolloid részecskékkel, ill. az oldott szervesanyag egy részével

komplex pelyheket képeznek. A keletkezett csapadékok fázisszétválasztással (ülepítés, flotálás) eltávolíthatók.

Az önállóan alkalmazott kémiai tisztításnak két szokásos technológiája az alábbi:

- vegyszerrel intenzifikált mechanikai tisztítás (Chemically enhanced primary treatment, CEPT-eljárás),
- közvetlen kicsapátás (Primary precipitation chemical treatment, PC-eljárás).

A CEPT telepeken a fémsót az ülepítőmedence előtt adagolják, például a homokfogóba. Mivel az alapvető cél a lebegőanyag koaguláltatása, a dózis viszonylag alacsony. A flokkuláció előidézésére anionos polimert adagolnak a koagulálószer után. Amennyiben a kisdózisban adagolt fémsó koaguláló hatása nem kielégítő, a hatékonyságot az egyidejűleg adagolt kationos polimerekkel lehet fokozni. A CEPT módszer a mechanikai tisztításhoz képest jelentősen megnöveli az eltávolítási hatásfokot. Átlagos összetételű szennyvíz esetében az összes lebegőanyag eltávolításának mértéke 60%-ról 80%-ra, a szervesanyag tisztításának hatásfoka 30%-ról 50-60%-ra, míg az eltávolított összes foszfor mennyisége 15%-ról 60-80%-ra növelhető.

A közvetlen kicsapátásos telepeken (PC) a fémsó, mint koagulálószer a flokkulációs medence előtt, viszonylag magas dózisban adagolandó, tekintettel arra, hogy a lebegőanyag mellett az eljárás a foszfor eltávolítást célozza. A flokkulációt mechanikus keverőberendezésekkel oldják meg, amelynek hatásfoka növelhető anionos polimer adagolásával. A nagyobb vegyszeradag következményeként a közvetlen kicsapátásos telep szennyezőanyag eltávolítási hatásfoka meghaladja a CEPT telepekét. Az összes lebegőanyag, szervesanyag és összes foszfor vonatkozásában ez rendre 90%, 70% és 90%.

Első közelítésben vizsgálva a kémiai telepek magas vegyszerköltségeit az alacsony energiafogyasztás kompenzálja. Az energiamérleg számításakor azonban figyelembe kell venni, hogy az alkalmazott vegyszerek jelentős csoportjának előállítása maga is energiaigényes folyamat. Ezért a korrekt energiamérlegben ez is figyelembe veendő. Utóbbi megfontolások természetesen elmaradnak mindazon esetekben, amikor a kicsapátást végző vegyszer valamilyen vegyipari gyártási folyamat melléktermékeként (hulladékként) hasznosítható. Ez utóbbiaknak az alkalmazása nemcsak kedvező energiamérleget ad, de részmegoldás a hulladékelhelyezés szempontjából is.

A tisztítás folyamán keletkező iszap forrása a lebegőanyag tartalom, a szervesanyag, a foszfor és a vegyszer maga. A keletkezett iszap bomlékony szervesanyag tartalma miatt kezelést igényel.

III.4.2.3. Biológiai tisztítás

A biológiai tisztítás elsődleges szerepe a szervesanyag tartalom csökkentése. A módszer egyaránt alkalmazható nyers, mechanikailag, illetve kémiailag előkezelt szennyvízre. Az eljárással a nem ülepíthető, oldott és kolloidális szervesanyagot mikroorganikus tevékenység által szilárd, alakos, azaz ülepíthető formába hozzák. A szervesanyag lebontását rendszerint aerob heterotróf baktériumok végzik. A szervesanyag a lebontási folyamatok során, a lebontó

mikroorganizmusok anyagcsere végtermékeként részben szén-dioxiddá oxidálódik, részben biomasszává alakul (főlős iszap az eleveniszapos eljárásnál ill. lemosott hártya a biofilmes technológiában). A többféle reaktortípusban lejátszódó biokémiai folyamatok a reaktor típusától függetlenek. A szervesanyag lebontásához szükséges oxigént mindegyik esetben biztosítani kell (mesterséges levegőztetés). A szennyvíz kontaktusba kerül a biomasszával (eleveniszap-medence, ill. csepegtetőtest), ami után a különböző fázisok (a szennyvíz és a biomassza) szétválasztásra kerülnek, általában ülepitők segítségével.

Az eleveniszapos technológiáknál a levegőztető medencébe vezetett szennyvízben szabadon lebegnek a mikroorganizmusok, melyek a beérkező nyers szennyvíz szervesanyag-tartalmát lebontják. Innen a szennyvíz az ülepitőbe kerül, ahol a pelyhekben elhelyezkedő mikroorganizmus-tömeget (biomasszát) kiülepítik. A keletkező iszap egy részét visszavezetik a levegőztető medencébe a mikroorganizmusok állandó mennyiségének biztosítása érdekében (iszaprecirkuláció). Az iszap azon mennyiségét, amelyre nincs szükség a recirkulációhoz (főlősiszap), az ülepitőből elvezetik, kezelik, majd elhelyezik. A recirkuláció során élő mikroorganizmusokat kell az eleveniszapos medencébe juttatni, ezért az ülepités időtartamának maximuma van, nehogy teljes oxigénhiány alakuljon ki (az ülepitőben már nincs oxigénpótlás), ami elpusztítja a mikroorganizmusokat. A terhelés ingadozása esetén a recirkuláció megváltoztatásával lehet igazodni az új körülményekhez. A levegőztető medence szervesanyag-terhelésének és a mikroorganizmusok mennyiségének aránya alapján nagy, közepes, ill. kis terhelésű rendszereket különböztetünk meg. A biológiai rendszerek fontos jellemzője az iszapkor. Ez a levegőztető medencében lévő mikroorganizmus-tömeg és az utóülepitőből elvett főlősiszap-hozam aránya, és az eleveniszap tartózkodási idejét jellemzi. Az iszapkor nagy terhelésnél 1-2 nap, közepesnél 5-7 nap, míg kis terhelés esetén 10-20 nap. A kisterhelésű telepeken, a hideg időszakokat kivéve, nitrifikáció (lásd később) is végbemegy, a keletkezett főlősiszap stabilizált (kis szervesanyag-tartalmú). Ennek a technológiának az üzemeltetése, tekintettel a folyamat stabilitására viszonylag egyszerű. Ezzel ellentétben a nagyterhelésű rendszereknél az iszapot stabilizálni kell és az üzemeltetés is nagyobb figyelmet igényel. Az eleveniszapos rendszer kétlépcsősre is tervezhető, például nagyterhelésű első és kisterhelésű második lépcsővel. Így a második lépcső terhelése az elsőben számottevően lecsökken és kisebb térfogatú műtárgyat igényel.

A biofilmes rendszerek lehetnek csepegtetőtestes, vagy merülőtárcsás kialakításúak. Valamennyi előkezelt szennyvizet igényel. A technológia során a szilárd töltőanyag felületén biológiai hártya alakul ki, amelyben a mikroorganizmusok elszaporodhatnak. Csepegtetőtest (kő, vagy műanyag töltet) esetén a szennyvizet felülről permetezik rá a töltőanyagra, amelynek hézagrendszerén a szennyvíz átszivárog, miközben a mikroorganizmusok lebontják a szervesanyagot. A levegő szabadon áramolhat a rendszerben (aerob körülmények). A növekvő biológiai hártya idővel megfelelő áramlási sebesség esetén leszakad, így a felületek megújulnak. A leszakadó biológiai hártákat ülepitőben választják le a víztől. A hatékonyság növelése érdekében a csepegtetőtest, ill. az utóülepitő után az elfolyó víz egy részét recirkuláltatják. Merülőtárcsás eljárásoknál a tárcsafelületeken képződött hártát a szennyvízbe mártják (szervesanyag felvétel), majd a légtérbe kiemelik (oxigénbevétel). Előnyük, hogy a kisebb tartózkodásiidő-igény csökkenti a szükséges műtárgy- és telep méreteket. Hátrányuk azonban, hogy érzékenyebbek a terhelésváltozásra.

A biológiai tisztítással a szervesanyag 90 %-át el lehet távolítani a szennyvízből. Minthogy a mikroorganizmusok sejtanyaga a szén mellett meghatározott arányban nitrogént és foszfort is tartalmaz, a szervesanyag lebontása és biomasszába való beépülése tápanyag-eltávolítást is

eredményez. Ily módon a biológiai tisztítás esetén 20-25 %-os nitrogén- és 10-15 %-os foszforeltávolításra lehet számítani.

III.4.2.4. Mechanikai/kémiai/biológiai tisztítás

A mechanikai, kémiai és biológiai tisztítási eljárások gyakorta szerepelnek egymást követő technológiai lépcsőként. A technológia első eleme mindig a mechanikai tisztítási fokozat (rács, homokfogó, előülepítő). Ezt követi a biológiai egység (levegőztető medence, utóülepítő). A kémiai tisztítás bevonása a technológiába három helyen lehetséges. Előkicsapátás esetén a kicsapátást végző vegyszert az előülepítőbe adagolják. Szimultán kicsapátáskor a vegyszeradagolás a levegőztető medencében történik. Utókicsapátás esetén a vegyszert az utóülepítő után adagolják, ezért itt még plusz fázisszétválasztást (szűrőt, vagy ülepítőt) kell beiktatni. A biológiai és a kémiai tisztítás kombinációja számottevően megnöveli (90-95%-ra) a foszfor eltávolítás hatásfokát és javítja az összes lebegő- és szervesanyagét is. Ennek következtében azonban a keletkező iszap mennyisége megnövekszik, amelyet pedig kezelni kell.

III.4.2.5. Tápanyageltávolítás

A eddig tárgyalt eljárások egyike sem képes számottevően csökkenteni a szennyvíz nitrogéntartalmát. A nitrogén, mely a szerves formából az ammonifikáló baktériumok révén gyakorlatilag már a csatornahálózatban ammóniummá alakul, két lépcsőben távolítható el: az ammónium - oxigén jelenlétében- nitráttá oxidálható (nitrifikáció), majd oxigénmentes (anoxikus) környezetben szabad nitrogéngázzá redukálható (denitrifikáció). Mindkét folyamatot mikroorganizmusok végzik. A nitrifikációhoz nem szükséges szervesanyag (kemoszintetizáló baktériumok végzik), így addig, ameddig a szervesanyag-lebontók számára van elegendő tápanyag, a nitrifikációs folyamat nem is indul be (ezért nincs a nagyterhelésű rendszereknél nitrifikáció). A nitrifikáció, minthogy oxigént igényel, rendszerint a levegőztető medencében, ill. a csepegtetőtestben zajlik le, azonban ehhez nagyobb tartózkodási idő (iszapkor), azaz kis terhelés szükséges.

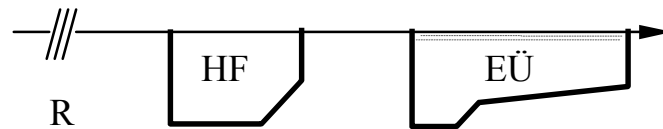
A biológiai denitrifikáció csak szerves szén forrás jelenlétében megy végbe. Forrásként szolgálhat a szennyvíz szervesanyag tartalma, illetve annak hiánya esetén ez pótolható szerves kemikáliák, például metanol vagy acetát hozzáadásával. Minthogy a folyamatot anaerob heterotróf baktériumok végzik, szükséges az anoxikus (nincs oldott oxigén) állapot megteremtése. Emiatt a denitrifikáció külön reaktortérben zajlik. Elődenitrifikáció esetén az anoxikus tér a levegőztető medence előtt található. Mivel az eleveniszapos medence előtt még nincs a szennyvízben nitrát, ezért az anoxikus medencébe a nitrátot a levegőztetett medencéből vissza kell vezetni (nitrátrecirkuláció). A szennyvíz széntartalma az elődenitrifikációnál tápanyagként hasznosítható. Utódenitrifikációnál az anoxikus medence az aerob tér után található. Ekkor a nitrát közvetlenül denitrifikálható, viszont az anoxikus tér

után, de még az ülepítő előtt ismét levegőztetést kell végrehajtani, hogy a lebontó baktériumok életben maradjanak, és az ülepítőből a levegőztető medencébe recirkuláltathatóak legyenek. Az utódenitrifikációnál általában pótlólagos szénforrás szükséges, hiszen a levegőztető medencében a lebontók elfogyasztják a szervesanyagot. Biofilmes rendszereknél a denitrifikáció nehezen valósítható meg. A nitrifikáció-denitrifikáció technológiába építésével 70-80 %-os nitrogéneltávolítás érhető el.

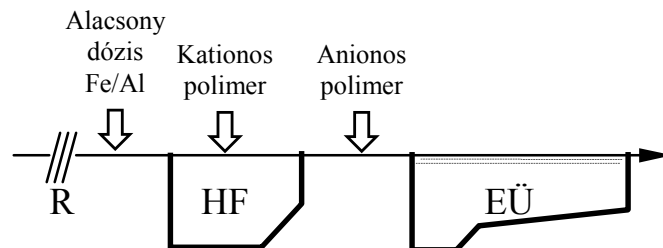
Amennyiben a denitrifikációs folyamatokat a szervesanyag lebontással azonos műtárgyakban, időben eltolva végezzük, jelentős beruházási költség takarítható meg. Ugyanakkor a hatásfok a különálló medencés megoldáshoz képest mintegy 30 %-kal csökken. Összességében azonban az eltávolított szennyezőanyag (N) egységére vonatkozó összes költség még ezzel együtt is kedvezőbb. A megoldásért fizetendő további "ár" az igényesebb, szakszerű üzemirányítás szükséglete.

Biológiai úton a szennyvíz foszfortartalma is csökkenthető. Egyes mikroorganizmus-csoportok anaerob körülmények esetén foszfort adnak le és szervesanyagot vesznek fel a szennyvízből. Ha ezt követően aerob térbe kerülnek, a felvett szén lebontják (energianyérés), és foszfort vesznek fel a vízből. Az aerob fázisban felvett foszformennyiség meghaladja az anaerob fázisban leadottát, így összességében többlet biológiai foszforeltávolítás érhető el. Az anaerob reaktort az előülepítő után, a biológiai fokozat első elemeként alkalmazzák, ill. elképzelhető a kialakítás egyetlen, szakaszos üzemű reaktorban (anaerob, anoxikus és az aerob viszonyok váltakozva). A fokozott biológiai foszforeltávolítás hatásfoka 60 % körüli.

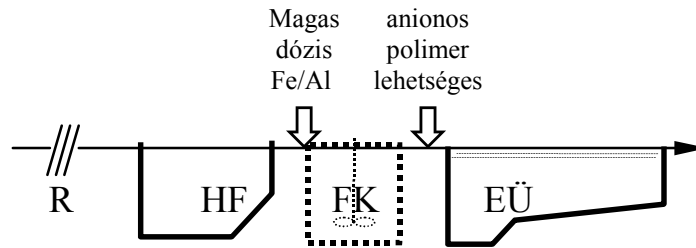
Különböző szennyvíztisztítási technológiákat szemléltet a III.6. ábra.



Mechanikai tisztítótelep
(R – rács, HF – homokfogó, EÜ – előülepítő)

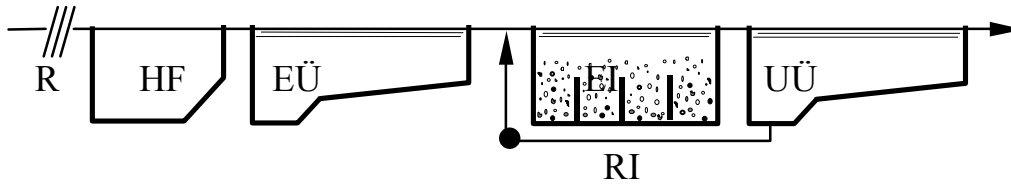


Kémiailag intenzifikált mechanikai tisztítótelep (CEPT)
(R – rács, HF – homokfogó, EÜ – előülepítő)



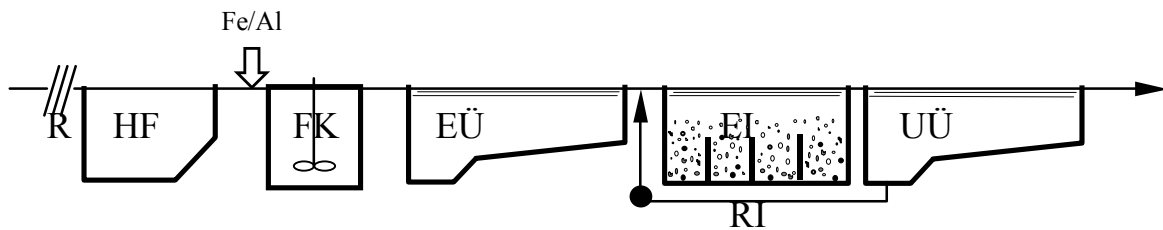
Egyszerű kicsapatásos telep

(R – rács, HF – homokfogó, FK – flokkuláló medence, EÜ – előülepítő)



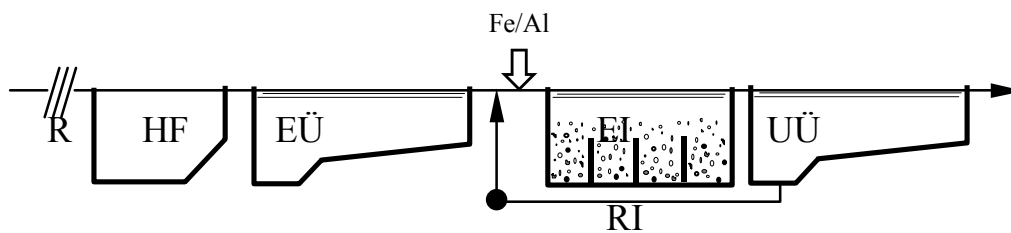
Eleveniszapos telep mechanikai tisztítással

(R – rács, HF – homokfogó, EÜ – előülepítő, EI – eleveniszapos medence, UÜ – utóülepítő, RI - iszaprecirkuláció)



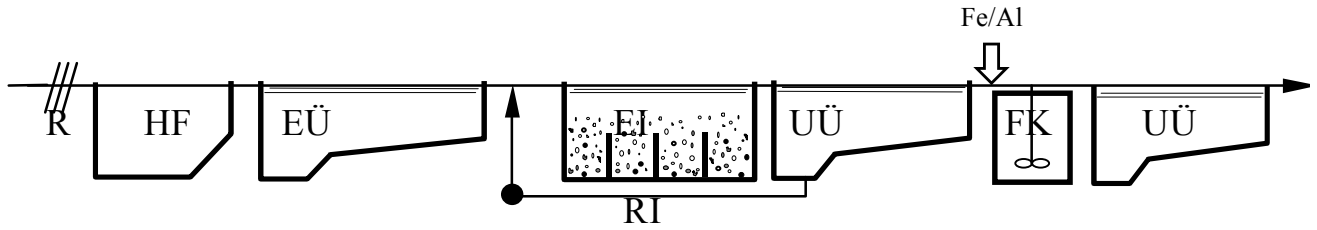
Eleveiszapos rendszer előkicsapatással

(R – rács, HF – homokfogó, FK – flokkuláló medence, EÜ – előülepítő, EI – eleveniszapos medence, UÜ – utóülepítő, RI - iszaprecirkuláció)



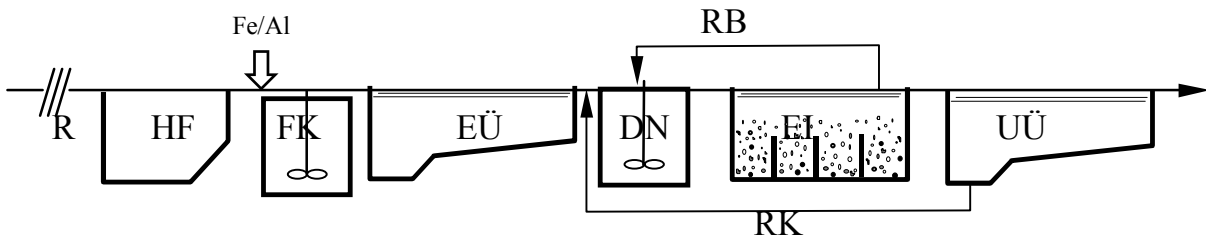
Eleveiszapos rendszer szimultán kicsapatással

(R – rács, HF – homokfogó, EÜ – előülepítő, EI – eleveniszapos medence, UÜ – utóülepítő, RI - iszaprecirkuláció)



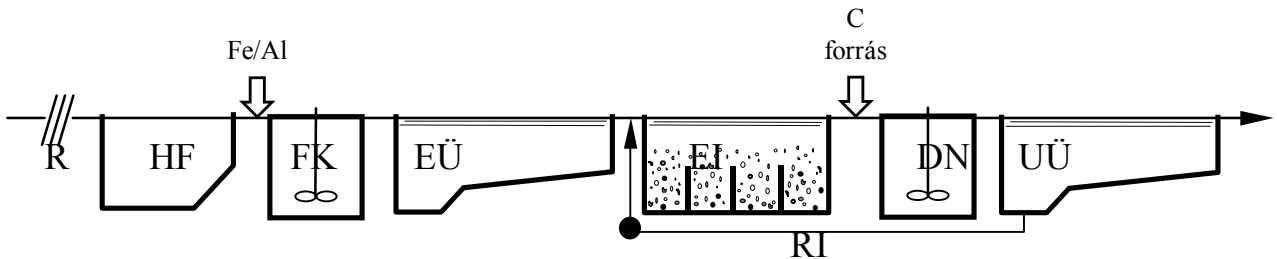
Eleveiszapos rendszer utókicsapatással

(R – rács, HF – homokfogó, EÜ – előülepítő, EI – eleveiszapos medence, UÜ – utóülepítő, RI - iszaprecirkuláció)



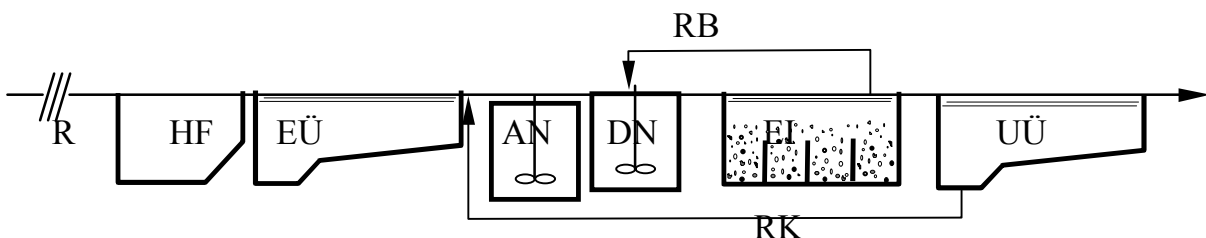
Eleveiszapos eljárás előkicsapatással és elődenitrifikációval

(R – rács, HF – homokfogó, FK – flokkuláló medence, EÜ – előülepítő, EI – eleveiszapos medence, DN – denitrifikációs medence, UÜ – utóülepítő, RB – belső (nitrát) recirkuláció, RK – külső (iszap) recirkuláció)



Előkicsapatás utódenitrifikációval, eleveiszapos eljárásban

(R – rács, HF – homokfogó, FK – flokkuláló medence, EÜ – előülepítő, EI – eleveiszapos medence, DN – denitrifikációs medence, UÜ – utóülepítő, RI - iszaprecirkuláció)



Eleveiszapos eljárás elődenitrifikációval és biológiai foszforeltávolítással
(R – rács, HF – homokfogó, EÜ – előülepítő, EI – eleveiszapos medence, AN – anaerob medence, DN – denitrifikációs medence, UÜ – utóülepítő, RB – belső recirkuláció, RK – külső recirkuláció)

III.6. ábra: Szennyvíztisztítási technológiák

III.4.2.6. Természetes szennyvíztisztítás

A természetes szennyvíztisztítási eljárások, bár történelmileg a legrégebben alkalmazott szennyvízkezelési módszerek, a mesterséges, műtárgyakban végbemenő biológiai oxidációs eljárások ugrásszerű elterjedésével nagymértékben kiszorultak a szennyvíztisztítás gyakorlatából. Újbóli elterjedésük, elsősorban alacsony beruházási és működési költségüknek és egyszerű üzemeltetésüknek köszönhetően, a hetvenes évek közepétől kezdődött meg. Az alapvető különbség e rendszerek és a hagyományos, pl. eleveniszapos biológiai tisztítástechnológiák között az, hogy a szervesanyag lebontását végző baktériumok oxigén ellátását nem mesterséges úton (levegőztetéssel), hanem a természeti folyamatok révén (oxigén diffúzió, algák fotoszintézise vagy a makrofítonok oxigéntranszportja segítségével) biztosítják. Ez jelentősen csökkenti az eljárás energiaigényét, azonban a megfelelő mértékű lebontás a hagyományos módszereknél lényegesen hosszabb tartózkodási időt és ezzel arányosan nagyobb területet igényel.

A fentiekből következik, hogy a természetes szennyvíztisztítás elsősorban kis települések szennyvízkezelésének megoldásaként, illetve hagyományos telepek végső lépcsőjeként, a szennyvíz utótisztítására alkalmazható gazdaságosan.

A tisztítás végző baktériumok hordozó közegétől, illetve az üzemi vízszint elhelyezkedésétől függően alapvetően szilárd hordozó alapú és vizes rendszereket különböztetünk meg. Az első esetben az üzemi vízszint a talajfelszín alatt található. A tisztítást a hordozó közegen (talaj, homok, növények gyökérzete) megtelepedett baktériumok végzik. A szilárd hordozójú rendszerek közül legismertebb a szennyvíz szikkasztás, a talajszűrés vagy homokszűrés. Ide tartozik továbbá a gyökérzónás tisztítás és a szennyvíz öntözése is.

A vizes rendszereknél az üzemi vízszint a talajfelszín felett van és a tisztítási folyamatban a vizinövények (algák ill. makrofítonok) is szerepet kapnak. Ezek a különböző tavas tisztítási rendszerek (stabilizációs tó, nádistó) ill. az úszó, lebegő vizinövényes szennyvíztisztítás. A csörgedeztetéses rendszerek átmenetet képeznek a két alaptípus között.

A természetes szennyvíztisztítási eljárások különböző paraméterekre vonatkozó tisztítási hatásfoka, még azonos típusú rendszerekben is, jelentős mértékben eltérő lehet és függ a rendszer hatékony működéséhez szükséges kialakítás minőségétől. Általánosságban megállapítható, hogy ezek a módszerek elsősorban a kommunális szennyvíz szervesanyag- és lebegőanyag-tartalmának csökkentésénél hatékonyak (80-90 %). A növényi tápanyagok (N, P) tekintetében hatékonyságuk lényegesen bizonytalanabb, és nagyobb mértékben függ a rendszer kialakításától, valamint a helyi adottságtól (40-50 %).

A szervesanyag lebontás mindegyik módszernél bakteriális tevékenység eredménye. A nitrogéneltávolításban a denitrifikáció a legfontosabb folyamat, de egyes rendszereknél a növények tápanyagfelvétele is fontos szerepet játszik. A foszforeltávolítás alapvető mechanizmusa hosszútávon az adszorpció és a kemoszorpció. A növényi asszimiláció hatása inkább csak szezonálisan érzékelhető.

III.4.2.7. Szennyvíziszapok kezelése és elhelyezése

A szennyvíziszapokat nagy szervesanyag, foszfor, nitrogén és víztartalom, továbbá bakteriális szennyezettség jellemzi. Az ipari szennyvíz arányától és annak előkezelésétől függően változik a különböző nehézfémek, szerves kemikáliák koncentrációja, ami az iszap mezőgazdasági hasznosítását lehetetlenné teheti.

Az iszap elhelyezésének szokásos három lehetősége:

- hasznosítás a mezőgazdaságban,
- elhelyezés depóniában (hulladéklerakón),
- elégetés és a hamu deponálása vagy újrahasznosítása.

A mezőgazdasági hasznosítás összetett feladat. A kommunális szennyvíz iszapja jó talajjavító tulajdonságokkal rendelkezhet és jelentős a foszfor- és nitrogéntartalma is. A hasznosítást gátolhatja a nehézfém-, szerves kemikália-, toxikus anyag-, baktérium-, vírus- vagy egyéb szennyezőanyag-tartalom. Több államban, elsősorban a nehézfém-szennyezés miatt, az iszapok mezőgazdasági hasznosítását betiltották. Az ipari szennyvíz kibocsátás illetve a keletkezett iszap folyamatos ellenőrzése mellett azonban egyes mezőgazdasági kultúráknál hasznosítása célszerű. A természetett növénytől függően az iszap fertőtlenítése is szükségessé válhat.

A szennyvíziszapok széleskörben alkalmazott depóniás elhelyezése esetén számos kellemetlen hatással (szaganyagok terjedése, másodlagos szennyezések) kell számolni. Az ilyen célra hasznosítható területek sok esetben korlátozottan állnak rendelkezésre.

Az iszap elégetése - a tetemes költségek ellenére - széles körben terjed a nyugat európai országokban, mivel a rendelkezésre álló feltölthető területek száma fogy, a mezőgazdasági hasznosítás pedig gondokkal jár. Az elégetés azonban légszennyezést okozhat, és a keletkezett hamu elhelyezése is komoly hátrányt jelent.

Az iszapkezeléssel szemben támasztott követelményeket, az iszap mennyiségi és minőségi jellemzőin túl, a végső elhelyezés határozza meg. A deponáláshoz sűrítés és víztelenítés (legalább 20% szárazanyag-tartalomra) szükséges. A mezőgazdasági elhelyezés további stabilizációt, fertőtlenítést és szárítást igényelhet. Az égetés - amely kezelésnek és elhelyezésnek is tekinthető - előfeltétele a sűrített, víztelenített és szárított iszap. A sűrítés, víztelenítés és szárítás célja a szennyvíziszap víztartalmának – különböző mértékű - csökkentése. Az előülepítőből származó nyersiszap víztartalma 95-96 %, míg a fölősiszapé (utóülepítő) 98-99 %, ezért az iszap térfogatát mindenképpen le kell csökkenteni. A sűrítéssel kb. 10 %-os, a víztelenítéssel mintegy 30 %-os, míg a szárítással 60 %-os szárazanyag-tartalom érhető el. A víztelenítés előtt az iszapot rendszerint előkezelik (kondicionálás), ami által a víztelenítés körülményei kedvezőbbé válnak. A fertőtlenítés a kórokozó baktériumok elpusztítását szolgálja. A stabilizáció a szervesanyag-tartalom csökkentését jelenti, célja az illékony és a kellemetlen szaghatást okozó szerves anyagok átalakítása, ill. kivonása. Aerob technológiáknál a szervesanyag mintegy 30-40 %-a, míg anaerob (rothasztás) esetben 40-60 %-a bontható le biokémiai úton. Az iszapkezelés során keletkező csurgalékvizeket vissza kell vezetni a szennyvíztisztítási technológiára.

III.5. Vízminőségi vonatkozások

A vízminőség a víz tulajdonságainak összessége. Egyértelmű módszer ennek a vízminőségnek a meghatározására nincs. Sőt, olyan mutatószámaink sincsenek, amelyekkel a vízminőség általában kifejezhető. A gyakorlatban mindig valamilyen célra alkalmas minőség megállapításáról van szó. Létezik a folyóvíz, állóvíz minősítése, az ipari hűtővizek vagy az öntözővizek és természetesen az ivóvizek minősítése is. A minősítés alapját olyan tulajdonságok képezik, amelyek a kiválasztott cél szempontjából fontosak. Ebből a megfontolásból vízszennyezés minden olyan hatás, ami a víz minőségét úgy befolyásolja, hogy alkalmassága emberi használatra - esetünkben pl. ivóvízellátásra - csökken vagy megszűnik. Korábban vízszennyezésen egyszerűen valamilyen anyagnak a vízbe vezetését értették. Könnyű azonban belátni, hogy ez önmagában még nem szennyezés. Ha kommunális szennyvíz jut például olyan befogadóba, amelyből ivóvizet vesznek ki, az ott kárt vagy legalább gondot okoz, vízszennyezésnek minősül. De ugyanilyen mennyiségű szennyvíznek nincs jelentősége a csak hajózásra vagy hűtésre szánt vízfolyásban, és kimondottan hasznos ott, ahol haltenyésztés érdekében növeli a termőképességet. Nagyon fontos azonban tudni, hogy a szennyezéseknek ez a túlzottan az ember anyagi hasznát hangsúlyozó meghatározása nem elégítheti ki a környezetért felelősséget érző műszaki szakembert.

Felszíni vizeink elképzelhetetlenek élőlények, tehát élet nélkül. Ahol víz van, ott élet is van. A földi környezet minőségének romlása és a védekezés érdekében létrehozott "bioszféraprogram" legnagyobb tanulsága éppen az, hogy a szennyvizet nem egyszerűen a folyóba engedjük, az ivóvíz kivételével nem egyszerűen vizet emelünk ki, hanem minden esetben élő rendszerek életébe avatkozunk. Ezek ennek nyomán megváltozhatnak, igen gyakran úgy, hogy a változás emberi megítélésünk szerint kedvezőtlen. A "tiszt" és "szennyezett" víz emberi fogalom. Az ember vízhasználata nélkül nem érthetők és nem határozhatók meg. A természetben nincs "jó" és "rossz", nincs "tiszt" és "szennyezett", mert a legpusztítóbb vízszennyezés is csak más, az eredetitől eltérő körülményeket teremt.

Ha az eredeti állapotban kialakult élőlény-állomány igényeit az eredeti környezet kielégíti, akkor az állandó összetételű marad. Ha külső szennyezés miatt a környezet már nem felel meg az élővilág igényeinek, akkor az élőlény-társulás önszabályozó képessége a károsodást vagy kivédi, vagy az állomány elpusztul, és helyét másik, az új feltételeknek megfelelő foglalja el. Az eredeti számára a környezet "rosszabb" lett, az újnak viszont "jobb".

A civilizált ember életének két oldala van: egy műszaki mesterséges és egy környezetbiológiai természetes oldala. Mai fejlődésünk abba a szakaszba jutott, amelyben a bizonyos határon túl nem terhelhető, nem feszíthető természet adta életfeltételeket a szinte vég nélkül fejleszthető műszaki rész fenyegeti. Világos, hogy ha a természetes oldal adottságai nem növelhetők, akkor a műszaki oldalt kell ehhez igazítani. Ez a környezetvédelmi szemlélet lényege a mindennapi élet számára. A természetes és mesterséges oldal egyensúlyban tartása a tudományos alapon fejlődő társadalom egyik legégetőbb problémája. Ezt kell szolgálnia az emberi környezet védelmének is.

A környezetvédelem emberi tevékenység, ami arra irányul, hogy a körülöttünk lévő világnak azokat a tényezőit védje, tartsa fenn, fejlessze, amelyek a természet megújítására képesek. A környezetvédelem akkor lép az ember tervező, építő, szabályozó és környezetalakító

munkájába, amikor ez utóbbi tevékenységek a természettel ütköznek. A vízminőség-szabályozásban az elmúlt évtizedben jelentek meg a környezetvédelem szempontjai. A vízvédelem ezáltal a vízi élővilág védelmével válik mind egyenlőbbé. Vízszennyezés tehát minden olyan hatás, ami felszíni és felszín alatti vizeink minőségét úgy változtatja meg, hogy a víz alkalmassága a benne zajló természetes életfolyamatok számára és az emberi használatra csökken vagy megszűnik.

III.5.1. Települési eredetű szennyezőanyagok

A település jelentős szennyező forrássá válik, ha csak a vízellátását oldják meg. Csatornahálózat hiányában a talaj és a talajvíz fogadja a szennyvizet. A szennyvíztisztító telep nélkül megépített csatornahálózat pedig közvetlenül terheli a vízfolyásokat. Az ipari hányad nélküli szennyvíz elsősorban sokféle, de könnyen bomló szerves anyagot tartalmaz. A bomlási folyamat önmagában is kedvezőtlenül változtatja meg a víz minőségét, mert elhasználja annak a természetes, eredeti élő szervezetek számára fontos oldott oxigén-tartalmát. A további bomlás során az anyagcsere-végtermékek okoznak gondot. A bekövetkező anaerob bomlás (rothadás) bűzlő, mérgező gázt, például kénhidrogént termel. Szintén problémát jelentenek a lebomlás során felszabaduló szervesetlen növényi tápanyagok (nitrogén- és foszforvegyületek), melyek a vizek eutrofizációját okozzák. Kevésbé veszélyesek az ásványi szennyezők. Közülük főként a kloridokat lehet kiemelni. Jelentős viszont a bakteriális szennyezőhatás (kórokozók). A kommunális szennyvizet optimális esetben szennyvíztelepekre vezetik, ahonnan az tisztítás után a befogadóba kerül.

Az ipar a víz szennyeződésének egyik legjelentősebb forrása. Különböző ipari szennyvizet bocsát ki nagy mennyiségben, amelyeket bányai-, vegyi-, kohó-, fém-, textil-, papír- és élelmiszeripari szennyvizekre csoportosítjuk. Az ipari szennyvizek veszélyesebbek, mint a kommunális szennyvíz. Főként azért, mert sok, gyakorta biológiailag nehezen lebontható szerves anyagot, ill. ásványi szennyező anyagot tartalmaznak, nagyon savasak vagy ellenkezőleg, lúgosak, és gyakran találhatóak bennük mérgező anyagok is, mint pl. szerves (klórozott szénhidrogének, kőolajszármazékok, detergensok, PCB- és PAH-vegyületek, stb.) és szervesetlen (nehézfémek, cianid) mikroszennyezők, radioaktív anyagok. A felmelegedett ipari hűtővizek befogadóba engedése (hőszennyezés) szintén káros hatásokkal jár az élővilágra nézve. Az ipari üzemek egy része bizonyos mértékű előtisztítás után a közcsatornára csatlakozik, így szennyvizük a kommunális szennyvíztelepre jut. Másik részük az üzemből közvetlenül a vizekbe bocsátja szennyvizét, ezek önálló szennyvíztisztító technológiával rendelkeznek.

Jelentős szennyezéseket okozhat a felszíni vizekben a burkolt felületekre hulló, és onnan csatornával elvezetett csapadékmennyiség. A lehulló csapadék egyrészt kimossa a légkörben található, elsősorban ipari és közlekedési eredetű oldott és kolloid szennyezőket, másrészt pedig a burkolt épület- és közlekedési felületeken kiülepedett szilárd szennyezőket bemossa a vizekbe. A légszennyezők közül főként a savképzők megjelenése (savas csapadék a SO₂ és a NO_x következtében) okoz gondot, míg a szilárd anyagok (por) elragadása egyrészt ásványi lebegőanyag-terhelésként jelentkezik a vizekben, másrészt ezek a felületükön számos szennyezőanyagot (nehézfémek, szerves anyagok) köthetnek meg, amelyek ily módon szintén

a vizekbe kerülnek. A téli időszakban az utak felhítésére használt só, a salak és a homok is okozhat vízszennyezést, különösen tavasszal, amikor ezek az anyagok lemosással a folyókba kerülnek. A nem burkolt területekre hulló, ill. a csatornázatlan burkolt felületekről származó el nem vezetett csapadékvíz a felszín alatti vizeket szennyezheti el.

Speciális terhelést jelent a vizek számára az egyesített rendszerű csatornahálózatok túlfolyó vezetékai által okozott szennyezés. Ez akkor áll elő, ha nagycsapadékok idején olyan mértékű vízmennyiség kerül a rendszerbe, amelyet az adott szelvényű csatornaszakasz már nem tud levezetni, ill. tározni. A túlfolyókon kiömlő, a befogadóba tisztítatlanul bevezetett víz nem csupán a szennyezett csapadékvizet, hanem az annál jóval töményebb és nagyobb környezeti kockázatú kezeletlen kommunális és ipari szennyvíz egy részét is tartalmazza.

III.5.2. Vízi környezeti következmények

A felszíni és felszín alatti szennyeződött víz részben, vagy teljesen alkalmatlanná válik a különféle célú felhasználásra, ill. megzavarja, vagy lehetetlenné teszi a vízi ökoszisztémák természetes életfunkcióit. A települési vízgazdálkodáshoz kötődő jellemző vízi környezeti problémák a következők:

- Üledékképződés. A szilárd anyagok sűrűségüknek és szemcséiknek méretétől függően a mederfenéken iszapszerű üledéket képeznek, vagy a víztérben lebegnek, esetleg a felszínen úsznak. A lebegő anyag a folyókat, különösen áradások során, a zavarosságig szennyezi. A felszín alatti víz lebegő anyagokat rendszerint nem tartalmaz, mivel az a szivárgás során a talajhoz kötődik. Az iszapos víz lebegőanyag-tartalma a víztározókban és a halastavakban is megtisztul, mivel az iszap az aljzatra leülepedik.
- Szervesanyag-terhelés. Növeli a vízi élőrendszer szervesanyag-bontó képességét, a lebontást és ezzel változtatja a vízminőséget. A lebontáshoz oxigénre van szükség. Ha a lebontást végző szervezetek (baktériumok) elhasználják a víz oldott oxigén-készletét, az oldott oxigénből lélegző állatok elpusztulnak. Mérgező anyagcseretermékek (ammónia, kénhidrogén, stb.) keletkeznek a vízben, amik a légtérből lélegző állatokat, a növényeket, sőt a vizet használó szárazföldi állatok és az ember egészségét (életét) is veszélyeztetik.
- Eutrofizáció, azaz növényi tápanyagokban (N és P) való feldúsulás, a növényi szervezetek túlzott mértékű elszaporodása. Hatására a víz színe, külleme megváltozik, zavaros, zöld vagy sárga lesz, erősen habzik és rendszerint rossz szagú (esztétikai romlás). Az emberi egészségét is veszélyeztető kékalgá törzsek szaporodnak el. Ezek mérgezőek, bőr- és szemgyulladást okoznak. Az algás vízből nehezebb (drágább) ivóvizet előállítani. Instabil oxigénháztartás alakul ki. Az eutrofizálódott tó élővilága elszegényedik, változatossága csökken, a kényesebb élőlények (pl. a nemes halak) elpusztulnak vagy elvándorolnak, helyüket néhány értéktelenebb "gyom" faj foglalja el.

- Bakteriális szennyezés. A kórokozó mikroorganizmusok vizekbe juttatása fertőzéseket, vízjárványokat okoz, veszélyezteti a vízi élővilágot és az embert, az ivóvízkivételt ellehetetlenítheti.
- Mérgezőképesség. A különböző mérgező anyagok (szerves és szervetlen mikroszennyezők) pusztítólag hatnak mind a növényi, mind pedig az állati szervezetekre. Az életfunkcióikat akár teljes mértékben lebénítják, sok esetben rákkeltők, mutagének. Bioakkumulációra hajlamosak, krónikus toxicitással jellemezhetők. Különleges figyelmet kell fordítani a radioaktív anyagokra, amelyeknek hatása az élő szervezetekre a legveszélyesebb. A felsorolt hatások sokszor összegződnek.
- Savasodás. A szabad savak hatására csökkenhet a pH-érték, pusztul az élővilág, csökken a fajdiverzitás. Az üledékből az élővilágra veszélyes, korábban inaktív nehézfémek oldódhatnak be a vízbe.
- Hőszennyezés. A víztér hőmérsékletét jelentősen meghaladó hőfokú vízbevezetés hatására csökken az oldott oxigén koncentrációja, az érzékenyebb halak elpusztulnak, hősokkot kapnak az élőlények.
- Nitrátosodás. A felszín alatti vizek szennyvízterhelése magas nitrátkoncentrációt eredményezhet, az ivóvízbázist sok esetben fel kell adni (nincs megfelelő eltávolítási technológia).

III.5.3. vízminőség-védelem

A vízminőség védelmének leghatékonyabb formája a vízminőség-szabályozás. A szabályozás célja: valamely fogyasztó, ill. felhasználó (település, ipari üzem, mezőgazdasági üzem, vízi ökoszisztéma stb.) meglévő vagy tervezett vízhasználatához a megfelelő minőségű felszíni vízről úgy gondoskodni, hogy az ehhez szükséges műszaki és technológiai beavatkozások költségei a legkisebbek legyenek. A feladat úgy is megfogalmazható, hogy a rendelkezésre álló pénzből a lehetséges legnagyobb vízminőség javulást érjük el. A víz minőségének védelme két fő tevékenységi körre bontható. Az egyik a szennyező források megszüntetése, ill. a szennyezés mértékének csökkentése. A szennyező forrásokba való beavatkozás sokrétű feladat, és csak részben kapcsolódik vízügyi tevékenységhez. Hiszen például a különféle környezetbarát és víztakarékos ipari technológiák alkalmazása, a műtrágya-takarékos, szigorú fegyellemmel végzett mezőgazdasági termelés, a gyomirtószeres és növényvédőszeres helyes használata, vagy az eróziót csökkentő földművelés mindegyike javítja a vízminőségvédelem hatékonyságát. Az elhatározás és a költségek azonban nem a vízügyi területén jelentkeznek. Fontos vízügyi feladat viszont a különböző eredetű szennyvizek tisztítása. A másik tevékenység a természetes (élő)víz azon képességének javítását jelenti, ami a szennyező hatások káros következményeinek gyors megszüntetését eredményezi. A szennyezések eliminálására ugyanis hatással vannak egyéb, nem szennyezőanyag kibocsátással járó emberi beavatkozások is. Ezek, például "csak" a víztér fizikai állapotát változtatják meg, ami azonban új környezeti feltételként visszahat(hat) az "öntisztulás" biológiai folyamataira is (gyakori és jellemző példa a mesterséges oxigénbevitel a hidraulikai viszonyok megváltoztatásával, ill. a vízfolyások visszaduzzasztása.) A települési vízgazdálkodást szorosan érintő vízminőség-szabályozási kérdés a szennyvíztisztítás mellett a vízbázisok védelme.

A felszín alatti víznyerőhelyek környezetében a védettség szükségessége esetén védelmi rendszert kell kialakítani. A védőterület a terepfelszín körülhatárolt része. Olyan tevékenységet folytatni vagy anyagot tárolni, ami a határon belül a vízkivétel felé mozgó vizet szennyezheti, nem szabad. A védőidom az a felszín alatti térrész, amelyre a védőterületi korlátozások érvényesek. A védőterület tagolási rendszere a fokozatosság elve szerint épül fel. A gyakorlatban a hármás tagolású védelmi rendszer kialakítása terjedt el. A természetes védettség mértékétől és a hidrológiai adottságoktól, valamint a megvalósítandó víztermeléstől függően kell a védelmi rendszert kialakítani. A védelmi rendszer részei: a belső védőterület (védőidom), a külső védőövezet (védőidom) és a hidrológiai védőkörzet. Ezek a területeken a szennyeződést okozó emberi tevékenység különböző mértékben korlátozott.

A belső védőterület határa a víznyerőhely körül 10-100 m között húzódik, ennek célja a vízkivétel műszaki és balesetszerű szennyeződésének elkerülése. Nagyságát a víznyerőhely környezetében lévő természetes védettség alapján határozzák meg. A természetes védettséget a vízadórteget védő fedőréteg vastagsága és az átlagos vízszint terep alatti mélysége jellemzi. A belső védőterületen - amely a vízmű részére kisajátítandó - csak a vízmű létesítményei helyezhetők el. A műtárgyakat úgy kell kiképezni, hogy külső szenny-és csapadékvíz ne juthasson be. A területen keletkező szennyvizet vízzáró csatornával kell a külső védőterület határáig elvezetni. Ezen kívül kell a szennyvíztisztítást vagy a szennyvíz további elvezetését is megoldani. Mezőgazdasági művelést végezni nem szabad, mindennemű trágyázás tilos. A belső védőterület állandó tisztántartásáról, füvesítéséről gondoskodni kell. Ki kell jelölni a termelt víz ellenőrzésére szolgáló vízmintavételi helyeket, a mintavételek idejét. A belső védőterületen szolgálati lakásokat építeni, műhelyeket, raktárakat fenntartani nem szabad. Háziállatok tartása tilos.

A felszín alatti víz kitermelésének külső védőterülete a vízutánpótlódás irányában övezetszerűen kapcsolódik a belső védőövezethez. A külső védőterület a lebomló szennyező anyagok elleni védelemre szolgál. Méretének meghatározásakor a víztermelés nagyságát, a vízadó réteg vastagságát és kiterjedését egy mutatóval, a tartózkodási idővel célszerű figyelembe venni. A külső védőövezet általában 500 m-ig terjed. Ha a tartózkodási idő alapján ennél nagyobb távolságra lenne szükség, a hidrológiai védőövezet kialakításával kell a határt kijelölni. A külső védőterületet érő szennyeződések a viszonylag hosszú talajbeli tartózkodás során részben lebomlanak, részben megkötődnek. Itt helyezhetők el a vízműhöz tartozó műhelyek, raktárak, szolgálati lakások. A szennyvizet zárt csatornán kell elvezetni. A külső védőterületen szemét lerakása, tárolása, szennyvíz, csapadékvíz, üzemi csurgalékvizek és öblítővizek szikkasztása nem engedhető meg. Csatornázás hiányában a szennyvizet vízzáróan készült betonmedencékben kell gyűjteni és elszállítani. A külső védőterületen mezőgazdasági művelés, műtrágyázás megengedhető. Szerves trágya és növényvédőszer használata azonban tilos. Tilos az állatok tartása és legeltetése is. A külső védőterület határain túl nem létesíthető olyan műtárgy, amely a védőövezet területéről a víz szabad lefolyását akadályozná, vagy visszaduzzasztást idézne elő.

A hidrológiai védőkörzet akkor szükséges, ha a vízadórteget részlegesen védett. Feladata a nem bomlóképes szennyezők távoltartása a vízkivételtől. A hidrológiai védőkörzet a vízutánpótlódás szempontjából számításba veendő egész vízgyűjtőterületre, részletesebben pedig a víznyerőhelyek 1 km-es körzetére terjed ki. A korlátozások és tilalmak következtében a védőrendszer fokozatos átmenetét képezi. A korlátozások és tilalmak minden szennyező forrásra (ipar, mezőgazdaság, közlekedés stb.) vonatkozhatnak.

A felszíni vízkivétel esetén is ki kell jelölni védőterületet. Ilyenkor a belső védőterület a vízkivétel helyétől mért 50 m sugarú kör. A vízellátás céljára hasznosított tó, illetve létesített tározó teljes víztömegét védeni kell. Ekkor a belső védőterület a tó szélétől mért 20 m-es távolság. Felszíni vizeknél a hidrogeológiai védőövezet nem értelmezhető. Ehelyett a vízgyűjtőterületen végzett, összetett vízminőség-gazdálkodás szerepét kell kiemelni.