

A víz



1 Előzmények – „A víz és az ember”

- A víz az életfontosságú természeti javak nélkülözhetetlen eleme. Ősidők óta kiemelt szerepe volt a földi élet, a termelés, a társadalmi-gazdasági fejlődésben.
- Az ENSZ 1972. évi Stockholmi Környezetvédelmi Konferenciáján az alábbi határozatot hozta: A Föld természeti készleteit, beleértve a levegőt, a vizet, a szárazföldet, a flórát és a faunát, meg kell őrizni a jelen és jövő nemzedék javára, előrelátó tervezés és megfelelő kezelés, gondozás útján.
- Az egészséges vízellátás világprobléma: napjainkban az emberiség 50%-a nem talál egészséges ivóvizet otthona környezetében, és évente kb. 5 millió gyermek hal meg a fertőzött víz által terjesztett betegségekben.
- Magyarországon a lakosság 97-98%-a részesül vezetékcsatlakozású ivóvízben, de emellett szinte lehetetlen ásott kútból szennyezésmentes, legfőképpen nitrátmentes (50mg/liter-ig megfelelő) ivóvizet nyerni.
- Magyarországon évente mintegy 1.3 milliárd m³ szennyvíz jut tisztítatlanul a víz körforgásába, amely a Balaton vízmennyiségének (2 milliárd m³) kb. kétharmad része.

2 A víz jellemzői

- A Föld felületének 70%-t víz borítja.
- A földi vízkészlet 1338 millió km³, melynek 98%-a tenger.

Ezekből az	édesvíz	38 ezer km ³
	könnyen hozzáférhető	325 ezer km ³
	felszíni víz	125 ezer km ³
- A természetes vizek fajtái:
 - Léggöri csapadék
 - Felszíni vizek
 - tenger, óceán
 - patak, folyó, tó, tározó
 - Felszín alatti vizek
 - talajvíz
 - rétegvíz
 - karsztvíz
 - forrásvíz

- A természetben előforduló víz mindig vizes oldat.
- A tengervíz: 3.5 m/m% sótartalmú víz, összetétele átlagosan:

Anionok		Kationok	
Megnevezés	%	Megnevezés	%
Cl ⁻	55.3	Na ⁺	30.6
SO ₄ ²⁻	7.7	Mg ²⁺	3.7
CO ₃ ²⁻	0.2	Ca ²⁺	1.2
		K ⁺	1.1

- Oldott szervesanyagok a vízben:

	Gázok [liter/liter]	
	20°C	50°C
2.1.1.1		
2.1.1.2 Oxigén	0.0310	0.0209
Nitrogén	0.0155	0.0109
Levegő	0.0187	0.0130
Szén-dioxid	0.8780	0.4360
Oxigén : Nitrogén = 21 : 79 (levegőben)		
Oxigén : Nitrogén = 10 : 18 (vízben)		

Az oldott sók a vízben ionok formájában fordulnak elő:

Kationok: Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, Al³⁺, Fe²⁺, NH₄⁺, K⁺...

Anionok: Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, SiO₃²⁻, NO₃⁻, NO₂⁻...

A desztillált víz 'mérgező' az élőlények számára (ozmózis).

A víz kémiai elemzésének adatait úgy szokták összeállítani, hogy az 1 liter vízben jelenlévő ionok mennyiségét adják meg mg-ban (vagy µg-ban).

- A víz keménysége

Az ipari és gyakorlati célokra használt víz Ca- és Mg-tartalmát külön is megadják számszerűen keménységi fokokban. Erre azért van szükség, mert Ca és Mg vegyületek (karbonátok, szilikátok stb.) formájában rakódnak le a kazánokban és egyéb 'vizes' berendezésekben, amit vízkőnek neveznek.

1 német keménységi fok (vagy nk°) = 10mg CaO-dal egyenértékű Ca- és Mg-só 1 liter vízben.

ÖSSZES KEMÉNYSÉG = ÁLLANDÓ KEMÉNYSÉG + VÁLTOZÓ KEMÉNYSÉG

Változó, vagy karbonát-keménység: a vízben lévő hidrogén-karbonát ionokkal egyenértékű Ca- és Mg- ionok összessége. Forralással szén-dioxid fejlődése mellett megszüntethető. Meghatározása: sav-bázis titrálással metilnarancs indikátor jelenlétében (pH 8.4 – 4.3 közt fogyott savval egyenértékű a víz HCO₃⁻ tartalma).

Állandó keménység: a vízben lévő egyéb anionokkal egyenértékű Ca- és Mg-ionok összessége. Meghatározható komplexometriás titrálással eriokrómfekete-T indikátor jelenlétében.

A vizek minősítése keménység szerint

Megnevezés	nk°
Nagyon lágy	0 - 4
Lágy	4 - 8
Közepesen kemény	8 - 12
Elég kemény	12 - 18
Kemény	18 – 30
Igen kemény	> 30

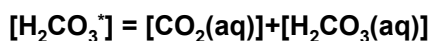
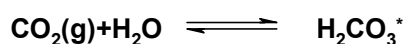
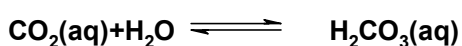
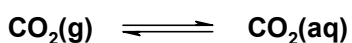
- Szerves anyagok

Mért jellemző: Kémiai Oxigénigény (KOI, angol megfelelője COD) [O₂ mg/liter]

Meghatározása: K₂Cr₂O₇-al és KMnO₄-tal oxidáció tömény kénsavas közegben 150°C-on, 2 órás forralást követően a reagens visszamérésével.

A BOI (biokémiai oxigénigény) és a TOC (összes szerves szén) gyűjtő paramétereket szintén a vizek szerves szennyezettségének jellemzésére alkalmazzák.

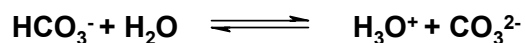
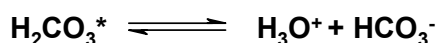
Szén-dioxid – víz rendszer:



$$K_{\text{H}_2\text{CO}_3^*} = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3^*]}{p_{\text{CO}_2}} = 2.8 \cdot 10^{-2}$$

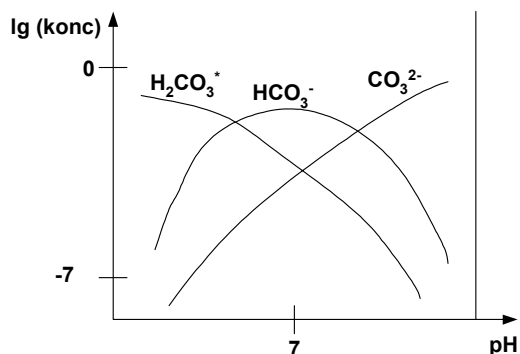
$$K_{\text{H}_2\text{CO}_3} = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{p_{\text{CO}_2}} = 1.5 \cdot 10^{-3}$$

Disszociáció:



$$K_1 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3^*]} = 4.5 \cdot 10^{-7}$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = 4.8 \cdot 10^{-11}$$



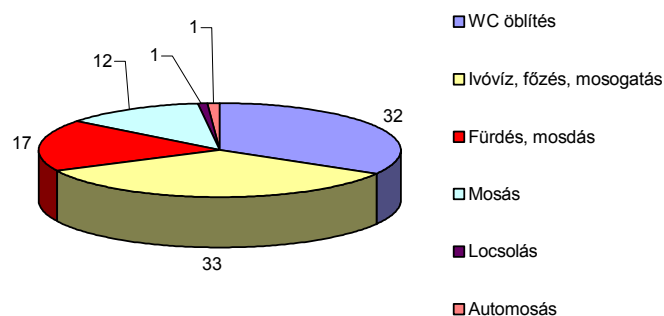
3 A felszíni vizek minősége

- Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés: MSZ 12749:1993 szabvány szerint.
- Vízminőségi jellemzők:
 - A csoport: oxigénháztartás jellemzői
 - B csoport: a nitrogén és foszforháztartás jellemzői
 - C csoport: mikrobiológiai jellemzők
 - D csoport: mikroszennyezők és toxicitás
 - D₁ alcsoport: szerves mikroszennyezők
 - D₂ alcsoport: szerves mikroszennyezők
 - D₃ alcsoport: toxicitás
 - D₄ alcsoport: radioaktív anyagok
 - E csoport: egyéb jellemzők
- Vízminőségi osztályok

I. osztály	Kiváló víz	Kék
II. osztály	Jó víz	Zöld
III. osztály	Tűrhető víz	Sárga
IV. osztály	Szennyezett víz	Piros
V. osztály	Erősen szennyezett víz	Fekete

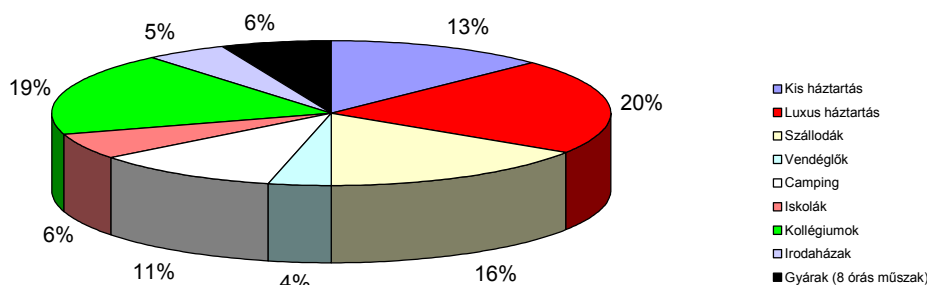
4 Vízfelhasználási adatok

- Hazai lakosegyenérték: $150 \frac{\text{liter}}{\text{nap, fő}}$
- A háztartások átlagos vízfelhasználása



- Nem ipari tevékenység vízfelhasználása

Átlagos értékeket figyelembevéve



- Ipari jellegű vízfelhasználás

Iparág, termék	Vízfelhasználás	Dimenzió
Acél hengerlés	1900	l / t
Vasöntöde	4000	l / t
Vegyszerek	5	l / l
Sörfőzde	5	l / l
Textilfestés	80	l / kg
Papíripar	54 000	l / t
Galvanizálás	15 000	l / t
Autóipar	5000	l / jármű
Alumíniumgyártás	8500	l / t
Húsfeldolgozás	16	l / kg

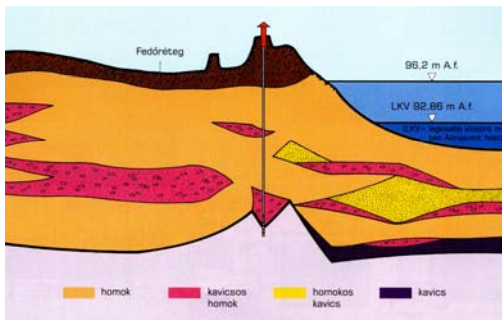
5 Az ivóvíz

- Az ivóvíz nem tartalmazhat nem megengedhető koncentrációban egészségre káros anyagokat, azonban tartalmaznia kell mindazon anyagokat (ásványi anyagokat, nyomelemeket), amelyekre az emberi szervezetnek szüksége van és amelyeknek a felvétele az ivóvízzel biztosítható.
- A vízcsőhálózatból kikerülő ivóvíznek esztétikai szempontból is kifogástalannak kell lennie, színtelen, szagtalan, friss és jóízű legyen.
- Az ivóvíz lehetőleg nem okozzon korróziót, csapadékképződést.
- A vízszolgáltató feladata, hogy mindenkor megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvíz álljon rendelkezésre kellő hálózati nyomáson.
- Általános érvényű, hatályos nemzetközi előírás az ivóvíz minőségére nincs.
 - Az országos szabványok a mérgező anyagokra és az egészségre közvetlenül káros anyagokra nézve általában követik a WHO ajánlásait.
 - Az Európai Gazdasági Közösség (EEC) 80/778/EWG ivóvízminősítési szabályzata 'direktívája' 1985 óta kötelező lenne a tagországokra.
 - Magyarországon az ivóvíz minőségét az MSZ450/1-78 számú szabvány rögzíti.

- Adott komponens határértékét a kockázatbecslés alapelvei szerint állapítják meg.
 - Toxikus anyagok esetén a toxikológiai adatbázis a napi megengedhető dózisértéket veszi alapul [anyag tömege, mg vagy μ g mennyiségben 1kg testtömegre vonatkoztatva, amely naponta a szervezetbe jutva még semmilyen káros hatást nem fejt ki]. Ez az érték sok esetben csak állatkísérletek adatai alapján becsülhető, ezért a napi megengedhető dózist egy 70kg-os átlagos testtömegű emberre vonatkoztatva, több nagyságrenddel csökkentve ún. biztonsági tényezők figyelembevételével állapítják meg.
 - Karcinogén, mutagén és teratogén anyagok esetén a megengedhető napi dózis megállapításakor olyan anyagmennyiséget vesznek figyelembe, amely mellett a kóros elváltozás kockázata 10^{-5} (10 mikrorizikó) nagyságrendű.
 - A megengedhető napi dózisonak, figyelembevételével az egyéb expozíciós utakon a szervezetbe kerülő anyagmennyiségeket is, a vízzel csak ~20%-a kerülhet a szervezetbe. 2liter/fő,nap vízfogyasztással számolva ez eredményezi a kérdéses anyag határértékként megjelenő koncentráció adatát az ivóvíz minőségi követelményeket feltüntető adatbázisban.

6 Vízszerzési módok

Elsősorban különböző típusú kutakból



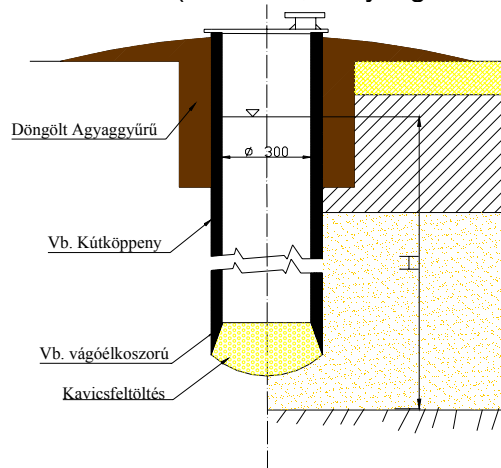
[Forrás: Fővárosi Vízművek tájékoztatója]



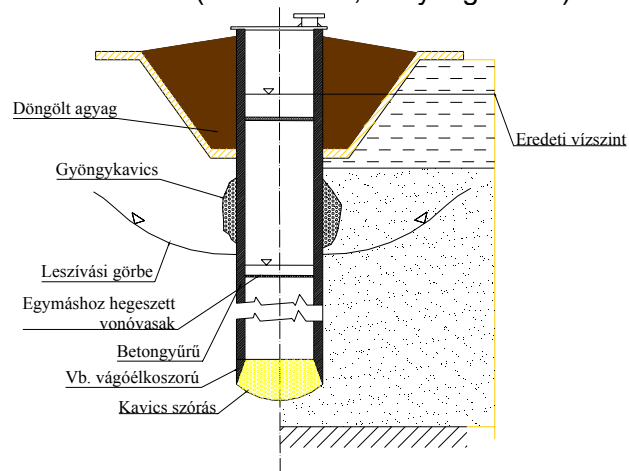
Parti szűrésű kutak

Amelyek lehetnek:

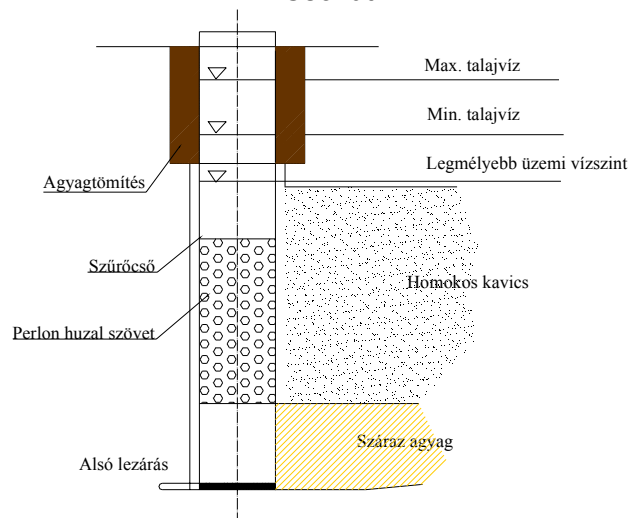
- Aknakút (d = 2-5m, mélység max. 12m)

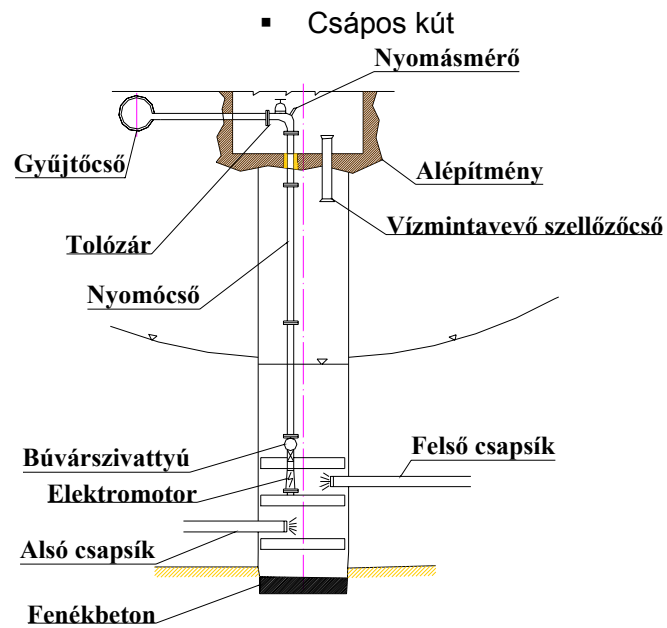


- Ásott kút (d=0.8-1.5m, mélység ~12m)



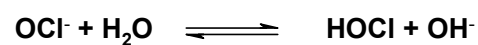
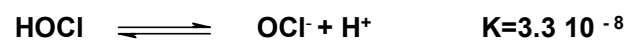
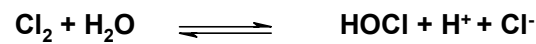
- Csőkút



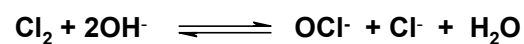


7 Fertőtlenítés

- Klórozás
 - Az oldott szerves anyagot oxidálja
 - Mikroorganizmusokra az enzimek roncsolásával hat.
 - Reakciók:

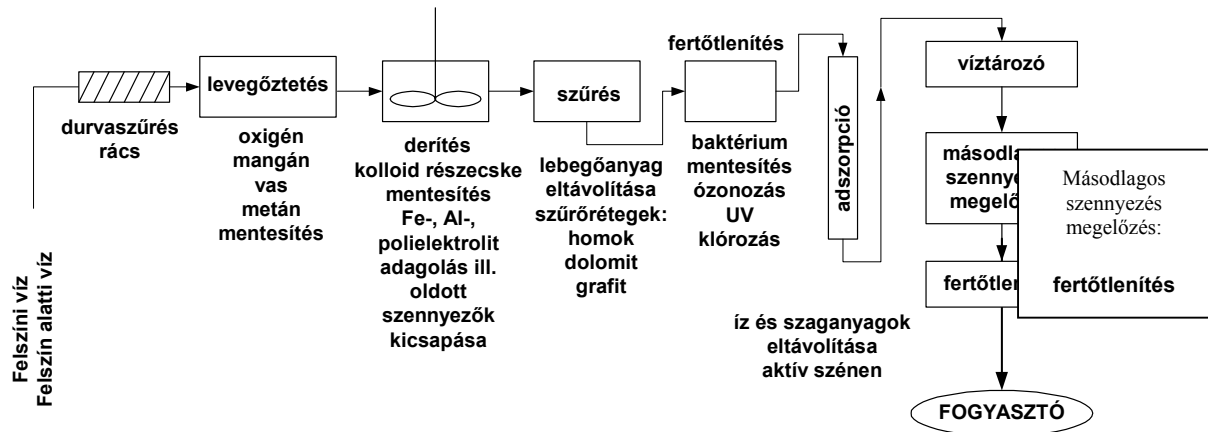


- Ózonozás
- UV-besugárzás
- Katodyn eljárás
- Klórdioxid alkalmazása
- Hidrogén-peroxid
- Kombinált módszerek



8 Ivóvíz előállítás

- A víztisztítás általános folyamatábrája



9 Ipari vizek

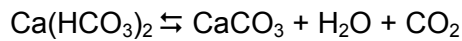
A közvetlen gyártási célokra szolgáló ipari vizekkel szemben támasztott követelmények nem tárgyalhatók általánosságban. A különféle célokra felhasznált víz paramétereit mindig egyedileg, aszerint kell megvizsgálni, hogy milyen vegyipari folyamatban, vagy műveletben szerepel mint komponens vagy közeg. Lehet:

- Oldószer
- Reagens
- Mosó/öblítővíz
- Hűtővíz

Hűtővízzel szembeni követelmények:

- Ne tartalmazzon agresszív anyagokat.
- Lehetőleg kicsi legyen a változó keménysége, ne rakódjon le kazánkő a hűtendő felületen.
- Ne tartalmazzon lebegő anyagokat, amelyek a hűtőfelületen lerakódhatnak, dugulást idézhetnek elő.
- Megfelelően hideg legyen, nagyobb termikus hajtóerő (a hőcsere a hűtendő felülettel és a hőmérséklet különbséggel arányos).
- Kazánvíz (tápvíz)
 - A minőségi követelmény függ a kazán jellegétől (nagy nyomású csöves, vagy kis nyomású egyszerűbb szerkezetek).
 - Ne okozzon habzást, amely különösen gyakori jelenség nagy sókoncentráció (felületaktív anyagok, lúgosság) esetén.
 - Ne legyen korrozív; szabad szén-sav, oldott oxigén, Mg-sók.
 - A tápvízből ne képződjön kazánkő, a kazánkőnek rendkívül rossz a hővezetési tényezője, túlmelegedést idézhet elő, sőt kazánrobbanás is bekövetkezhet.
 - Előállítása:

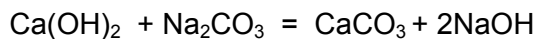
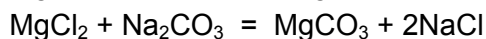
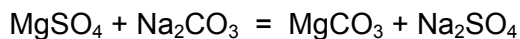
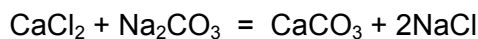
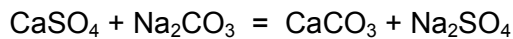
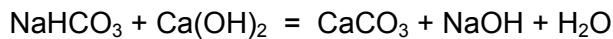
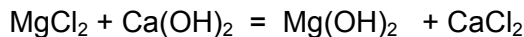
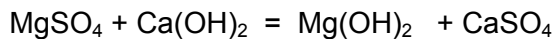
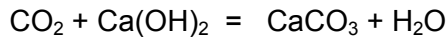
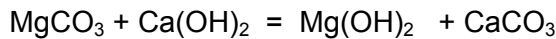
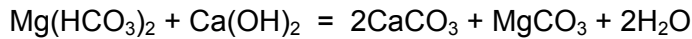
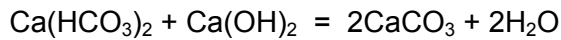
9.1 termikus eljárással



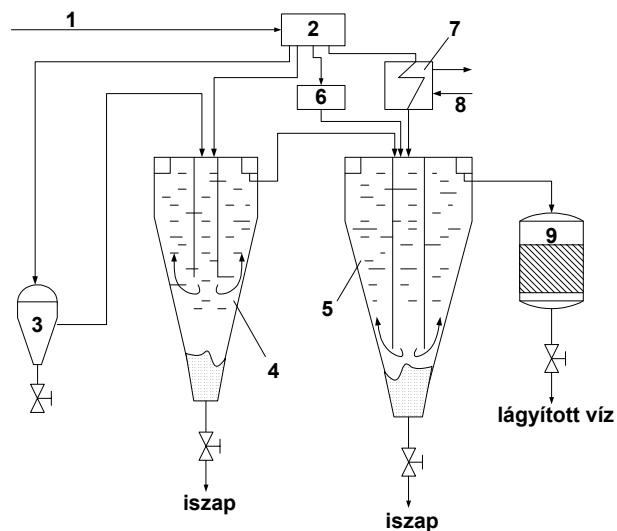
Részleges sótalanítás, változó keménység megszüntetése

9.2 meszes-szódás vízlágyítással

- Reakciók:

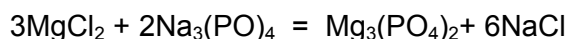
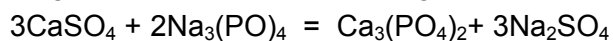
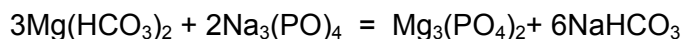
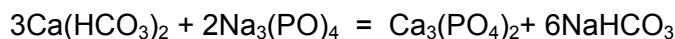


- A meszes-szódás vízlágyítás folyamata:



1. Nyersvízbevezetés
2. Vízelosztó
3. Mésztejtartály
4. Mésztelítő
5. Lágyító reaktor
6. Szódaadagoló
7. Előmelegítő
8. Gőzbevezetés
9. Homokszűrő

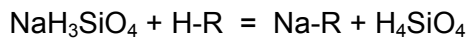
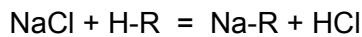
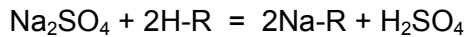
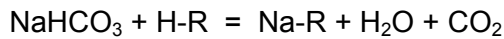
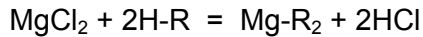
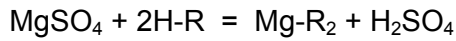
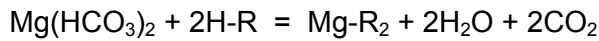
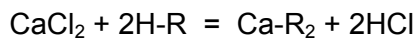
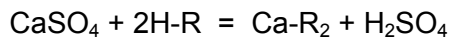
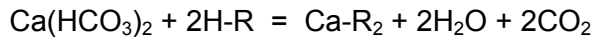
9.3 Alkáli – foszfátos vízlágyítás



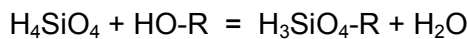
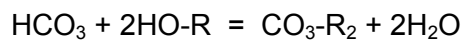
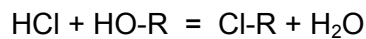
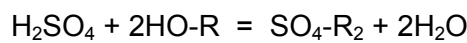
A változó keménységből keletkező NaHCO_3 kiküszöbölésére (termikus) előlágyítás után alkalmazzák. A víz keménysége a kalcium- és magnézium foszfátok kis oldhatósága miatt 0.1-0.15 nk°-ra csökkenthető (a meszes – szódás eljáráshoz képest lágyabb vizet eredményez).

9.4 ioncserés sótalánítással

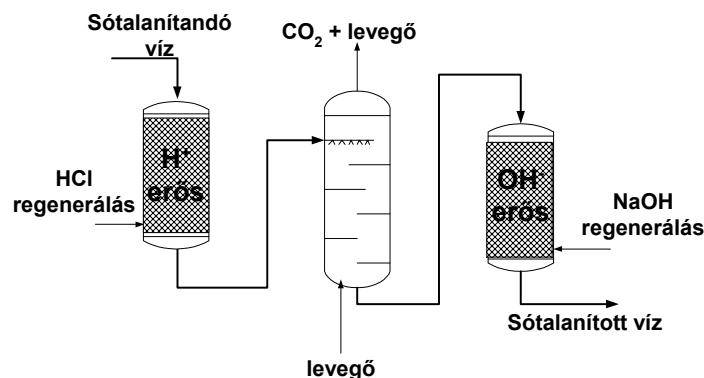
- Kationcsere:



- Anioncsere:



Az ioncserés vízlágyítás folyamata:



10. Szennyvizek

- Vízszennyezők csoportosítása jellegük és hatásaik alapján:
 1. Szuszpendált anyagok: szerves és szervetlen anyagokból álló finom szemcsés anyagok, például a folyók partvonala mentén lerakódó iszap.
 2. Szint és zavarosságot okozó nehezen bontható anyagok.
 3. Olajok és úszó anyagok: esztétikailag kellemetlenek, meggátolják a víz oxigénfelvételét.
 4. Toxikus vegyületek.
 5. Biológiailag nehezen, vagy egyáltalán nem bontható anyagok például szerves mikroszennyezők: potenciális karcinogén hatásúak..
 6. Oldható szerves anyagok: az oldott oxigén hiányának növekedését eredményezik a felszíni vizekben.
 7. Oldható szerves anyagok, amelyek a vízellátásban íz- és szagrontó hatásúak.

8. Oldott szervesanyagok (halobiták), hősennyvezés; jelentősen módosítják a vízi életfeltételeket.
 9. Savak és lúgok.
 10. Tápanyagok: nitrogén, foszfor, a felszíni vizek eutrofizációját okozzák.
 11. Kórokozó szervezetek (baktériumok, gombák, vírusok, férgek stb.); fertőzőképesség
- Szennyvizek csoportosítása eredetük szerint:
 1. Kommunális vagy háztartási szennyvíz
 2. Ipari szennyvíz, jellemzői iparágak szerinti bontásban:

Szénhidrogén tartalmú	olajfinomítók
	vegyipari alapanyagot gyártó üzemek

Nehézfém tartalmú	fémfeldolgozó üzem
	galvanizáló üzem
	elektrolizáló üzemek

Zsír- és fehérjetartalmú	tejipari üzem
	vágóhidak
	húsfeldolgozók

Oldott szerves anyagok:	festékgyárak
szinezékek, szénhidrátok...	textilfestő üzemek
	cellulózgyárak
	cukorgyárak

Lebegőanyag tartalmú	papírgyárak
	fémfeldolgozó üzemek
	bányavizek

Sótartalmú	Hőerőművek, bányavizek
------------	------------------------

3. Mezőgazdasági szennyvizek

- Az ipari szennyvizek osztályozása:

Rendkívül káros	Erősen káros	Részben káros	Kevésbé káros
Fenolok, olajok, zsírok, kátrány, hajtóanyagok, páclevek, nehézfém-tartalmú, galvánüzemi szennyvizek, papíripari gyártási levek, vágóhídi-bőripari kezeletlen szennyvizek	Papíripari, textilipari, tejipari, cukoripari, söripari, szeszipari szennyvizek, vágóhidak, húsüzemek, bőripar előtisztított szennyvizei, mosodák vizei	Pácolás nélkül dolgozó kohászati üzemek, cementgyárak, bányászati üzemek, zöldség-, gyümölcs-konzervgyártás szennyvizei	Olyan semlegesített, mechanikailag és biológiailag kellően tisztított ipari szennyvizek, amelyek számottevően nem károsítják az oxigénháztartást a befogadóokban

- A szennyvizek szagát okozó főbb vegyületek:

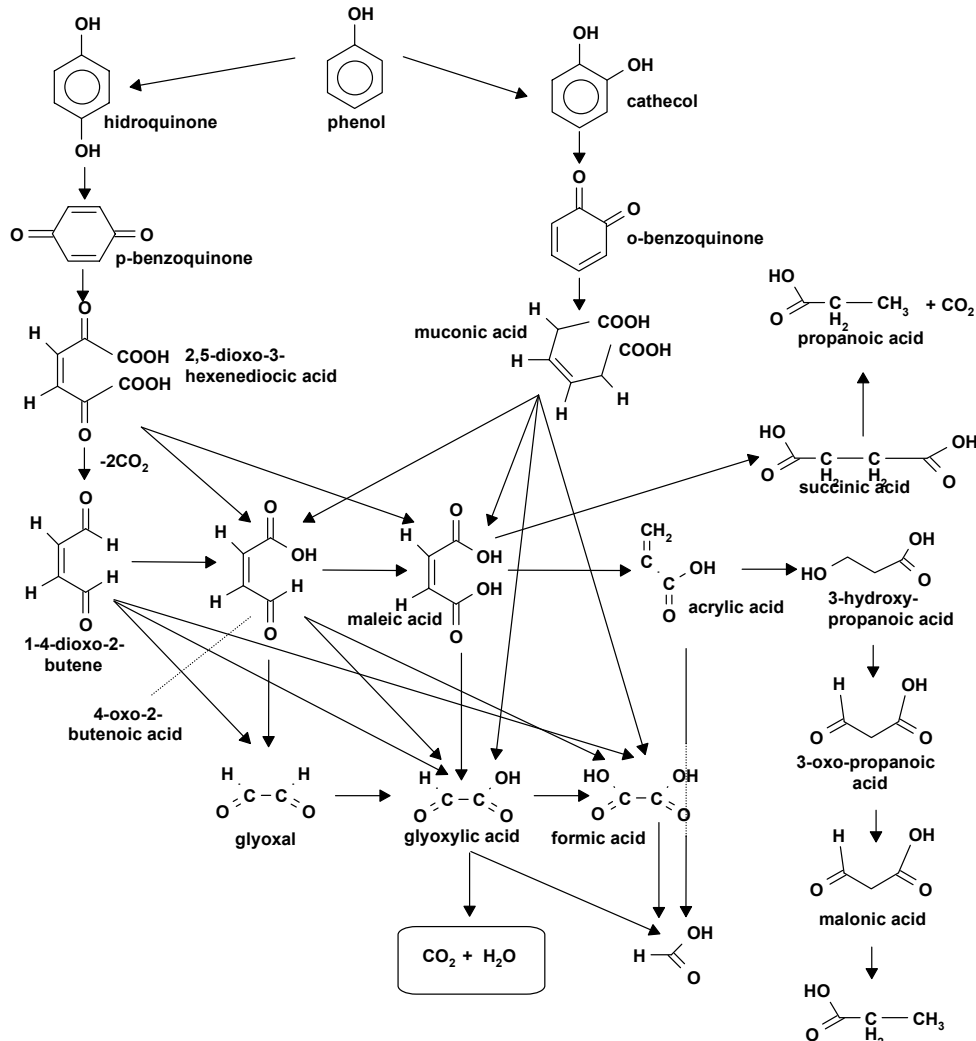
Komponens	Összegképlet	Előidézett szag
Nitrogéntartalmúak		
aminok	CH_3NH_2	halszag
ammónia	NH_3	csípős ammóniaszag
diaminok	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$, $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$	rohadt hús
szkatol	$\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$	
Kéntartalmúak		
kénhidrogén	H_2S	záptojás
merkaptánok	CH_3SH , $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{SH}$	rohadó káposzta
szerves szulfidok	$(\text{CH}_3)_2\text{S}$, CH_3SSCH_3	rohadó káposzta
kén-dioxid	SO_2	szúrós, savas
Egyebek		
klór	Cl_2	klórszag
klórfenol	$\text{Cl-C}_5\text{H}_4\text{-OH}$	fenolos gyógyszer

- A szervesanyag tartalom mérésére alkalmazott összegparaméterek (jellemző mennyiségek):
 - KOI: kémiai oxigénigény [$\text{O}_2\text{mg/liter}$].
 - BOI^{20}_5 : biológiai oxigénigény [$\text{O}_2\text{mg/liter}$].
 - TOC: összes szerves széntartalom [Cmg/liter]

A kommunális szennyvizekre jellemző értékek O₂mg/liter koncentrációban pl.:

	USA	Anglia
BOI	250	326
KOI	500	650

- A szerves anyagok lebontása történhet:
 - biológiai úton: aerob és anaerob
 - kémiai oxidációval, pl.: nedves oxidáció
- A szerves anyagok oxidatív lebontása rendkívül bonyolult, rengeteg melléktermék keletkezik. A fenol mint példavegyület esetében:



[Forrás: Lixiong L., Peishi C., Earnest F. Generalized Kinetic Model for Wet oxidation of organic compounds, AIChE J. Nov. 1991. Vol.37.p1687]

A szennyvíztisztítás folyamatábrája:

