

VÍZ, SZENNYVÍZ

A víz, mint nyersanyag

Az élethez nélkülözhetetlen

A történelmi fejlődés azokon a helyeken, ahol a megfelelő mennyiségű és minőségű víz rendelkezésre állt, vagy megfelelő technikai eszközökkel (pl. csatornázás) jelenlétét, használatát biztosítani lehetett.

A széles körű felhasználás oka:

kedvező kémiai és fizikai tulajdonságok,
nagy mennyiség.

A Föld felszínét több mint $\frac{2}{3}$ részben borítja víz

A Föld vízkészletének 2 %-a édesvíz,

a ténylegesen felhasználható mennyiség a vízkészlet 0,3%-a.

Körforgás

a természetben

a társadalomban

Előnyös tulajdonságai:

nagy fajhő

nagy párolgáshő

nagy olvadáshő

kis forráspont

olcsó

nem tűzveszélyes.

jó hőszállító hűtési, fűtési célra.
gőzfejlesztés, energiaátalakítás.

Hátrányos tulajdonság:

fagyveszély (szabadban vezetett csöveken)

a fémek korróziójának egyik legfontosabb okozója.

A vízben levő szilárd és oldott anyagok

A természetben előforduló nyers vagy előkészített vizek
**igen híg oldatok vagy
szuszpenziók.**

Kémiai értelemben tiszta víz a természetben nem található, legjobban a csapadékvíz közelíti meg, de ez is tartalmaz
a levegőből kioldott gázokat
kimosott szilárd szennyeződések, a talajból különféle sókat old ki.

A vízben lévő idegen anyagok
oldott gázok,
oldott sók,
lebegő szennyezések.

Oldott gázok

A csapadékvíz oldja a levegőt, feldúsul az oxigén.

A füstgázokból szén-dioxid, kén-dioxid, nitrózus gázok

A korhadó növényi részek oxidációjából szén-dioxid.

A bomló fehérjékből ammónia (NH_3) és kén-hidrogén (H_2S).

Vulkanikus területen feltörő forrásokban szén-dioxid és kén-hidrogén.

Mélyfúrású kutaknál metán (CH_4 , pl. Hajdúszoboszló).

Oldott sók

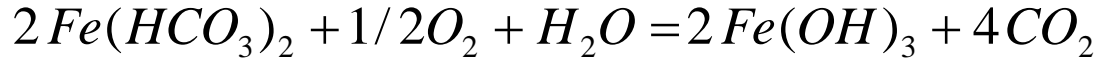
A talajból vízoldható sók (gyógyhatású és ásványvizek)

A szén-dioxid tartalom nagymértékben megnöveli a víz oldó hatását:



A szén-dioxidos víz ezen kívül oldja a vas- és mangántartalmú kőzeteket, megtámadja a szilikátos kőzeteket is, azokat elmállasztja, (szilícium-dioxid és agyag keletkezik).

Vas(II)-hidrogén-karbonát csak oxigénmentes talajvízben lehet jelen, mivel oxigénnel érintkezve elbomlik és barna csapadék, vas(III)-hidroxid formájában kiválik:



Felszíni vizek ezért oldott állapotban vasat nem tartalmaznak.

Az ammónia először nitritté, majd nitráttá oxidálódik. Fogyasztásra alkalmatlan.

Szerves anyagok, pl. humuszsavak (oldó hatású, a vas- és mangánvegyületekre)

Ipari szennyeződések (pl. mosószerek, fenol stb.)

Túlzott műtrágyahasználat miatt N, P, K vegyületek → **eutrofizálódás**.

Lebegő szennyeződések

Eredete:

ásványi,	(homok, iszap)
növényi,	(part növényzetéből)
állati,	(apróbb víziállatok)
ipari	(salak, szénpor)

A víz keménysége

Okozói:

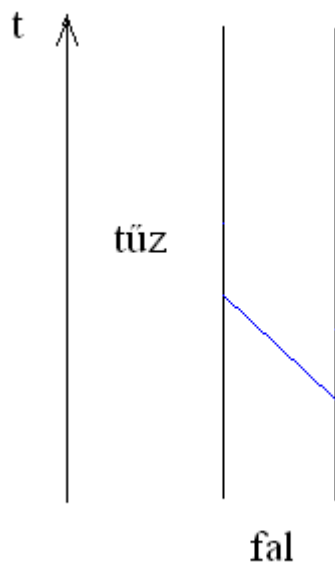
A VÍZBEN OLDOTT KALCIUM- ÉS MAGNÉZIUMSÓK

pl. CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$,
 MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$,

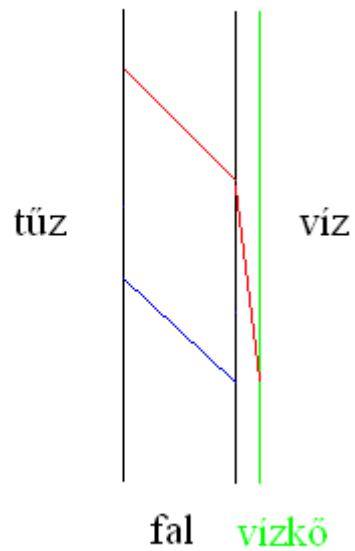
A többi sótól eltérően viselkednek:

a szappan nem habzik, (a Ca és Mg szappan csapadék)

kazánkőképződés veszélye (rossz hővezetés, túlmelegedett kazánfal, robbanás)



víz







A kalcium és magnézium hidrogén-karbonát melegítve:



A kalcium és magnézium hidrogén-karbonát

karbonátkeménység jele: **KK**.

A többi kalcium- és magnéziumsó (pl CaCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$):

nem-karbonátkeménység jele: **NKK**

A nemkarbonát-keménység melegítés hatására nem változik.

A karbonátkeménység és nemkarbonát-keménység összege:

összes keménység jele: **ÖK**

A keménység mértéke:

német keménységi fok: nk° ,

milligramm/liter

„pars pro mill” (ppm)

mol/liter (SI mértérendszer)

$1 nk^\circ = 10 \text{ mg}$ kalcium-oxiddal egyenértékű kalcium-vagy magnéziumsó 1 liter vízben (A kalcium-oxid csak vonatkoztatási alap)

A vízben oldott alkáli- és alkáliföldfém-karbonátok, ill. hidrogén-karbonátok lúgosan hidrolizálnak, a természetes vizek általában enyhén lúgos kémhatásúak.

Vizelemzési adatok:

Ca(HCO ₃) ₂	243 mg/dm ³
MgSO ₄	90 mg/dm ³
NaCl	120 mg/dm ³

$$M_{\text{Ca}} = 40, \quad M_{\text{Mg}} = 24 \quad M_{\text{S}} = 32$$

$$1 \text{ mmol Ca(HCO}_3)_2 = 162 \text{ mg egyenértékű} \\ 243 \text{ mg egyenértékű}$$

$$1 \text{ mmol CaO-dal} = 56 \text{ mg-mal} \\ x \text{ mg-mal}$$

$$x=84 \text{ mg} \quad \text{KK} = 84 \text{ [mgCaO/dm}^3\text{]}$$

$$8,4 \text{ nk}^\circ$$

$$1 \text{ mmol MgSO}_4 = 120 \text{ mg egyenértékű} \\ 90 \text{ mg egyenértékű}$$

$$1 \text{ mmol CaO-dal} = 56 \text{ mg-mal} \\ y \text{ mg-mal}$$

$$x=42 \text{ mg} \quad \text{NKK} = 42 \text{ [mgCaO/dm}^3\text{]}$$

$$4,2 \text{ nk}^\circ$$

$$\text{ÖK} = \text{KK} + \text{NKK} = 126 \text{ [mgCaO/dm}^3\text{]}$$

$$12,6 \text{ nk}^\circ$$

A vizek minősítése keménység és sótartalom alapján:

lágú víz	0–1,25 mmol/l	(0–7 <i>nk</i> ^o)
közepesen kemény víz	1,25–2,7 mmol/l	(7–15 <i>nk</i> ^o)
kemény víz	2,7–5,4 mmol/l	(15–30 <i>nk</i> ^o)
nagyon kemény víz	5,4 mmol/l	(30 <i>nk</i> ^o) felett

	össz-só tartalom
sószegény víz	300 mg/l alatt
közepes só tartalmú víz	300–600 mg/l
nagy só tartalmú víz	600–800 mg/l
igen nagy só tartalmú víz	800 mg/l felett

Vízforrások

felszíni vizek,
talajvíz,
csapadékvíz

Felszíni vizek

Folyóvíz, tó, tározó

Szennyezettség és oldott sótartalom szempontjából környezetüktől függően igen sokfélék. A folyók és tavak sótartalma általában 0,1–0,4 g/l érték között van. (a Holt-tenger literenként 240 g sót tartalmaz).

Ugyanazon folyó vize más és más lehet a földrajzi helyzettől és az időjárástól függően.

Kitermelés a folyókból:

partszűrési eljárással

Tengervíz

Nagy sótartalma miatt közvetlen felhasználási lehetősége korlátozott. A tengerek sótartalma különböző.

Fő tömege konyhasó.

A nyílt óceánok sótartalma 32–38 g/liter

A beltengerek vizének sótartalma sokkal szélesebb határok között.

Kitermelés, sótartalom csökkentés:

desztillációval,

kifagyasztással

ioncserével,

fordított ozmózissal.

Csapadékvíz

Jelentős vízszegény területen.

A lehulló csapadékot tároló medencékben, ún. ciszternákban gyűjtik össze.

Előkészítése szűréssel, felhasználás háztartásokban, ivóvízként csak csírátlanítás után.

Felszín alatti vizek.

Talajvíz:

felszínről leszivárgott csapadékvíz,
a felszíni vizek vízáteresztő rétegben továbbvándorolt része,

Karsztvíz:

A mészkő- és dolomithegységek repedéshálózata a beszivárgó szén-dioxid tartalmúcsapadékvizek oldó hatása következtében helyenként üregekké, barlangokká bővül, amelyek nagy mennyiségű vizet képesek befogadni és tárolni.

Kitermelés:

talajkút (aknakút, csőkút)
artézi kút

Magyarország vízgazdálkodása

- Az ország területén keletkező, egy főre jutó átlagos évi vízmennyiség csak 600 m^3 .
- A lehulló csapadék mennyisége és időbeli eloszlása igen szélsőséges, belvíz, árvíz, aszály.
- A teljes évi felszíni vízkészlet 96%-a, a nyári kisvizek 99%-a a szomszédos országokból érkezik.
- A felszíni vizeinket érő szennyeződésnek közel 80%-a külföldi eredetű
- Az ország határát 89 vízfolyás keresztezi, nemzetközi egymásrautaltság
- A felszín alatti vizek napi 15 millió m^3 ivóvízigény kielégítésére alkalmasak.

Vízelőkészítés

A felhasználási céltól függően más és más követelmények.

Fizikai és kémiai előkészítő műveletek:

- ülepítés,
- derítés,
- szűrés,
- gáztalanítás,
- vastalanítás,
- mangántalanítás,
- szilikátmentesítés,
- olajtalanítás,
- fertőtlenítés,
- lágycsiszolás,
- részleges és teljes sótelenítés.

Csak a szükséges műveletek!!

A víz lebegőanyag tartalmának eltávolítása

Ülepítés

A víznél nagyobb sűrűségű lebegő szennyezések, homok- és iszapszemcsék eltávolítása.

Nagy befogadóképességű medencék, szakaszos vagy folytonos üzem.

Tárolás, ill. lassú áramlás,
a lebegő szennyezések lesüllyednek a medence aljára,
a keletkező iszapot szakaszosan vagy folyamatosan eltávolítják.

Derítés

A nem üleíthető apró szemcséjű (0,01 mm-nél kisebb) és kolloid lebegő szennyeződések eltávolítása.

Elve:

vegyszerek hozzáadásával jól ülepedő, pozitív töltésű csapadék (pelyhesítés), nagy felületén a vízben szuszpendált apró szemcséjű, negatív töltésű lebegő anyagot megköti, és vele együtt könnyen ülepedik.

Derítő vegyszerek

vízben jól hidrolizáló fémsók,

alumínium-szulfát $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$,

vas(III)-szulfát $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$,

vas(III)-klorid (FeCl_3),

nátrium-aluminát ($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$)

nagymolekulájú, vízben rosszul oldódó szerves anyagok

A fémsók kis mennyiségű tömény oldatát adagolják a vízhez, erőteljes összekeverés.

jól ülepedő, pelyhes alumínium-hidroxid $[\text{Al}(\text{OH})_3]$, ill. $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ csapadék keletkezik,
a lebegő anyagot felületén megköti, és vele együtt leülepedik.

A derítés és az azt követő ülepités ugyanazon berendezésben:
(derítő reaktor).

dinamikus iszapeltávolítás:

A már kivált nagyszemcséjű iszap egy részét a friss víz áramlásának az útjába visszavezetik, lebegő iszapfüggöny.

A vízben maradó kis mennyiségű csapadékot gyorszűrőkkel távolítják el.

Szűrés

A lebegő szennyezések teljes eltávolítása.

Típusok:

lassúszűrő

gyorsszűrő

nyitott

zárt

álló

fekvő

Beton vagy acél műtárgyak

Alul szabályos elrendezésben ún. szűrőfejek,

a szűrést végző töltet

15–20 cm vastagságban 3–5 mm szűrőkavics

1–1,5 m rétegvastagságú, 1–2 mm homok

A szűrő ún. érlelése:

a szemcsék felületére kocsonyás biológiai réteg rakódik

Tisztítás.

visszamosással,
levegő befúvással
szűrt vizes mosás

Gáztalanítás

O₂ CO₂ CH₄ eltávolítása.

Az oxigén és a szén-dioxid különösen a vas korróziós folyamatában nagyon káros.

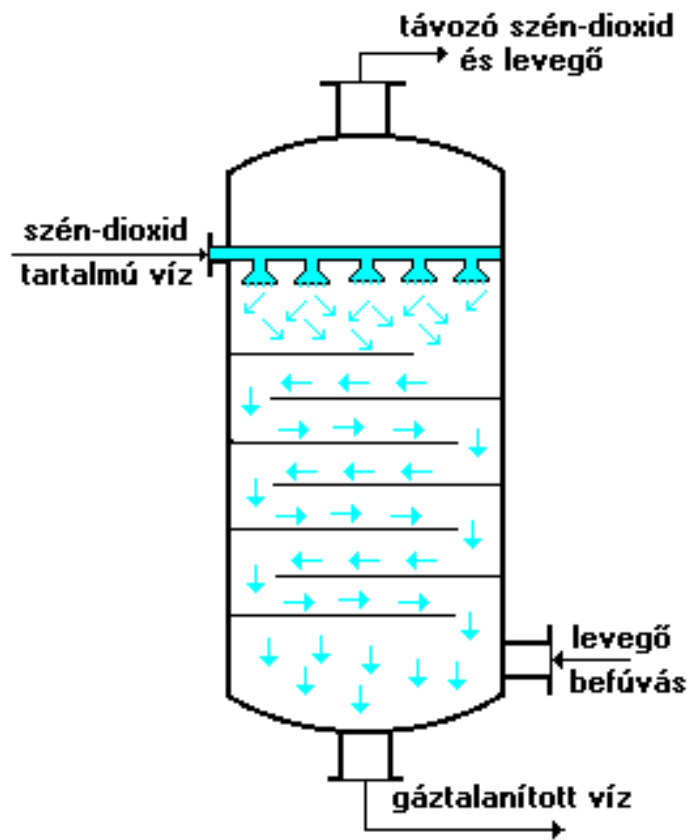
Történhet:

fizikai módszerekkel,
kémiai eljárásokkal

fizikai módszerek

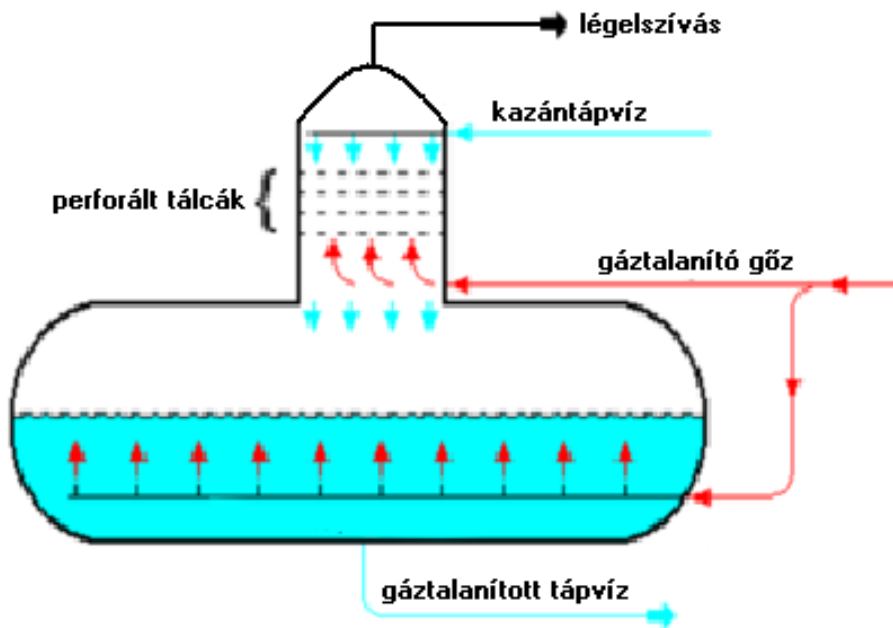
szellőztetés

a szén-dioxid eltávolítása, de az oxigén-tartalom növekszik



termikus gáztalanítás

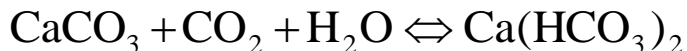
a forrásponjtáig melegített vízből zárt térben a felszabaduló gázokat gőzzel kiöblítik (10-30 $\mu\text{g/l}$ oxigéntartalomig)



kémiai eljárások

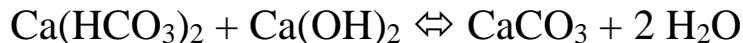
a szén-dioxid eltávolítása:

mészkeő törmeléken



a karbonátkeménység növekszik

kalcium-hidroxiddal



az oxigén eltávolítása

redukálószerekkel



Rákkeltő hatása miatt használatát korlátozták.

Helyette nátrium-szulfit (Na_2SO_3) alkalmazható, szulfáttá alakul

vas- és mangántalanítás

oxidálással csapadékként

A humuszsav sok gondot okoz, **védőkolloidot** képez, amit vas- és mangántalanítás előtt le kell bontani.

szilikátmentesítés

A kovasav (H_2SiO_3) a nyomás, hőmérséklet és pH függvényében a vízgőzzel együtt elgőzölögtethető, így cseppáthordás nélkül is a turbinalapátok elsózódását okozza.

más eljárásokkal együtt, derítéssel vagy ioncserével

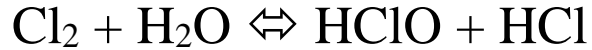
olajtalanítás

ülepítéssel, 50-70 °C-on
adszorbensekkel

fertőtlenítés

oxidációval

klórozás



A hipoklórossavból keletkező atonos oxigén oxidál



ózával (O₃)

ultraibolya sugárzással

pasztörözéssel

Vízlágyítás

Csapadékos:

oldhatatlan sót képzünk, ami kiszűrhető

Ioncserés:

a kalcium- és magnézium ionokat keménységet nem okozó ionokra cseréljük

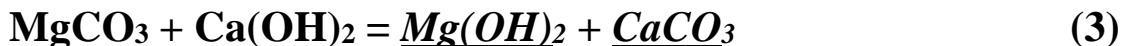
Csapadékos eljárások:

termikus

melegítéssel, csak a KK csökken

meszes-mész-szódás

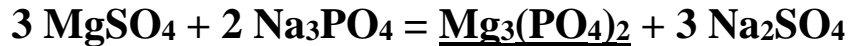
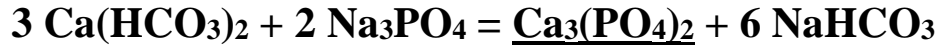
kalcium-hidroxid és nátrium-karbonát hatására oldhatatlan csapadék



marad 1-2 nk°

trinátrium-foszfátos

trisóval oldhatatlan foszfátok



marad 0,2-0,5 nk°

A csapadékos vízlágyítás **HATÁSFOKA** a képződött csapadék **OLDHATÓSÁGÁTÓL FÜGG**. Teljesen keménységmentes vizet így nem lehet előállítani.

A csapadékos vízlágyítás berendezése ld. jegyzet

Ioncserés eljárások:

Alapötlet:

bizonyos alkáli-alumínium-hidroszilikát ásványokban (zeolitokban) az alkáli ionok alkáli-földfém ionokra cserélhetők, és fordítva.

pl.: $\text{Na}_2\text{-permutit} + \text{CaCl}_2 \leftrightarrow \text{Ca-permutit} + 2 \text{NaCl}$

Az ioncserénél

ekvivalens mennyiségek cserélődnek

nem minden ion cserélhető egyformán könnyen

a kicserélődés mértéke a koncentrációval növekszik

a reakció megfordítható, irányát a koncentrációviszonyok szabják meg

Kimerítés: a felső nyíl irányában

Regenerálás: az alsó nyíl irányában

A természetes folyamat megvalósítása **műgyantákkal**:

polimer vázban rögzített, disszociációra képes, mozgékony, cserélhető pozitív és negatív töltésű csoportokkal.

A műgyanta váz:

alapanyaga leggyakrabban benzolszármazék, pl. sztírol, divinil-
benzol

ezek polimerizációjával készítik

a pórusosságát a monomerek arányával szabályozzák

az aktív csoportokat kémiai reakcióval viszik fel

Az aktív csoportok:

a kation-cserélőknél pl. —SO_3^- —COO^-

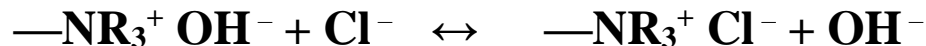
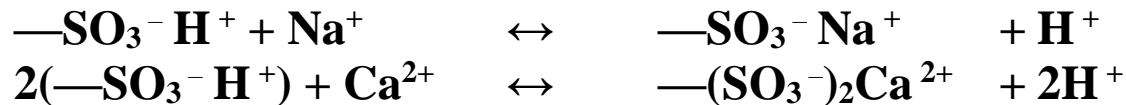
az anion-cserélőknél pl. —NR_3^+ , —NH_3^+



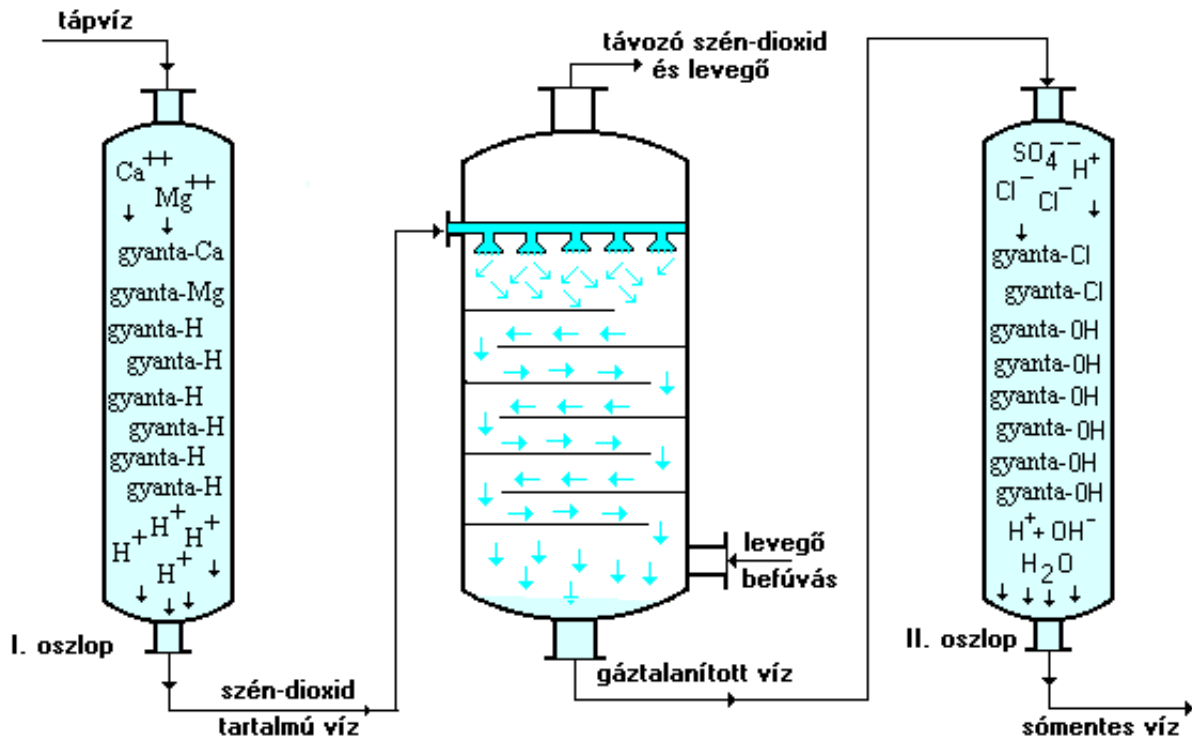
A cserélődő ionok

Na⁺ és Cl⁻ (csak vízlágyítás)
H⁺ és OH⁻ (teljes sómentesítés)

A csere folyamata:



Teljes sómentesítés ioncserélővel



Ionmentes víz előállítása fordított ozmózissal

Az ozmózis fogalma:

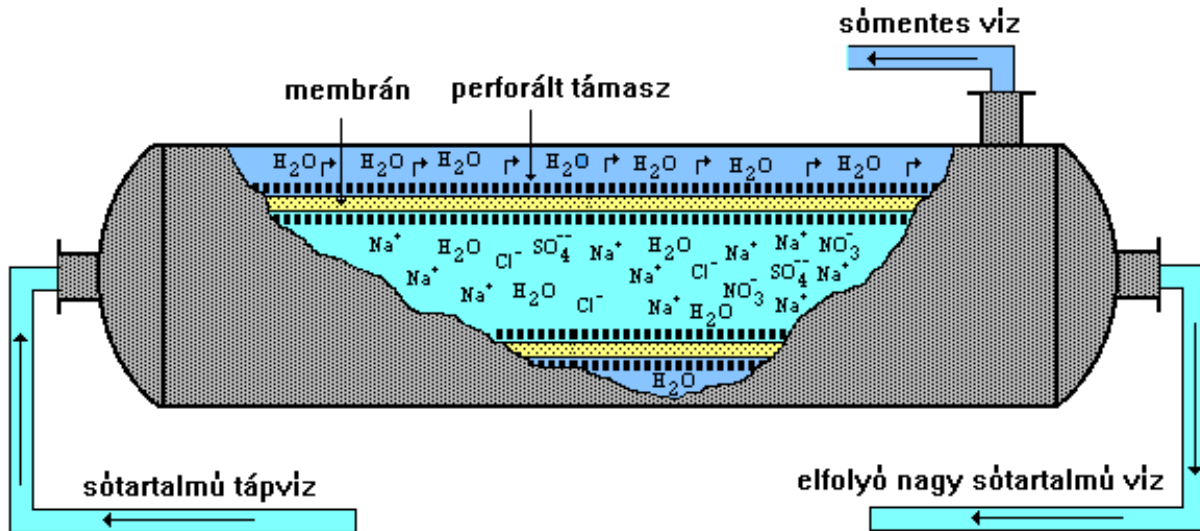
egy kisebb, és egy nagyobb koncentrációjú térrészt félig-áteresztő hártya választ el,

a félig-áteresztő hártya csak az oldószer (víz) molekulákat engedi át, az oldott anyagot nem

a félig-áteresztő membránnal elválasztott terekben a koncentráció által igyekszik kiegyenlítődni, hogy a kisebb koncentrációjú oldatból az oldószer a nagyobb koncentrációjú oldatba vándorol, a nyomás megnő, a két hajtóerő kiegyenlítődik.

A fordított ozmózis:

az oldószer a töményebb oldatból a hígabba vándorol, ha az ozmózis nyomásnál nagyobb nyomás (50 bar) alá helyezzük.



A hűtővíz

Követelmény:

ne tartalmazzon agresszív anyagokat

kicsi legyen a változó keménysége, ne váljon ki vízkő/kazánkő,
(romlik a hőátadás)

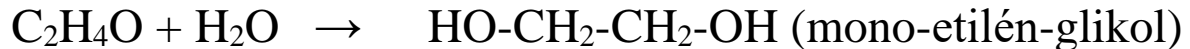
ne tartalmazzon lebegő anyagokat, ne váljon ki iszap (cirkulációs
zavarok)

Járművekben a fagyálló hűtőfolyadék:

etilén-glikol + víz elegye (a hőátadás a tiszta vízhez képest
romlik)

Előállítás:

etilén-oxid hidrolízise,



majd vízkilépéses dimerizációjával dietilén-glikol
(HO-CH₂-CH₂-O-CH₂-CH₂-OH),

trimerizációjával trietilén-glikol, polimerizációjával poli-etilén-
glikol

frakcionált desztilláció

öregedés-gátló, korrózió-gátló adalék

Szennyvizek, szennyvíztisztítás

Az ember a használt vizet a természetbe (szennyezetten) visszajuttatja.

Az élővíz öntisztulása:

a szennyező anyag lebomlása fizikai, kémiai, biokémiai, biológiai folyamatok során, mineralizálódás, vagy beépülés növényi, állati szervezetbe

Az öntisztuló képesség függ

- a víz oxigén-tartalmától,
- a mikro és makroorganizmusoktól,
- a napfény mennyiségétől,
- a vízfolyás sebességétől, átlátszóságától.

Az öntisztuló kapacitás véges.

A szennyvíztisztítás feladata:

a szennyvizek olyan mértékű tisztítása, hogy a befogadó öntisztuló képessége már elegendő legyen.

A szerves szennyezettség mértékére: a lebontás **oxigén-szükséglete:**

BOI_5 BOI_{20} biokémiai oxigén-igény

oxigénmennyiség, amely térfogategységnyi vízben lévő oldott, kolloidális és szuszpendált bomlóképes szerves anyagok mikrobiológiai lebontásához szükséges

mérése általában 20 °C-on, teljes sötétségben 5 (vagy 20) napos időtartammal végzik, a víz oxigéntartalmának változása a mérés kezdete és vége között.

KOI kémiai oxigén-igény

a vízben lévő anyagok redukálóképességének mérése valamilyen erős oxidáló anyaggal, (savas kálium-permanganát, savas kálium-dikromát), a térfogategységnyi víz által fogyasztott oxigén mennyisége (mg/dm^3). A vízben található szerves anyagok mennyiségével arányos.

Általában $KOI > BOI_5$

Szennyvíztisztítási fokozatok:

elsődleges mechanikai (szűrés, szilárd szemcsék ülepítése (25-50% BOI csökkenés)

másodlagos biológiai kezelés, szilárd-folyadék elválasztás, BOI 10-30 mg/l

harmadlagos fizikai-kémiai, kolloid és szuszpendált anyag elválasztás, (koaguláció/flokkuláció, membránok)

további kezelés dezinficiálás (klórozás, UV, ózonos kezelés RO)

Mechanikai tisztítás:

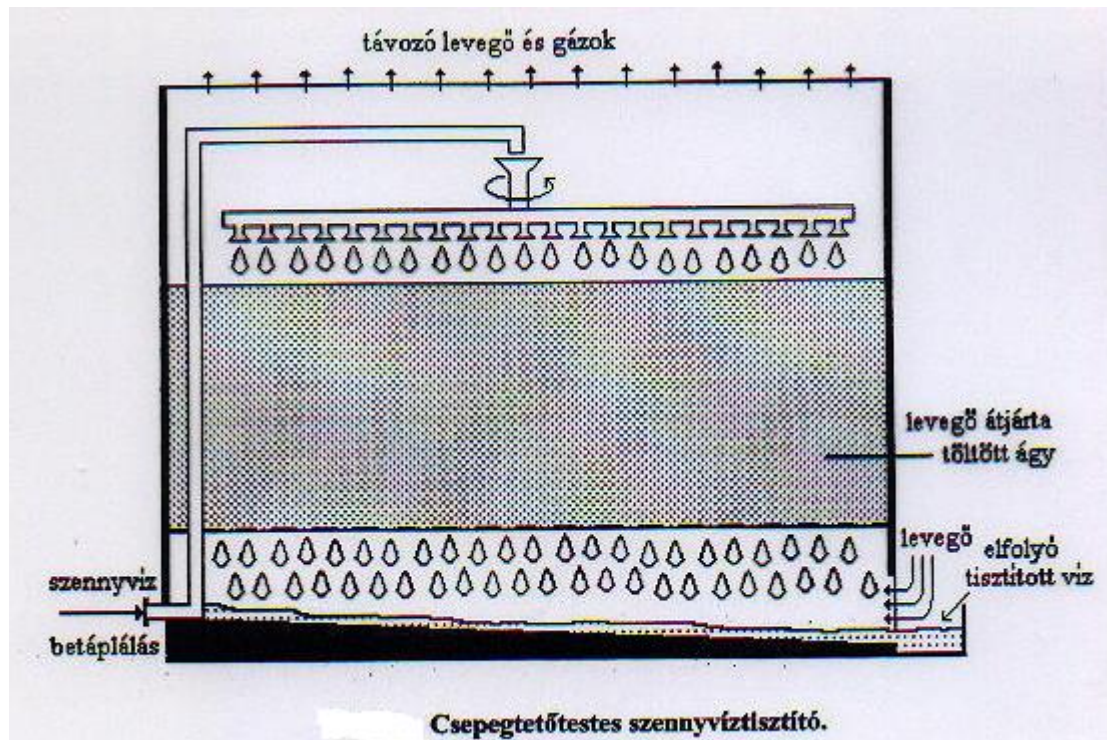
ld. vízelőkészítés

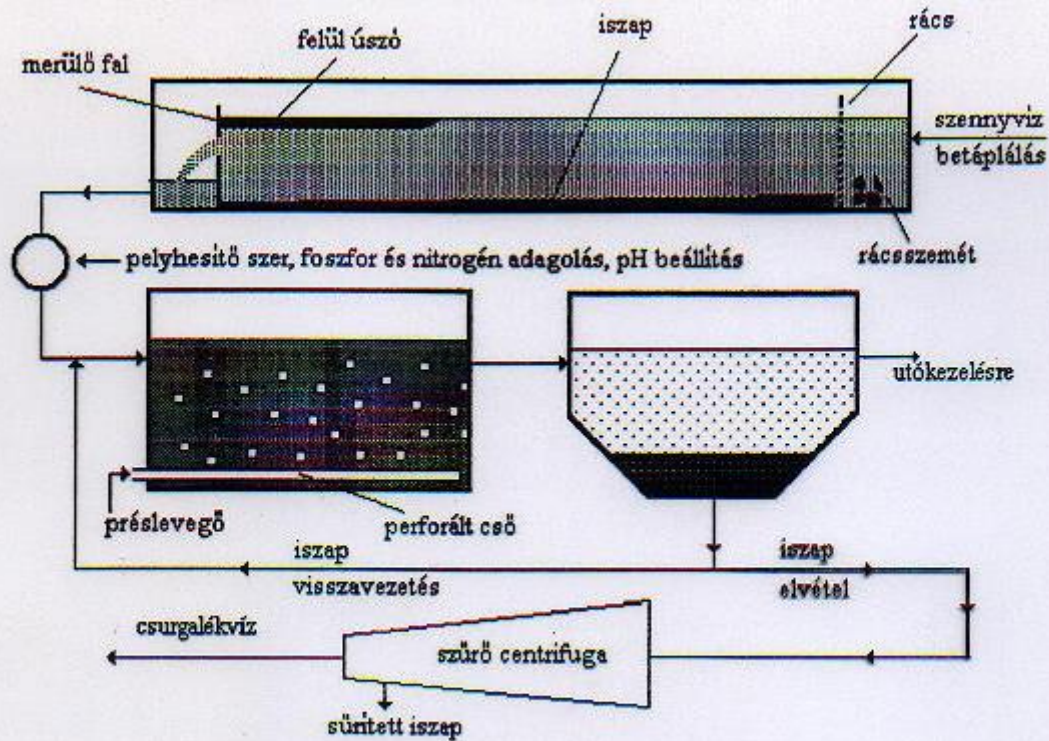
Biológiai tisztítás:

a természetben lejátszódó folyamatok megvalósítása műtárgyakban,
koncentráltan, gyorsítva,
általában aerob mikroorganizmusok segítségével,
nyersanyag: a szennyező szerves anyag,
termék: baktérium szaporulat, gázok (CO_2 , CH_4 , H_2S , NH_3 , N_2)

Megvalósítás

csepegtetőtestes
eleveniszapos





Eleveniszapos szennyvíztisztító.

Fizikai-kémiai tisztítás:

a szennyvíztől függő sokrétű kezelés