



Magyar Mérnöki Kamara

A

Magyar Mérnöki Kamara

Gépészeti Tagozat

Feladat Alapú Pályaműve

A pályamű címe:

Iparban használatos vízminőségek

MMK azonosító száma: 16/2017 FAP

Témavezető: Németh András

Társszerző: Milávecz Richárd

Lektor: Dr. M. Csizmadia Béla

Nagykanizsa, 2017. szeptember 30.

TARTALOM

1.	Bevezetés	3
2.	Vízforrások csoportosítása	4
2.1.	Felszíni vizek	4
2.2.	Felszín alatti vizek.....	6
2.3.	Visszaforgatott vizek	9
3.	Az egyes alkalmazásokhoz szükséges vízminőségek ismertetése	10
3.1.	Kazánok	10
	A vízkőképződés oka	11
	Korrózió	12
	Fűtési rendszerek vízelőkészítése VDI szerint	13
3.2.	Hűtőkörök	14
	Zárt hűtőkörök (pl. a léghűtő rendszerek hidegvíz keringetése)	14
	Nyitott hűtőkörök (minden hűtőtoronnyal felszerelt rendszer)	14
3.3.	Párásítás	16
3.4.	Ivóvíz	17
4.	Gyakran alkalmazott vízkezelő berendezéstípusok ismertetése	19
4.1.	Töltetes berendezések	19
	Töltetes szűrőberendezések	19
	Ioncserélő berendezések	21
4.2.	Membránszeparációs berendezések.....	23
	Membránok csoportosítása kialakítás szerint.....	23
	Membránok csoportosítása pórusméret szerint.....	25
4.3.	Kiegészítő berendezések	33
	Cserélhető betétes szűrők.....	33
	Vegyszeradagoló állomások	38
	Elektro-deionizáció.....	39
	UV kezelés	40
	„Polishing” kezelés	40

5.	Különböző vízminőségek előállításához szükséges vízkezelési technológiák ismertetése.....	42
5.1.	Tipikus kazánpótvíz előállító technológia.....	42
5.2.	Tipikus hűtőköri pótvíz előállítás.....	42
5.3.	Tipikus gyógyszeripari vízkezelő technológia	43
5.4.	Tipikus párasító vízelőkészítés	44
5.5.	Tipikus ivóvíz kezelő technológia	44
6.	Az egyes technológiák hozzávetőleges beruházási és üzemeltetési költségei.....	45
6.1.	Beruházási költségek.....	45
6.2.	Üzemeltetési költségek	47
	Mellékletek	48
I.	sorszámú melléklet	48
	Irodalomjegyzék	50

1. BEVEZETÉS

Az alábbi szakmai anyag azért készült, hogy segítségen nyújtson azon tervező és üzemeltető Kollégáknak, akik az iparban a vízzel, mint technológiai elemmel találkoznak. A gyakorlatban a víz a legkritikább esetben alkalmas kezelés nélkül technológiai felhasználásra, ezért különböző bonyolultságú vízkezelő rendszerek beiktatása szükséges. Sok esetben szabvány vagy jogszabály írja elő a tartandó vízminőséget, míg más esetekben a technológiai tervező határozza azt meg.

A dokumentum a vízkezelésben jártas szakemberek tollából és gyűjtő munkájuk eredményeként született. Reményeink szerint a tervezésben, árazásban és az üzemeltetésben is jól felhasználható ismeretanyagot tartalmaz.

2. VÍZFORRÁSOK CSOPORTOSÍTÁSA

A különböző céllal felhasználni kívánt vízmennyiséget felszíni, felszín alatti vízbázisokból, vagy az ipari tevékenység során keletkező hulladékvizek tisztítást követő visszaforgatásából nyerhetjük.

2.1. FELSZÍNI VIZEK

A felszíni vízbázisok körébe tartoznak:

- víztározók,
- tavak,
- folyók,
- bizonyos esetekben ide soroljuk a tengereket és óceánokat is

A felszíni vizekre jellemző:

- gyakori, egyes komponensek tekintetében periodikus vízminőség változás
- rendkívüli szennyezések előfordulhatnak, de viszonylag gyorsan levonulnak
- folyamatosan változó víz hőmérséklet.

A felszíni vizek tisztításakor a következő komponensek eltávolítására van szükség:

- lebegőanyagok (beleértve az algákat is),
- mikroorganizmusok,
- oldott szerves anyagok,
- íz- és szagrontó anyagok,
- szerves mikroszennyezők.

A Balaton térségében, az Északi Középhegységben és a Szolnokon létesített felszíni-víz tisztító üzemek működnek, az adott térségekben nem állnak rendelkezésre felszínalatti vizek megfelelő mennyiségben és minőségben.

A felszíni vizekről feltételezhetjük, hogy jelentős oldott oxigén tartalommal rendelkeznek, folyamatos kapcsolatuk van a gáztérrel (légtérrel) és ennek megfelelően több felszínalatti víztípussal ellentétben nem tartalmaznak metán gázt, kénhidrogént, agresszív szén-dioxidot, oldott állapotú vas- és mangánvegyületeket, valamint a nyári időszakban, amikor a nitrifikációs folyamatok megfelelő

sebességgel lejátszódnak 0,5 mg/L-nél nagyobb koncentrációban ammónium ionokat. Mindezek mellett nem szabad azonban megfeledkeznünk arról, hogy vízellátási céllal létesített tározóinkban éppen a nyári időszakban a fenéküledékben felhalmozódott természetes eredetű szerves anyagok jelenléte következtében felgyorsulnak az anaerob folyamatok és ennek következtében a tárolt víz alsó rétegeiben megjelenhet a kénhidrogén, megnőhet az ammónium ionok, valamint az oldott állapotú vas- és mangán vegyületek koncentrációja.

A **FOLYÓK** potenciális szennyezőanyag komponensei a következők:

- zavarosság (lebegőanyag és alga)
- patogén és nem patogén mikroorganizmusok
- szerves anyagok (szennyvízbevezetések)
- humin, lignin és fulvin anyagok
- kőolaj és származékai
- szerves és szervetlen mikroszennyezők
- ammónium ionok (elsősorban hideg vizekben)

A **TAVAK** potenciális szennyezőanyag komponensei a következők:

- zavarosság (elsősorban alga)
- patogén és nem patogén mikroorganizmusok
- humin, lignin és fulvin anyagok
- szerves anyagok
- kőolaj és származékai
- ammónium ionok (elsősorban hideg vizekben)

A **TÁROZÓK** potenciális szennyezőanyag komponensei a következők:

- zavarosság (elsősorban alga)
- patogén és nem patogén mikroorganizmusok
- humin, lignin és fulvin anyagok
- szerves anyagok
- ammónium ionok (elsősorban hideg vizekben)

2.2. FELSZÍN ALATTI VIZEK

Magyarországon az vízellátásban meghatározó szerep jut a felszín alatti vizeknek. A felszín alatti vizekre jellemző:

- stabil, lassan változó vízminőség,
- stabil hőmérséklet,
- több éves igénybevétel esetén változhat a vízminőség.

A vízellátásban felhasználásra kerülő felszínalatti vizek alapvetően négy csoportba sorolhatók:

- talajvíz,
- mélységi vizek,
- parti szűrésű víz,
- karsztvíz.

A **TALAJVIZEK** részesedése a vízellátásban ma már nem nevezhető jelentősnek, melynek elsősorban az az oka, hogy a talajra jutott, vagy a talajban nem megfelelő körültekintéssel elhelyezett szennyezőanyagok, valamint a növénytermesztésben alkalmazott műtrágyák egy része eljutott a talajvízbe. Az ország nagy területén a rendelkezésre álló talajvizek a vezetékes ivóvízellátásba csak költséges vízkezelési technológiák alkalmazását követően vonhatók be.

A Talajvíz legjelentősebb szennyező forrásai:

- kommunális hulladékok rendezetlen lerakása
- a veszélyes hulladékok nem megfelelő elhelyezése
- szakszerűtlenül üzemeltetett szennyvízszikkasztók
- szennyvizek gondatlan elhelyezése a talajban

A talajvíz potenciális szennyezőanyag komponensei a következők:

- mikroorganizmusok (kórokozók és nem-kórokozók)
- ammónium, nitrit és nitrát ionok
- vas és mangánvegyületek
- egyéb oldott szerves anyagok
- oldott szerves anyagok (pl. humin és lignin anyagok)

- szerves és szervetlen mikroszennyezők
- kén-hidrogén
- oldott oxigén hiánya

Magyarország területének nagy részén a **MÉLYSÉGI VIZEK** - ha nem is mindig elegendő mennyiségben és megfelelő minőségben - megtalálhatók, és elsősorban ez indokolja, hogy részesedésük a lakosság ivóvízellátásában meghaladja a 30%-ot. A rétegvizek széleskörű felhasználását az is indokolja, hogy a védett víztartókból kitermelt víz utánpótlódása lassú folyamat, ezért jelenleg felszíni eredetű, antropogén szennyezés a vízben nem található.

A víztartó felett egy vagy több vízzáró réteg helyezkedik el amennyiben ezek a vízzáró rétegek nagy kiterjedésűek és sérüléseket nem tartalmaznak, a víztartóban elhelyezkedő vízbe felszíni (tehát emberi) eredetű szennyezőanyagok nem jutnak el. Néhány komponens koncentrációja azonban - annak ellenére, hogy természetes eredetű - meghaladja az ivóvízszabvány határértékeit, így vízkezelési technológia alkalmazása szükséges annak érdekében, hogy a kitermelt víz ivóvízként felhasználható legyen.

A mélységi vizek potenciális szennyezőanyag komponensei a következők:

- mikroorganizmusok (egyedszámuk nagyon kicsi)
- ammónium ionok
- vas és mangán vegyületek
- humin, lignin és fulvin anyagok
- illékony szerves anyagok (pl. vízben oldott metán gáz)
- kénhidrogén
- oldott oxigén hiánya
- magas víz hőmérséklet
- nagy sótartalom (oldott!)
- nagy mennyiségű oldott szén-dioxid
- oldott állapotú arzén vegyületek (geológiai, geokémiai eredetű!)

A lakosság vízellátásában több mint 40%-kal részesednek **PARTISZÚRÉSŰ VIZEINK**. Egyes vízfolyások adott szakaszain kialakuló kavicsteraszokon összegyűlt, rövid idő alatt megújuló felszínalatti víz, melynek forrása elsősorban a folyó, de részben a folyó felé áramló felszín-közeli víz. Tekintettel arra, hogy a partiszűrészű víz döntő többsége a folyóból a viszonylag jó vízvezető tulajdonságokkal rendelkező parti rétegen átszűrődve jut el a víznyerő helyre, egyes vélemények szerint ez felszíni víz. Magyarországon a partiszűrészű vizet a felszínalatti vizek közé soroljuk.

Partiszűrészű vízbázisaink a Duna, a Dráva a Rába és a Hernád mentén találhatók. Bár a partiszűrészű vizek minősége mind a folyó, mind a hátoldal felől érkező szennyezőanyagokkal szemben nem eléggé védett, egy-két kivételtől eltekintve szerves és szervesetlen mikroszennyezők, kellemetlen szagot és ízt okozó anyagok ma még nem jelennek meg a kitermelt vízben. Meg kell azonban jegyezni, hogy a nem szerencsés mederveviszonyok következtében egyes partiszűrészű vízbázisaink vizében határértéket lényegesen meghaladó mennyiségű vas, mangán és ammóniumion fordul elő.

A parti szűrészű vizek potenciális szennyezőanyag komponensei a következők:

- mikroorganizmusok (kórokozók és nem-kórokozók)
- ammónium, nitrit és nitrát ionok
- vas és mangán vegyületek
- oldott állapotú szerves anyagok
- kőolaj és származékai
- szerves és szervesetlen mikroszennyezők
- kénhidrogén
- oldott oxigén hiánya

Kezelésre szoruló partiszűrészű vizeink esetében azonban elegendő a hagyományos vas- és mangántalanítási technológiákat alkalmazni, jelenleg nincs szükség ózonos és granulált aktív szenet tartalmazó adszorber beiktatására a vízkezelési technológiákba.

A **KARSZTVÍZ** minőségét alapvetően két szennyeződési lehetőség fenyegeti. Az egyik a felszíni vízgyűjtő területről történő szennyezőanyag bemosódás, a másik a felszínalatti vízgyűjtő területen elhelyezett hulladéktárolók. Ezek közé tartoznak az adott terület csatornázottságának hiányában megvalósított szabálytalan szennyvízelhelyezések is.

A karsztvizek potenciális szennyezőanyag komponensei a következők:

- mikroorganizmusok (kórokozók és nem-kórokozók)
- ammónium és nitrát ionok
- zavarosság (lebegőanyag)
- oldott állapotú szerves anyagok
- szerves és szervesetlen mikroszennyezők

2.3. VISSZAFORGATOTT VIZEK

A különböző technológiai folyamatokból származó hulladékvizek felhasználása gazdaságossá teszi az üzemeltetést, különösen,

- ha a nyersvíz utánpótlása korlátozott,
- ha alacsony üzemeltetési költséggel, vagy kezelés nélkül, közvetlenül felhasználható a hulladékvíz (pl. kondenz kezelés).

A legkörnyezet-tudatosabb megoldás az ipari szennyvizek kezelésére ZLD (Zero Liquid Discharge) szennyvíztisztító- és vízviszaforgató rendszer alkalmazása, melynek üzemeltetése során a keletkező hulladékvizek teljes mértékben tisztításra és újra felhasználásra kerülnek. A nyersvízforrás igénybevételét időnként csak technológiai vizek párolgása és az alkalmazott technológiák egyéb vízvesztése indokolja.

3. AZ EGYES ALKALMAZÁSOKHOZ SZÜKSÉGES VÍZMINŐSÉGEK ISMERTETÉSE

A vizet, mint segédanyagot vagy alapanyagot az élet minden területén használjuk. Legyen az ipar, mezőgazdaság vagy lakossági felhasználás, az adott alkalmazáshoz mindig bizonyos követelményeknek kell megfelelnie, ezek pedig a fizikai/kémiai/biológiai tisztaságra vonatkoznak. A tiszta víz hallatán a legtöbb embernek a tiszta ivóvíz jut eszébe, azonban a „tisztaság” itt nagyon relatív fogalom.

Az alábbiakban szeretném bemutatni, hogy mennyire különböző vízminőségre van szüksége a leggyakrabban alkalmazott technológiáknak.

3.1. KAZÁNOK

A kazánokban alkalmazható vízminőséget mindig az adott kazán gyártója határozza meg. A gyártók általában igazodnak az ide vonatkozó szabványokhoz, amelyek pontosan szabályozzák a különböző kazántípusok esetén használható minőséget.

A szabvány különbséget tesz nagy vízterű kazánok és vízcsöves kazánok között. A hatályos vonatkozó szabványok a következők:

- nagy vízterű kazánok: MSZ EN 12953-10:2004
- vízcsöves kazánok: MSZ EN 12952-12:2003

Ma a vízcsöves kazánok sokkal elterjedtebbek, ugyanis ide tartoznak a háztartásokban alkalmazott különböző típusú gázkazánok is. Az ide vonatkozó legfontosabb paramétereikről a következő összefoglaló táblázat tájékoztat:

Paraméter	Mértékegység	Kazántápvíz követelmény
Vezetőképeség	μS/cm	<0,2
pH 25 °C-on	pH	7.0 – 10.0
Na + K koncentráció	mg/L	<0,01
Fe koncentráció	mg/L	<0,01
Cu koncentráció	mg/L	<0,003
SiO ₂ koncentráció	mg/L	<0,02
O ₂ koncentráció	mg/L	<0,25
Szervesanyag tartalom (TOC)	mg/L	<0,2

Az iparban használatos nagyteljesítményű kazánoknál nem kérdőjelezi meg senki a vízkezelés fontosságát. Azonban az egyre elterjedtebb kis teljesítményű, háztartási feladatokat ellátó kazánköröket ma még nagyon sok helyen kezeletlen hálózati vízzel töltik fel. A ma kapható kondenzációs kazánok egyre kifinomultabb szerkezetek, egyre jobb hatásfokkal működnek, azonban ezzel együtt jár a vízzel szembeni érzékenységük. A hőcserélők nagyon sok kis keresztmetszetű, kis falvastagságú járatból áll, amelyek egyre érzékenyebbek a lerakódásokkal szemben. Ezért lenne fontos, hogy a modern kazánkörök mindenhol kezelt vízzel legyenek feltöltve.

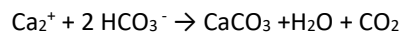
Milyen károsodási formák léphetnek fel egy kazánban a helytelenül megválasztott vízminőség miatt?

Alapvetően két fajta károsodást különböztetünk meg:

- lerakódás (kazánkő, vízkő)
- korrózió

A VÍZKŐKÉPZŐDÉS OKA

A vízkőképződés mértékének szempontjából döntő szerepet játszik a víz összetétele, a feltöltési és utántöltési víz mennyisége, a hőcserélő helyek falhőmérséklete, valamint az egyéb üzemi körülmények. A korrózióval ellentétben a vízkőképződés folyamatában az anyagminőségnek csak alárendelt szerepe van. A vízkőképződés (CaCO₃-lerakódás), az alábbi kémiai reakció során akkor jön létre, amikor alkáliföldfém-ionokat és hidrogénkarbonát-ionokat tartalmazó vizet melegítünk.



A kazán vízdali korrózióját elsősorban a vízdali sók kicsapódása okozza. Ezek lehetnek: kalcium, magnézium, karbonát, hidrokarbonát, vas, szilikát és szulfát. Hevítés hatására a sókoncentráció az oldhatósági érték fölé emelkedhet, bár egyes sók oldhatósága a hőmérséklet növekedésével csökken. A kazánköveket összetételük alapján különböztetjük meg.



3.1. ábra: kazánkő képződése vízcöves kazánban

A kialakult kazánköréteg szigetelőként működik a kazán fémfelülete és a rendszerben lévő víz között. A hőátadást rontja, de emellett nagyobb gondokat is okozhat. Ha ez a réteg megsérül, akkor a víz a hő nagy részét ezen a kis felületen akarja átadni, és a magas hőmérséklet hatására gőz fejlődik. Mikor a rendszerben kopogást hallunk, akkor ezt a jelenséget figyelhetjük meg.

KORRÓZIÓ

A kazánok feltöltésénél gyakran használnak vízlágyítókat, amelyek a vízkőkiválást okozó anyagokat megkötik vagy eltávolítják. A vízdoldali korróziót befolyásolja a feltöltéshez használt víz oldott oxigéntartalma, pH-ja és a hőmérséklet. Azokban az esetekben, amikor vízkeménységet okozó anyagok nincsenek a rendszerben, a kazán anyagából kioldódó vegyületek okoznak komoly pitting korróziót és ridegedést. A következő reakció jellemző a kazánvíz és a kazán anyaga között: $3 \text{ Fe} + 4 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$. Az így kialakult magnetitréteg védőréteggént nem engedi a további korrózió kialakulását, de a hőátadást rontja. A magnetitréteg fenntartásához 8,5-12,7 pH szükséges.

• SAVAS KORRÓZIÓ

Savas korrózióról akkor beszélünk, ha a kazánvíz pH-ja 8,5 alá kerül. Ekkor bemaródások keletkeznek, és vízdoldali falvékonyodás történik.

• LÚGOS KORRÓZIÓ

Lúgos korrózióról akkor beszélünk, ha a pH nagyon megemelkedik. Foszfáttal kezelt vizek esetén a hőátadási felületeken alakul ki csapadék, a magas pH miatt. A vízből a benne oldott sók kiválnak a nátrium-hidroxid kivételével. A magas pH következtében a már kialakult magnetitréteg feloldódik, és rendszertelen bemaródások keletkeznek. Ilyen esetekben a kazánban iszap halmozódik fel, ennek eltávolítása egyszerű mosással nem lehetséges.

• GALVANIKUS KORRÓZIÓ

Két különböző fém vízzel érintkezve galvánelemt alkot. A kisebb potenciállal rendelkező fém (anód) korrodál, a nagyobb potenciállal rendelkező fém érintetlen marad. A reakciók 50 mV-nál nagyobb potenciálkülönbségek esetén szignifikánsak. A nagyobb felületű lerakódásokkal borított zónák (anódok) oxigénhiányban szenvednek, és korrodálnak. A kevésbé fedett zónákhoz több oxigén jut el, ezért nem korrodálnak (katódok). A gyakorlatban lyukképződés következik be a fűtőtestek alsó részén.

FŰTÉSI RENDSZEREK VÍZELŐKÉSZÍTÉSE VDI SZERINT

A fűtési rendszerek vizének megfelelő minőségét a német Verein Deutscher Ingenieure hivatal által kiadott szabvány is szabályozza (VDI 2035). A Magyarországi kazánipari piacot elsősorban német cégek határozzák meg, ezért nálunk is igyekeznek ennek a szabványnak megfelelő vízminőséget kiírni, melyhez a kazán garanciális feltételeit szabják.

Az irányelv célja a vízmelegítő és melegvizes fűtőberendezésekben a vízkőképződés által okozott károk megakadályozása.

• VÍZLÁGYÍTÁS A VDI SZERINT

Amennyiben rendelkezésre áll részben vagy teljesen sótalanított víz, úgy az felhasználható, ha a fűtővíz pH-értékét megfelelően van beállítva. Ha a rendszer alumínium alkatrészeket tartalmaz, a korrózió elkerülése érdekében mind a lágyítás, mind a sótalanítás során további kezelésre (pl. inhibitorok hozzáadására) lehet szükség.

• VÍZKEMÉNYSÉG STABILIZÁLÁSA A VDI SZERINT

A vízkeménység stabilizálása során olyan adalékanyagokat adunk a fűtővízhez, amelyek a csapadékképződést olyan módon befolyásolják, hogy ne keletkezzen vízkő. Ez az eljárás azonban nem távolítja el a vízkőképző vegyületeket. A VDI felhívja a figyelmet a foszfáttal kezelt vizek esetén kialakuló problémákra, a galvanikus korrózióra, és a pH beállítása nélkül jelentkező gondokra.

3.2. HŰTŐKÖRÖK

ZÁRT HŰTŐKÖRÖK (PL. A LÉGHŰTŐ RENDSZEREK HIDEGVÍZ KERINGETÉSE)

Általában elegendő a pótvíz lágyítása vagy sóatlanítása, ha a hűtőkör csövei rozsdamentes anyagból készültek. Bizonyos mértékű vízkezelés azonban szükséges lehet a recirkulációs rendszerben is a vízminőség és az üzemi feltételek függvényében.

NYITOTT HŰTŐKÖRÖK (MINDEN HŰTŐTORONNYAL FELSZERELT RENDSZER)

Mivel a hűtőtornyok kizárólag tiszta vizet párologtatnak el, a rendszerben keringő víz só koncentrációja folyamatosan nő. A túlzott sótartalom a hűtőtorny és a keringető rendszer vízvezetékeinek vízkövesedéséhez és korróziójához vezethet. A rendszert továbbá az algásodás és a környező levegőből lerakódó porszemcsék is veszélyeztetik. Csaknem minden esetben szükséges tehát a vízkezelés, hogy a hűtőtorny gazdaságosan és megbízhatóan működjön.

A német VDI 3803 szabvány kiköti, hogy a keringetett víz minősége a hűtőkörben használt anyagokra nem lehet ártalmas. A határértékeket az alábbi táblázat tartalmazza:

A nyitott hűtőkörben keringetett víz javasolt határértékei

A hűtőtornyban lévő vízzel érintkező anyagok	Vezető-képesség	Kalcium-tartalom	Klorid tartalom	Szulfát tartalom
		Ca	Cl	SO₄
	μS/cm	mg/l	mg/l	mg/l
Acél és színesfémek	< 2200	> 20	< 200	< 325
Acél és bevont fémek	< 2500	> 20	< 250	< 400
Műanyag és rozsdamentes acél	< 3000		< 400	< 600

A hűtőköri víznek a lehető legtisztábbnak, színtelennek és üledékmentesnek kell lennie. A karbonát keménységnek 4 °nk alatt kell lennie és a vegyszerrel stabilizált keménységnek 20 °nk alattinak. Időközönként biocid – nem oxidatív csíramentesítő szer- alkalmazása is indokolt, hogy a telepszámot kordában tartsuk.

A határértékek be nem tartása esetén a következő működési hibák léphetnek fel:

- A hővezetés romlása
- Szűkület miatt megnövekedő nyomásvesztés
- Csőcsonkok, szelepek és hűtőcsövek eltömődése

Ezek eredményei:

- Magasabb energia- és vízfogyasztás
- Hibás működés és termelés kiesés
- Megnövekedett karbantartási költségek
- A rendszer kulcsfontosságú alkatrészeinek elhasználódása



3.2. ábra: Hűtőköri hőcserélő nem megfelelő hűtőközeggel



3.3. ábra: Hűtőköri hőcserélő megfelelően kezelt hűtőközeggel

3.3. PÁRÁSÍTÁS

A páratartalom csökkentés bevált módszereivel ellentétben a páratartalom növelése már jóval bonyolultabb feladat, pedig az élet számos területén van szükség arra, hogy a zárt terek relatív páratartalmát növeljük. Az iparban sok technológiai folyamat megköveteli a magasabb páratartalmat. A festékek, ragasztók használatánál a gyártó előírja a minimum és maximum páratartalmat, amit szigorúan be kell tartani, egyébként az előállított termékek minősége nem lesz megfelelő. Az elektronika iparban alacsony relatív páratartalom esetén megnő az elektrosztatikus kisülések veszélye, ami az áramköröket tönkretetheti (ESD védelem).

Párásító rendszerek esetében a tápvíz minőségével kapcsolatban két fontos követelmény van. Az egyik a sótartalom, a másik pedig a csíraszám minimalizálása. A nyersvíz sótartalma, keménységtartalma erősen csökkenti a berendezések élettartamát, valamint a vízkő és egyéb sókiválások csökkentik a rendszer üzembiztonságát, növelik a karbantartási, tisztítási költségeket. Egészségügyi szempontból leginkább a mikro-biológiai tisztaság, azaz a csíraszám a meghatározó – természetesen a tápvíz bizonyos szerves és szerves összetevői a légtérbe kerülve szintén károsak lehetnek az emberi szervezetre. Egészségügyi szempontból a csíraszámokon kívül fontos figyelembe venni az esetleges Legionella előfordulás kockázatát (49/2015. (XI. 6.) EMMI rendelet). A tápvíz előírt jellemzőit a következő táblázat mutatja:

Paraméter	Érték	Mértékegység
Vezetőképeség	<1	μS/cm
Szilikát tartalom	<0,1	mg/l
Mikrobiológiai aktivitás	<5	RLU

A párásítás folyamata során a víz a levegővel aeroszolt képez, a közvetlen inhaláció lehetősége miatt a vízhez vegyszerek adagolása például fertőtlenítési, keménység stabilizálási okokból nem ajánlott, ezért a tápvizet kell in situ kezelni és a kezelt vizet a lehető legrövidebb időn belül felhasználni.

3.4. IVÓVÍZ

Az ivóvíz az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen tápanyag. Az emberi eredetű szennyezések következtében a természetben található vizek jelentős része azonban közvetlen emberi fogyasztásra alkalmatlan. Bizonyos típusú természetes eredetű szennyezőanyagok is előfordulhatnak olyan mértékben a vízben, hogy azok tartós fogyasztása a szervezetre káros lehet. A következőkben áttekintjük azokat a technológiákat, amelyekkel az ún. nyersvizekből ivóvizet tudunk előállítani. Először azonban definiálnunk kell, hogy mit is jelent az a fogalom, hogy „ivóvíz”.

Az a víz, amely megfelel az aktuális ivóvízszabvány követelményeinek, ivóvíznek tekinthető.

Az ivóvízzel szembeni elvárások a következők:

- színtelen
- szagtalan
- kellemes ízű
- hőmérséklete: 8 – 12 °C
- ne tartalmazzon:
 - kórokozó mikroorganizmusokat,
 - mérgező anyagokat,
 - lebegőanyagot, vagy egyéb zavarosságot okozó anyagot,
 - kellemetlen szagot vagy ízt okozó anyagot
 - ne legyen magas (vagy túl alacsony) a sótartalma
 - ne legyen nagy a szerves anyag tartalma

Az ivóvizek minőségével kapcsolatos szabályozások a különböző ajánlásokon, illetve szabványokon keresztül történnek. Mint ahogy a nevükben is szerepel: az ajánlás nem kötelező érvényű, a szabvány azonban kötelező érvényű szabályozási eszköz. A WHO (World Health Organization – Egészségügyi Világszervezet) ajánlásai azonban nagy befolyással vannak az egyes szabványokban meghatározott határértékekre, így ezek az ajánlások végeredményben beépülnek az egyes szabványokba.

Kiterjedés szerint három csoportba sorolhatjuk a szabályozásokat:

- globális (világméretű); pl.: WHO Guidelines (Az Egészségügyi Világszervezet ajánlásai)
- regionális; pl.: EU Direktívák (Szabvány)
- országos szabványok

Az ivóvíz minőségére vonatkozó szabványok az egyes komponensek maximálisan megengedhető koncentrációit (MAC érték) határozzák meg. A '70-es és a '80-as években a hazai ivóvízszabvány (MSZ

445-1978, MSZ 445-1989) kialakításakor a WHO irányelveit vették figyelembe. Az EU csatlakozás miatt azonban a '90-es évek második felétől már az EU Direktívák váltak irányadóvá. Az ivóvíz minőségére vonatkozó előírásokat jelenleg a 201/2001. (X. 25.) sz. Kormányrendelet szabályozza, amely 2001. októberében lépett életbe.

Az EU Direktívák átvétele jelentős változást okozott a hazai ivóvízszabvány teljesíthetőségében, mivel számos komponens tekintetében a 201/2001-es Kormányrendelet jóval szigorúbb határértéket ír elő, mint az azt megelőző MSZ 445. Számos települést érint, és különös problémát jelent ez az arzén, az ammóniumion, a vas- és a mangán tekintetében.

A részletes határértékek az I. számú mellékletben találhatók.

4. GYAKRAN ALKALMAZOTT VÍZKEZELŐ BERENDEZÉSTÍPUSOK ISMERTETÉSE

Az alábbiakban bemutatásra kerülnek (a teljesség igénye nélkül) a gyakorlatban legtöbbször alkalmazott vízkezelő technológiák berendezései. Találkozhatunk olyan feladattal, melyre több, különböző vízkezelő berendezés is adhat megoldást. Ez esetben mérlegelni kell a különböző verziókat az alábbi szempontok szerint:

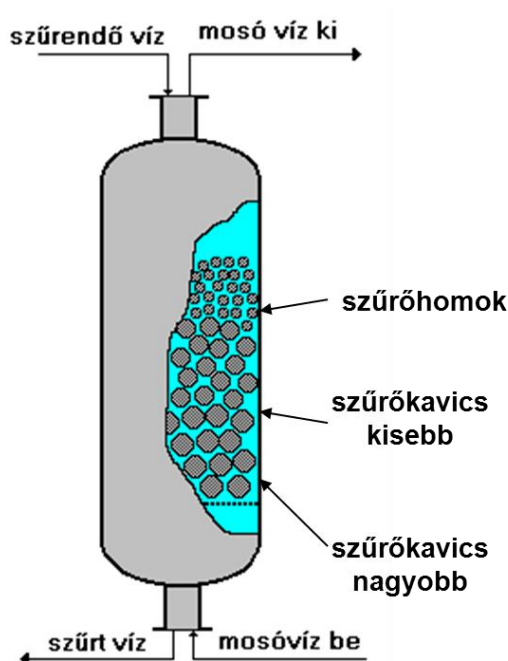
- beruházási költség
- üzemeltetési költség
- üzemeltetés során keletkező szennyvizek mennyisége / minősége
- megbízhatóság / üzembiztonság
- kezelési / karbantartási igény
- helyigény

4.1. TÖLTETES BERENDEZÉSEK

TÖLTETES SZŰRŐBERENDEZÉSEK

- MÉDIASZŰRŐK

A vízben kisebb-nagyobb mennyiségben lebegő-, illetve szuszpendált anyag található, amely a felhasználást zavarja. Ezek eltávolítására szolgálnak a kavicsal / homokkal / egyéb frakcionált szűrőanyaggal töltött szűrőberendezések. A szűrőkben fizikai, kémiai, esetleg biológiai folyamatok mennek végbe: A szűrőanyag visszatartja azokat a szürendő szemcséket, amelyek mérete nagyobb, mint a szűrőanyag pórusátmérője, illetve a szűrőanyag szemcséi közti hézagok mérete.



4.1. ábra: multimédia-szűrő felépítése

A szűrési FOLYAMAT mindig fentről lefelé történik. A szűrőtölteteken visszatartott szennyeződések intenzív, ellenáramú öblítéssel távolíthatók el.

- KATALITIKUS TÖLTETŰ SZŰRŐK

Ezek a szűrőtípusok gépészetileg ugyanolyan felépítésűek, mint a médiaszűrők. Töltetük azonban valamelyest különbözik, ugyanis katalitikus tulajdonságú réteg is található bennük, amelyek az oxidációt segítik. Tipikusan ide tartoznak a vas- és mangánmentesítő berendezések.

- AKTÍVSZÉN SZŰRŐK

Ezek a szűrőtípusok is hasonlóan épülnek fel, mint az előzőek. Töltetük aktív szén, amely az íz- és szaganyagokat, klórt, szerves anyagot képes megkötni. Az adott feladat dönti el, hogy az aktív szén kőszén alapú, fa alapú, esetleg kókusz alapú lesz. Minden alkalmazásra megvan az ideális megoldás.



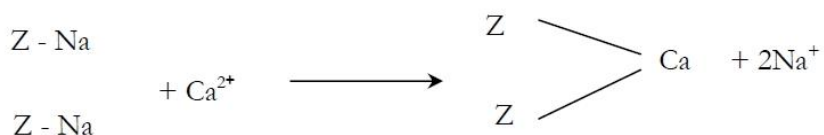
4.2. ábra: aktív szén típusok

IONCSERÉLŐ BERENDEZÉSEK

Az ioncsere az adszorpciós folyamatok családjába tartozó eljárás. Ioncsere alkalmazása esetén az adszorbens a vizes fázisból bizonyos ionokat megköt, és helyette az adszorbens felületéről ionok kerülnek a vízbe. Ioncserét a vízkezelésben számos összetevő eltávolítására alkalmazzák. Például vízlágyításra, a vízben található kalcium- és magnézium ionok eltávolítására, ammóniumion eltávolítására.

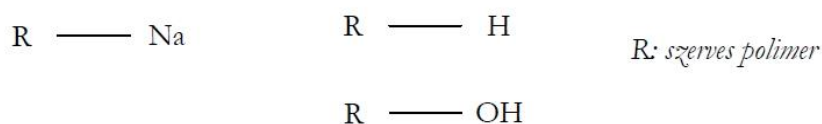
A természetes eredetű anyagok közül bizonyos típusú **zeolitok** alkalmasak kation (pozitív elektromos töltéssel rendelkező ion) cseréjére.

A zeolit az oldatban lévő oldott állapotú ionok egy részét megköt, helyettük nátrium-iont bocsát a vízbe. A nátrium helyére kerülhet például ammónium, kalcium vagy magnézium:

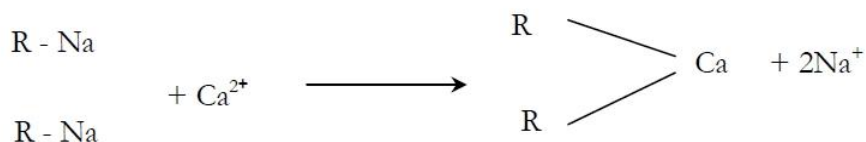


A zeolitok aktív felülete aránylag kicsi és nagyüzemi alkalmazásuk nehézkes a költséges regenerálás miatt. Ezért kifejlesztettek mesterséges ioncserélő gyantákat. A mesterséges ioncserélő gyanták között van nátrium-bázisú (nátriumot juttat a vízbe a megkötött ionok helyett), de kifejlesztettek hidrogénbázisú kation-cserélő gyantát és hidroxid-bázisú anion-cserélő gyantát.

Na-bázisú mesterséges ioncserélő gyanta alkalmazásakor a természetes zeolitoknál ismertetett folyamatok játszódnak le:

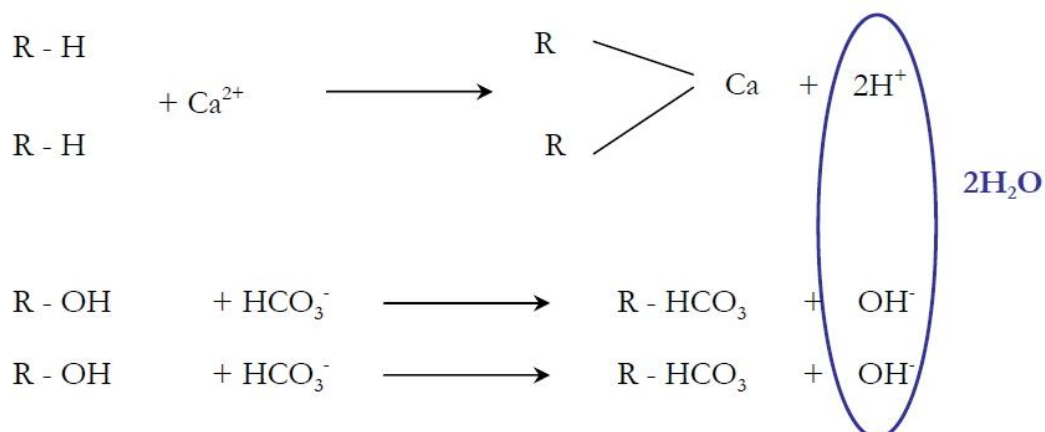


Ioncsere adszorpció alkalmazása vízlágyításra:



A hidrogén-bázisú gyanta alkalmazása után a hidroxid-bázisút alkalmazva sómentes, ioncserélt vízhez jutunk. Amennyiben csak a hidrogén-bázisú gyantát alkalmaznánk, a vízbe kerülő H⁺ ionok miatt savassá válna a kezelt víz. A hidroxid-bázisú gyanták azonban a vízben jelen lévő HCO₃⁻ ionokat

megkötik, és ezáltal OH⁻ ionokat bocsátanak a vízbe. A vízbe bocsátott H⁺ és OH⁻ ionok vízmolekulákká állnak össze.



Az ionmentes víz előállítása során fontos a gyanták alkalmazásának sorrendje. Ha a hidroxidciklusú gyantával kezdenénk az ioncserét, akkor a keletkező hidroxidionok reakcióba lépnének a kationokkal. Például a vassal történő reakció következtében, a keletkező vas-hidroxid csapadék bevonná az ioncserélő gyanta felületét, annak kapacitáscsökkenéséhez, idő előtti kimerüléséhez vezetve. Az ioncserélő gyantákat általában a töltetes szűrőkhöz hasonló, nyomásálló oszlopokban alkalmazzák.

Amikor az ioncserélő oszlop kapacitása kimerül, regenerálni szükséges. A Na-ciklusú ioncserélő gyanta regenerálása NaCl oldattal, a H-ciklusú gyanta regenerálása HCl oldattal történik.

A kezelendő víz fentről lefelé áramlik a tölteten. A regenerálás során a regeneráló vegyszer áramolhat fentről lefelé (egyenáramú regenerálás), vagy lentől felfelé (ellenáramú regenerálás).

4.2. MEMBRÁNSZEPARÁCIÓS BERENDEZÉSEK

A membrán olyan féligáteresztő anyag, amelyen bizonyos anyagok könnyebben átjutnak, mint mások. A membrán tehát egy szelektív gát, melynek feladata bizonyos anyagok átengedése mellett más anyagok visszatartása, azaz különböző anyagok szétválasztása.

Kétféleképpen csoportosítjuk ezeket a berendezéseket:

- Membrán kialakítás szerint
- Pórusméret szerint

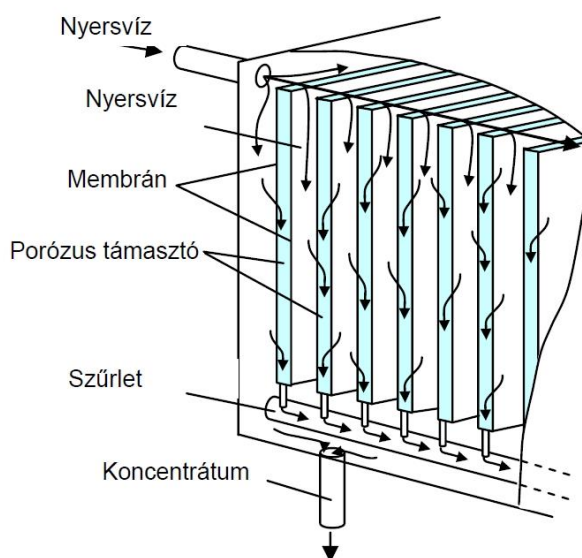
MEMBRÁNOK CSOPORTOSÍTÁSA KIALAKÍTÁS SZERINT

A membránokat kialakításuk szerint a következő csoportokba sorolhatjuk:

- Lap membrán
- Spirál membrán
- Csöves elrendezésű membrán
- Kapilláris membrán modul

• LAP MEMBRÁNOK

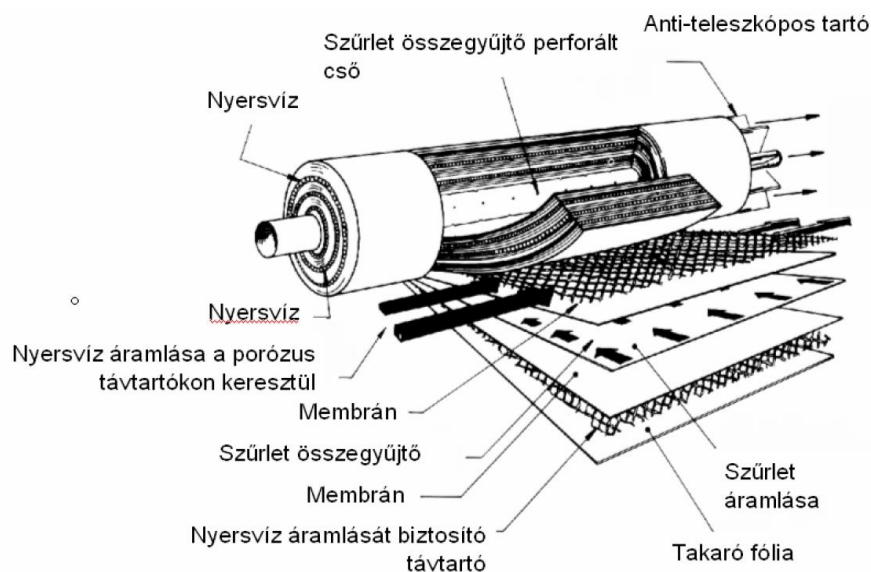
A lap-membránok sík membránlapok és támasztó (távtartó) lemezek sorozatából állnak. A tisztítandó víz két szomszédos membrán lap között halad (keresztirányú áramlás), miközben a szűrlet a membránon átszűrve, a membránlapra merőleges irányban távozik. A porózus támasztó lemezek a membrán megtámasztását szolgálják, valamint biztosítják a szűrlet összegyűjtését.



4.3. ábra: Lap membrán felépítése

• SPIRÁL MEMBRÁNOK

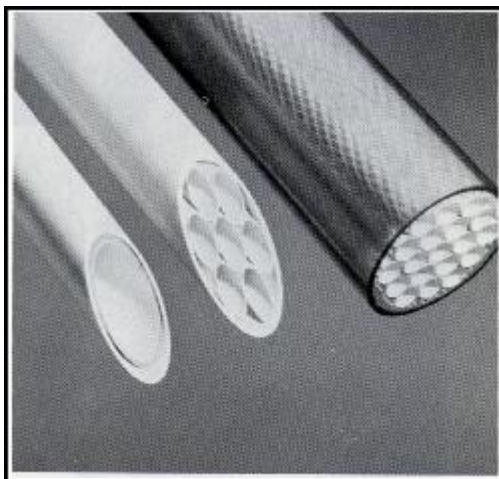
A párhuzamos lap-membránokból fejlesztették ki az ún. spirál membránt. A spirál membránban a 2 membrán lap között flexibilis, porózus, szűrlet-elvezető távtartó lemez helyezkedik el. A membrán lapok 3 oldalon szigeteltek, a negyedik oldal egy perforált csőhöz van illesztve, itt gyűlik össze a tisztított víz (szűrlet). Az így készített szendvicsszerkezetet egy, a nyersvíz áramlását biztosító távtartó lemezzel egészítik ki, majd az egészet feltekercselik. A spirál membránban a nyersvíz a tekercs tengelyével párhuzamosan (a szűrési irányra merőlegesen) áramlik, míg a szűrlet spirálisan áramolva a tekercs közepén elhelyezkedő perforált csőben gyűlik össze.



4.4. ábra: Spirál membrán felépítése

• CSÖVES ELRENDEZÉSŰ MEMBRÁNOK

A csöves elrendezésű membránban a membrán réteget egy támasztó cső belső oldalára viszik fel (belső szűrőfelület). Az így készített csövet (egyet, vagy többet) egy nagyobb nyomócsőbe helyezik. A nyersvíz, nyomás alatt a cső belsejében áramlik, a tiszta rész (szűrlet) a membránon átszűrődve a cső külső felülete mentén (általában egy porózus távtartó rétegben) kerül összegyűjtésre, míg a koncentrátum a cső ellentétes oldalán gyűlik össze. A cső-membránok tisztítása a legegyszerűbb, vegyszerekkel, vagy mechanikailag, tisztítólabdák csőben történő mozgatásával történik.



4.5. ábra: Cső membrán felépítése

• KAPILLÁRIS MEMBRÁN

A kapilláris membrán modulok több ezer vékony, üreges szálból (nagyon vékony, spagetti-szerű csövecskéből) állnak. A nyersvíz a csövecskék belsejében nyomás alatt (belülről kifelé szűrve – belső szűrőfelület), vagy azok külső részén, (kintről befelé szűrve – külső szűrőfelület) áramlik.

Az üregesszál modulok nem tartalmaznak tartó vagy hordozó réteget, a speciálisan kialakított csőfal struktúrája adja a szükséges mechanikai stabilitást. Az üzembiztos szűrés feltétele, hogy a szűrést végző kapilláris csövek mechanikailag ellenálljanak az őket érő, időben változó igénybevételnek. A legnagyobb felület/térfogat arány ezzel a konfigurációval alakítható ki.

MEMBRÁNOK CSOPORTOSÍTÁSA PÓRUSMÉRET SZERINT

A membrántechnológiákban a pórusméret csökkenésével egyre kisebb szennyezőanyagokat lehet eltávolítani, azonban ehhez egyre nagyobb nyomásértékekre van szükség. Az egyes eljárásokhoz tartozó nyomásértékeket, és az eltávolítható anyagok körét, méretét az alábbi táblázat foglalja össze:

Eljárás neve	Alkalmazandó nyomás	Pórusméret	Eltávolítható anyagok köre
Mikroszűrés	42 - 119 kPa (6 - 17 psi)	400 – 20 000 Angström	Mechanikai szennyezőket, lebegőanyag nagy részét eltávolítja, oldott anyagokat átengedi

Ultraszűrés	105 – 700 kPa (15 - 100 psi)	40 – 1000 Angström	Eltávolítja: makromolekulák, kolloidok, proteinek, baktériumok, vírusok 1000 – 200 000 dalton Átjut: sók, kis móltömegű anyagok
Nanoszűrés	700 – 1 050 kPa (100 - 150 psi)	1 – 20 Angström	Eltávolítja: 0,001 µm méretű szemcsés és oldottanyag, mikroszennyező anyag, mikroorganizmusok, THM prekursorok, magymolekulák 100 – 1000 dalton
Fordított ozmózis	1,05 – 8,4 MPa (150 - 1200 psi)	1 – 10 Angström	Oldott sók 99%-át visszatartja, oldott gázokat átengedi <100 dalton

• MIKROSZŰRŐK

Ez a membrános művelet áll a legközelebb a hagyományos értelemben vett szűréshez. A mikroszűrő membránok pórusmérete a szuszpenziók és emulziók tartományával esik egybe. A mikroszűrést leginkább a többi membránművelet előtt szokás alkalmazni előszűrő, előkezelő eljárásként. Alkalmazható mikrobiológiai stabilizátorként, hiszen a mikroorganizmusok közül a baktériumokat és gombákat el lehet választani ezzel az eljárással.

- Dead-end és cross-flow módban egyaránt alkalmazhatók (dead-end mód: egy szűrési ciklus alatt nincs koncentrátum elvétel, a szennyezők a visszamosás alkalmával kerülnek eltávolításra. Cross-flow mód: folyamatosan elvezetésre kerül a koncentrátum).
- Szakaszos és folyamatos üzemmódban is üzemeltethetők
- Pórusméret: 0,1 – 2 μm
- Szükséges transzmembrán nyomás: 1-3 bar

A leggyakrabban használt mikroszűrő membránok anyagai lehetnek: hidrofób polimer (pl: polipropilén, polietilén), hidrofil polimer (pl: cellulóz észterek, poliszulfon), kerámia (pl: alumínium-oxid, titán-dioxid), egyéb szerves (pl: szén, üveg, fémek). A mikroszűrő membránok tehát pórusos membránok, szerkezetileg egyaránt lehetnek szimmetrikusak és aszimmetrikusak.

Főbb alkalmazási területek: gyümölcslevek, borok és sörök tükresítése; olaj-víz emulziók elválasztása; italok és gyógyszerkészítmények hideg sterilizációja, tej zsírtalanítása, sörélesztő kinyerése fermentálóból, víztisztításban lebegőanyagok kiszűrése, zavarosság megszüntetése, szennyvíztisztítás.

• ULTRASZŰRŐK

Az ultraszűrés is egy nyomáskülönbségen alapuló membránszeparációs eljárás, melynek során az oldott sók és a vízmolekulák átáramolnak az UF membrán felületén, de a nagyobb méretű szennyeződések, makromolekulák, kolloidok, proteinek, baktériumok, vírusok visszatartásra kerülnek.

UF membránok elválasztási mérettartománya 10-100 nm. Pórusai sokkal kisebbek az MF membránokéhoz képest, ezért üzemeltetésükhöz nagyobb transzmembrán nyomás szükséges. Jellemző számadat a vágási érték (MWCO, molecular weight cut off), ami megadja, hogy mekkora molekulatömegű komponenseket tart vissza a membrán legalább 90%-ban.

- Dead-end és cross-flow módban egyaránt alkalmazhatók
- Szakaszos és folyamatos üzemmódban is üzemeltethetők
- Pórusméret: 10-100 nm
- Szükséges transzmembrán nyomás: 2-8 bar

Az ultraszűréshez a kisebb pórusok kialakítási technikája miatt aszimmetrikus membránokat használnak, ezen belül is leginkább kompozitokat. A leggyakrabban előforduló anyagok a poliszulfon, poliamid, poliakrilonitril és származékai, cellulóz származékok és alifás poliamidok.

Nyersvizes (pl. felszíni vizes) alkalmazásoknál is felvetődik a kérdés, hogy milyen átmérőjű kapillárist válasszunk. A kapilláris belső átmérőjének növelésével csökkenthető a fouling, azaz az eltömődés

veszély, ugyanakkor ezáltal az egy modulban elhelyezhető kapillárisok száma is csökken, így a szűrőfelület is, tehát nő az alkalmazandó modulszám és ezáltal a helyigény és a gépköltség. Szennyvizes alkalmazások esetében ez a kérdés fokozottan jelentkezik, elsősorban itt a legfontosabb feladat azt eldönteni, hogy adott alkalmazás bevállalható-e kapilláris rendszerű membránokkal, vagy mindenképpen csöves rendszerű membránokra van szükség. A csöves rendszerű membránok előnye, hogy kiválóan tisztíthatóak akár mechanikailag is, ezért iszapok sűrítésére, víztelenítésére is alkalmasak. Hátrányuk a relatíve kicsi kapacitás.

Ultraszűrő membránok alkalmazási területei: tej koncentrációja sajtgyártás céljából, savó frakcionálás, tejpor előállítása, gyümölcslevek szűrése és olajos szennyvizek szeparálása, tojásfehérje besűrítése (szárítás előtt), olaj-víz emulziók szétválasztása, PAC + UF= íz- és szagvegyületek eltávolítása ivóvízből, autóiparban a festődei vízkezelés.

• NANOSZŰRŐK

A nanoszűrő membránok visszatartása jóval kisebb az egyértékű ionokkal szemben, mint a fordított ozmózis membránoké, a kétértékű ionokat viszont jó hatásfokkal visszatartják a mikroszennyezőkkel, kis molekulatömegű oldott anyagokkal együtt.

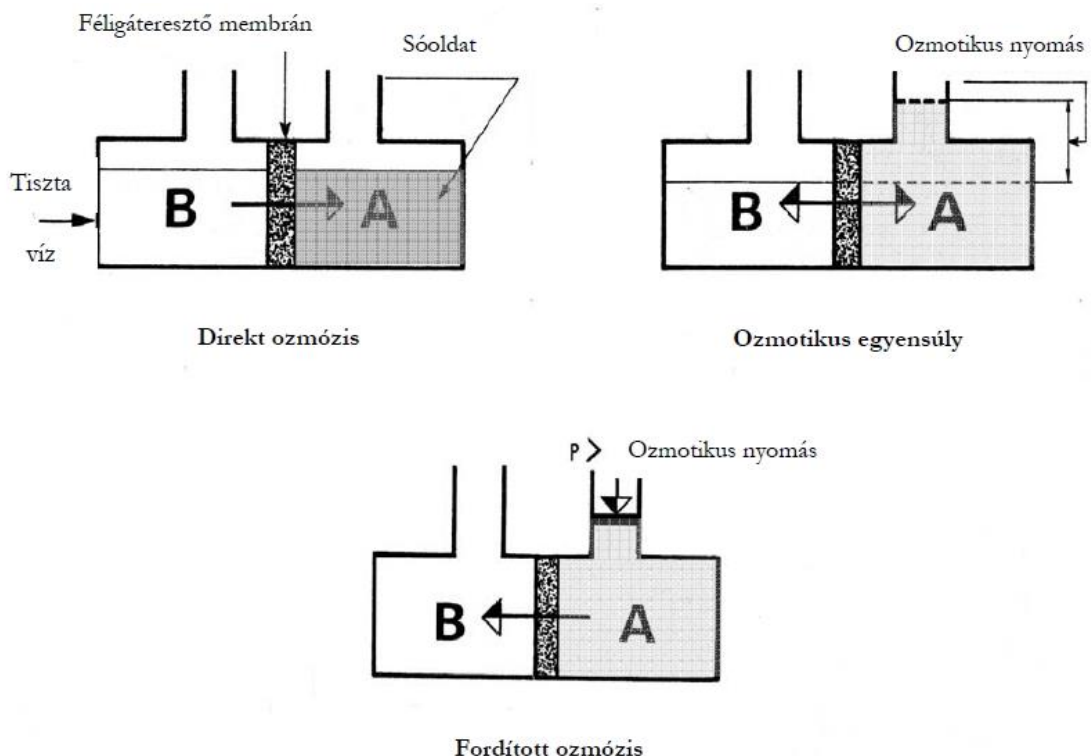
- Cross-flow módban alkalmazhatók
- Szakaszos és folyamatos üzemmódban is üzemeltethetők
- Pórusméret: 1-10 nm, RNaCl: 30-70 %
- Szükséges transzmembrán nyomás: 6-40 bar

Az NF membránok mindegyike aszimmetrikus szerkezetű.

Jellemző alkalmazási területe a felszíni vizekben lévő színezőanyagok eltávolítása, a TOC csökkentése, keménység vagy rádium eltávolítása kútvizekből, nehézfémek kiszűrése ivóvízből, a TDS csökkentése, valamint szerves és szervetlen komponensek elválasztása az élelmiszeriparban, must töményítése, gyümölcslé-sűrítvény gyártása, herbicid, rovarölő szerek elválasztása, gyógyszeripar, tejsavó részleges sótlanítása és besűrítése, növényolaj finomítása, kétértékű ionok eltávolítása, stabil olaj-víz emulziók szétválasztása.

• FORDÍTOTT OZMÓZISOS SÓTALANÍTÓK

A membránszűrésben a hagyományos szűréshez képest a visszatartott anyagok köre kibővül, hiszen bizonyos membránok oldott - akár 0,0001 μm méretű - részecskék visszatartására is képesek.



4.6. ábra: fordított ozmózis működésének magyarázata

Az ozmózis lényege, hogy 2 tartály közé féligáteresztő membránt helyezünk. Az egyik tartályban tiszta víz található (B), a másikba (A) pedig sóoldatot helyezünk. A membrán-réteg a víz számára átjárható, azonban a szennyezőanyag (só) számára nem. A folyamatok a koncentráció-kiegyenlítődés irányába mennek, azonban a só az A tartályból nem tud átjutni a B tartályba (hiszen az ionok számára a membránréteg nem átjárható). Ezért a tiszta víz a B tartályból az A tartályba áramlik, amíg a nyomás olyan értéket nem ér el, amely megakadályozza a további folyadékáramlást (ozmotikus nyomás).

A **fordított ozmózis** az előzőekben vázolt folyamat ellentettje: nyomás hatására a sóoldatból a vízmolekulák a B tartályba áramlanak. Ezáltal a B tartályban tiszta (ionszegény) víz gyűlik össze (ez az ún. permeátum, szűrlet), míg az A tartályban nagy koncentrációjú só oldat (ún. koncentrátum) marad vissza.

Bármely sótalánítási folyamatban, így a membrántechnikai kezelés előtt is a felhasználásra kerülő kezelendő víz eredetétől és összetételétől függően előkezelési eljárások alkalmazása szükséges. Különösen fontos a nyersvíz fizikai és biológiai tisztaságának biztosítása valamint a kémiai lerakódások, kiválások megakadályozása.

Mivel az alkalmazásra kerülő vizek különböző vízbázisból származhatnak és ennek megfelelően összetételük is változó lehet, ezért a jelen fejezetben két – ivóvíz illetve felszíni víz - bázisból származó kezelendő víz előkészítése kerül ismertetésre.

Előkezelési feladatok ivóvíz alkalmazása esetén:

A kezelendő víz szennyezőanyag tartalmának eltávolítására két fokozatban történő eltávolítás szükséges, az első fokozatban 80 – 100 µm-os felületi szűrés, a második fokozatban pedig ún. 1 µm-os résméretű szűrőgyertyával történő mélységi szűrés kerül alkalmazásra.

A fordított ozmózis eljárás során, a koncentrátum oldalon az oldott sótartalom bekonzentrálása történik, ennek következtében a rosszul oldódó sók kémiai jellegű kiválása indulhat el (scaling). A folyamat megakadályozására két technológiai változat alkalmazására is lehetőség van, az egyik főleg kis térfogatú (kb. $\leq 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$) kezelés esetén a keménységet okozó sók eltávolítása vízlágyítási eljárással, a másik főleg nagyobb kezelési térfogatú esetén, pedig lerakódásgátló szer bevitelével valósítható meg.

Mivel a kezelendő víz ivóvíz minőségű, ezért tartalmazhat oxidatív jellegű csírátlanító szer maradványokat, pl. szabad aktív klórt, amelynek irreverzibilis membránkárosító hatása van. A szabad aktívklór tartalom eltávolítása aktívszenes szűréssel vagy redukáló szer (pl. nátrium-biszulfit) adagolással biztosítható. Az aktívszenes szűrő alkalmazásának előnye, hogy a folyamat során a víz szervesanyag tartalma is csökkentésre kerül.

A leggondosabb előkezelés ellenére is az RO berendezés membránjain kialakulhatnak különböző mikrobiológiai élő szervezetek, algák, baktériumok, gombák, stb. Megfelelő csírátlanítási eljárással meg lehet akadályozni ezek kialakulását, elszaporodását. Csírátlanító anyagként nem oxidatív jellegű, széles hatásspektrumú biocid alkalmazása lehetséges.

A fenti előkezelési folyamatok során az alábbi vízminőségi paraméterek érhetők el (csak vízlágyítás esetén):

	<u>Kiindulási érték</u>	<u>Kezelés utáni érték</u>
- Lebegőanyag tartalom:	$\leq 2,0 \text{ mg/l}$	$\leq 1,0 \text{ mg/l}$
- SDI érték:	nem meghatározható	≤ 5
- Szabad aktív klór tartalom:	0,1- 0,5 mg/l	$\leq 0,05 \text{ mg/l}$
- KOI_{PS} :	$\leq 5,0 \text{ mg/l}$	$\leq 5,0 \text{ mg/l}$
- Összes keménység:	5 - 50 mg/l CaO	$\leq 1 \text{ mg/l CaO}$

Előkezelési feladatok felszíni víz alkalmazása esetén:

A kezelendő víz eredetéből adódóan változó, időnként magas lebegőanyag tartalommal rendelkezik, ezért folyamat hatékonyságának növelésére több fokozatú kezelési eljárás kerülhet kialakításra. A felszíni víz kezelésére alkalmazott technológiai folyamatok derítésből (koaguláció, flokkuláció, ülepítés) valamint membrántechnikai eljárásokon alapuló ultraszűrésből állnak. Ezen folyamatok alkalmazásával a lebegőanyag tartalom eltávolításán kívül csökken a kezelendő víz szervesanyag tartalma valamint a víz mikrobiológiai stabilitása is jelentősen fokozódik.

A fenti előkezelési folyamatok során az alábbi vízminőségi paraméterek érhetők el:

	<u>Kiindulási érték</u>	<u>Kezelés utáni érték</u>
- Lebegőanyag tartalom:	$\leq 100 \text{ mg/l}$	$\leq 0,5 \text{ mg/l}$
- Zavarosság érték:	$\leq 100 \text{ NTU}$	$\leq 0,4 \text{ NTU}$
- SDI érték:	nem meghatározható	≤ 5
- Szabad aktív klór tartalom:	nem meghatározható	$\leq 0,05 \text{ mg/l}$
- TOC:	$\leq 15,0 \text{ mg/l}$	$\leq 8,0 \text{ mg/l}$

Fordított ozmózis sótalanítási folyamat:

A fordított ozmózis (röviden: **RO**) eljárás célja az előkezelt tápvíz sókoncentrációjának, szerves és mikrobiológia szennyező anyag tartalmának nagymértékű csökkentése.

A fordított ozmózis vízkezelési technológia egy tipikus fizikai szeparációs eljárás, melynek során az alkalmazott membrán az oldószert – vízmolekulákat – átereszt, de az oldott sókat döntő részben visszatartja. Az eljáráshoz spiráltekercselt magas permeátum flux-szal és sóvisszatartással rendelkező membránt és az ozmotikus nyomás leküzdéséhez magasnyomású szivattyút alkalmazunk. A fordított ozmózis elven működő készülékek az alkalmazott membrán típusától függően 99,3-99,6%-os sóvisszatartással rendelkeznek, a permeátum / nyersvíz arány pedig jelen kétfokozatú technológiában 75 - 80 % közötti lehet. Magas minőségű vízigény - pl. erőművi vagy gyógyszeripari HPW víz - esetén, két fokozat kezelési eljárás alkalmazása szükséges.

Egyfokozatú RO egységgel kezelt víz főbb (névl./max.) jellemzői az alábbiak lehetnek:

- Elektromos vezetőképesség	3,5 / 15,0 $\mu\text{S/cm}$
- pH érték:	5,4 / 5,6
- SiO_2 tartalom:	0,1 / 0,5 mg/l
- TOC tartalom (névl./max.):	0,3 / 0,6 mg/l

Kétfokozatú RO egységgel kezelt víz főbb (névl./max.) jellemzői az alábbiak lehetnek:

- Elektromos vezetőképesség:	0,5 / 1,5 $\mu\text{S/cm}$
- pH érték:	4,9 / 5,1
- pH, CO_2 csökkentéssel:	6,2 / 6,5
- SiO_2 tartalom (névl./max.):	0,01 / 0,05 mg/l
- TOC tartalom (névl./max.):	0,05 / 0,1 mg

A fordított ozmózis eljárás legfontosabb alkotó eleme az RO membrán. Az RO membrán megfelelő alkalmazástechnikai kiválasztásához szükséges a technológiai folyamatra vonatkozó elvárások meghatározása. A megfelelő membrán kiválasztáshoz az alábbi kivonatos membrán gyártói valamint típus információ ad tájékoztatást.

Gyártó/típus	Aktív felület m ²	Stabilizált retenció [%]	Térfogat áram [m ³ /d]	Teszt nyomás [bar]	Teszt NaCl konc. [mg/l]	Csatl.
DOW FILMTEC						
BW30-400/34i	37	99.5	40	15.5	2000	i-LEC
BW30-HR-440i	41	99.7	48	15.5	2000	i-LEC
TORAY						
TM720-400	37	99.7	38.6	15.5	2000	normál
TMG20 430	40	99.5	41.6	7.6	500	normál
TM720L-400	37	99.5	34.8	10	2000	normál
OSMONICS (GE)						
SG8040F1001	35.3	98.5	31.8	15.5	2000	normál
AK8040F 400 HR	37.2	99.5	38.6	8.62	500	normál
HYDRANAUTICS						
CPA3	37.1	99.7	41.6	15.5	1500	normál
ESPA2	37.1	99.6	34.1	10.5	1500	normál

A fordított ozmózis technológia valamint az RO membrán kapacitási, méretezési, kialakítási és típus kiválasztási tervezése a gyártók által rendelkezésre bocsátott tervezői programok alapján történik.

4.3. KIEGÉSZÍTŐ BERENDEZÉSEK

CSERÉLHETŐ BETÉTES SZŰRŐK

Általános ismertető:

A szilárd, lebegő anyagok kiszűrése felületi vagy mélységi szűréssel az RO berendezések megbízható működésének előfeltétele. Alkalmazásuk megnöveli az RO membránok élettartamát, és teljesítményét. Előszűréssel a bejövő víz lebegőanyag tartalma, a biológiai szűrése, szervesanyagok eltávolítása történik. Felületi vagy mélységi szűréssel a technológiai rendszerben következő RO/NF egységek teljesítménye, biztonsággal tartható, a membránok élettartama megnő, a rendszer üzemeltetési és karbantartási költségei csökkennek.

Alkalmazási terület-példák:

- Ivóvíz előállítás
- Kémiai szűrés
- Élelmiszeripar
- Gyógyszeripar
- Galvánipar

Felépítés:


A cserélhető betétes szűrők a szűrőházból és a szűrést végző szűrő-betétből állnak. A kis teljesítményű szűrőházak 1 db, míg az ipari betétes szűrők 3 – 34 db szűrőbetét befogadására alkalmasak.

A szűrőbetétek kialakításától, anyagától, és méretétől függően különböző feladatok ellátására alkalmasak. A pórusméret szerint különböző méretű és eredetű anyagokat tudunk a vízből kiszűrni. Pl. ahol fennáll a biológia lerakódás veszélye a membránrendszereknél, ott az 1 mikron résméretű szűrő a vízben található baktériumok, és férgek túlnyomó részét kiszűri.

Szűrőházak:


- Műanyag szűrőház

Egyszerűen felszerelhető, a szűrőház átlátszó, így a lebegőanyag és szűrőbetétek eltömődöttsége könnyen ellenőrizhető.

Szűrőbetétek		Csatlakozás	Bekötési hossz [mm]	Szűrőház magassága [mm]	
száma	hossza				
1	10"	1/2", 3/4", 1",	122	315	
	20"	1 1/4", 1 1/2"		620	

- Ipari cserélhető betétes szűrőházak:

A több szűrőbetétet is befogadó ipari cserélhető betétes szűrők nagy térfogatáramok megsűrésére alkalmasak. A szűrőház rozsdamentes anyagból készül légtelenítő és ürítő csomaggal. Kis helyigényű, kezelése egyszerű. A berendezés megbízható üzemű, karbantartási igénye minimális.


	Szűrőbetétek			Csatlakozás	Bekötési hossz [mm]	Szűrőház magassága [mm]
	száma	hossza	Teljesítmény m³/h			
3		20"	6	1 1/2"	228	822
		30"	9			1081
		40"	12			1340
6		20"	12	2"	293	826
		30"	18			1085
		40"	24			1344
7		30"	21	2"	293	1085
		40"	28			1344

A gyakorlatban szükség van a táblázatban szereplő méreteknél nagyobb berendezésekre is, 100 m³/h-ig megoldható a feladat egyetlen házban.

Szűrőbetétek:


- Lemosható szűrőbetétek:

A lemosható kivitelű szűrők egy henger alakú szűrőszita segítségével szűrik ki a lebegőanyagokat. A szűrőszita felületi szűrést végez, a ráakódott szilárd szennyeződések folyóvíz alatt egyszerűen letisztíthatók, majd a betét a szűrőházba visszahelyezhető.

	Szűrőbetét hossza	Szűrési résméretetek [μm]	Méretetek [mm]
	10"	80	$\varnothing 64 \times 248$
	20"		$\varnothing 64 \times 508$


- Mélységi szűrést végző szűrőbetétek:

A termikus hőkezeléssel gyártott polipropilén szálakból álló 3 rétegű szűrőbetétek mélységi szűrést végeznek, így nagyobb mennyiségű lebegő szennyezőanyag visszatartására alkalmasak. A nagyobb visszatartó képesség megnöveli a szűrő élettartamát. Magas vegyszerállóság jellemzi. Az eltömődött szűrőbetétet cserélni kell.

	Szűrőbetét hossza	Szűrési résméretetek [μm]	Méretetek [mm]
	10"	1 / 5 / 10 / 20 / 50	$\varnothing 64 \times 248$
	20"		$\varnothing 64 \times 508$
	30"		$\varnothing 64 \times 762$
	40"		$\varnothing 64 \times 1060$


- Kombinált szűrőbetétek:

A polietilén anyagú, szűrőbetét felületi és mélységi szűrést végez. Szűrőanyaga vegyszerálló, szálszakadással nem kell számolni. Felülete részben tisztítható, így élettartama hosszabb a normál mélységi szűrőknél. Az eltömődött szűrőbetét cserélni kell. Belső furat mérete: $\frac{3}{4}$ ", 1 $\frac{1}{4}$ "

	Szűrőbetét hossza	Szűrési résméretetek [μm]	Méretetek [mm]
	10"	25 / 50 / 100	$\varnothing 64 \times 248$
	20"		$\varnothing 64 \times 508$
	30"		$\varnothing 64 \times 762$

- Betétes mikroszűrők:

A membránnal illetve mikroszálakkal szűrő betétek ultratiszta vizek, nagy tisztaságú vegyszerek és folyadékok mikroszűrésére alkalmazhatók. A kialakításuk biztosítja a pórusméretek nagyfokú méretazonosságát, így a szűrési résméret rendkívül pontos, kis szórással rendelkezik. Szűrő anyaga: polipropilén membrán.

	Szűrőbetét hossza	Szűrési résméretetek [μm]	Méretetek [mm]
	10"	0,2	$\varnothing 64 \times 248$
	20"		$\varnothing 64 \times 508$
	30"		$\varnothing 64 \times 762$
	40"		$\varnothing 64 \times 1016$

- Pleated szűrők:

A rakott technikából következik a megnövekedett szűrési felület, ami nagyobb visszatartó képességet garantál, illetve kisebb kezdeti nyomásesést.



(forrás. GE Pleated filters attributes presentation)

A gyertyás szűrőkkel szembeni kezelési követelmények:

- szűrőház leüríthető legyen
- szűrőház légteleníthető legyen
- szűrőgyertya könnyen cserélhető legyen
- szűrőház fedél egyszerűen bontható legyen, megkönnyítve ezzel a gyertyacserét

Szűrők kiválasztásának, méretezésének, tervezésének szempontjai:

- kezelendő víz paraméterei (zavarosság, SDI, biológia stb.)
- vízkezelő technológiai sor megelőző, illetve következő lépése
- vízkezelés célja
- környezeti körülmények (hőmérséklet, nyomás)

Szűrők üzemeltetési szempontjai:

A felületi vagy mélységi szűrők alkalmazásánál fontos a nyomásesést figyelni (2 bar feletti nyomásesésnél a szűrő összeroppan) ezért célszerű a szűrő előtt és után nyomáskülönbség érzékelő elhelyezése. Amennyiben a nyomásesés eléri a 1,5 bar értéket, javasolt a szűrőgyertya cseréje.

VEGYSZERADAGOLÓ ÁLLOMÁSOK

A vegyszeradagoló állomás három fő egységből áll:

- vegyszertároló tartály
- vegyszeradagoló szivattyú
- nyomóvezetékkel összekötött injektor

A vegyszeradagoló szivattyúk villanymotoros meghajtásúak. A meghajtó egység egy membrán vagy dugattyú segítségével áramoltatja az adagolt vegyszert a kettős zárású szelepeken keresztül. Nagy viszkozitású anyagok esetén rugóval terhelt golyós zárású szelep kerül beépítésre.

Az adagolószivattyú működését egy elektromos vezérlőegység szabályozza, amely lehetővé teszi a szükséges beadagolandó mennyiség beállítását. Opcionálisan rendelhető külső vezérlő jelfogadás és hibajeladás.

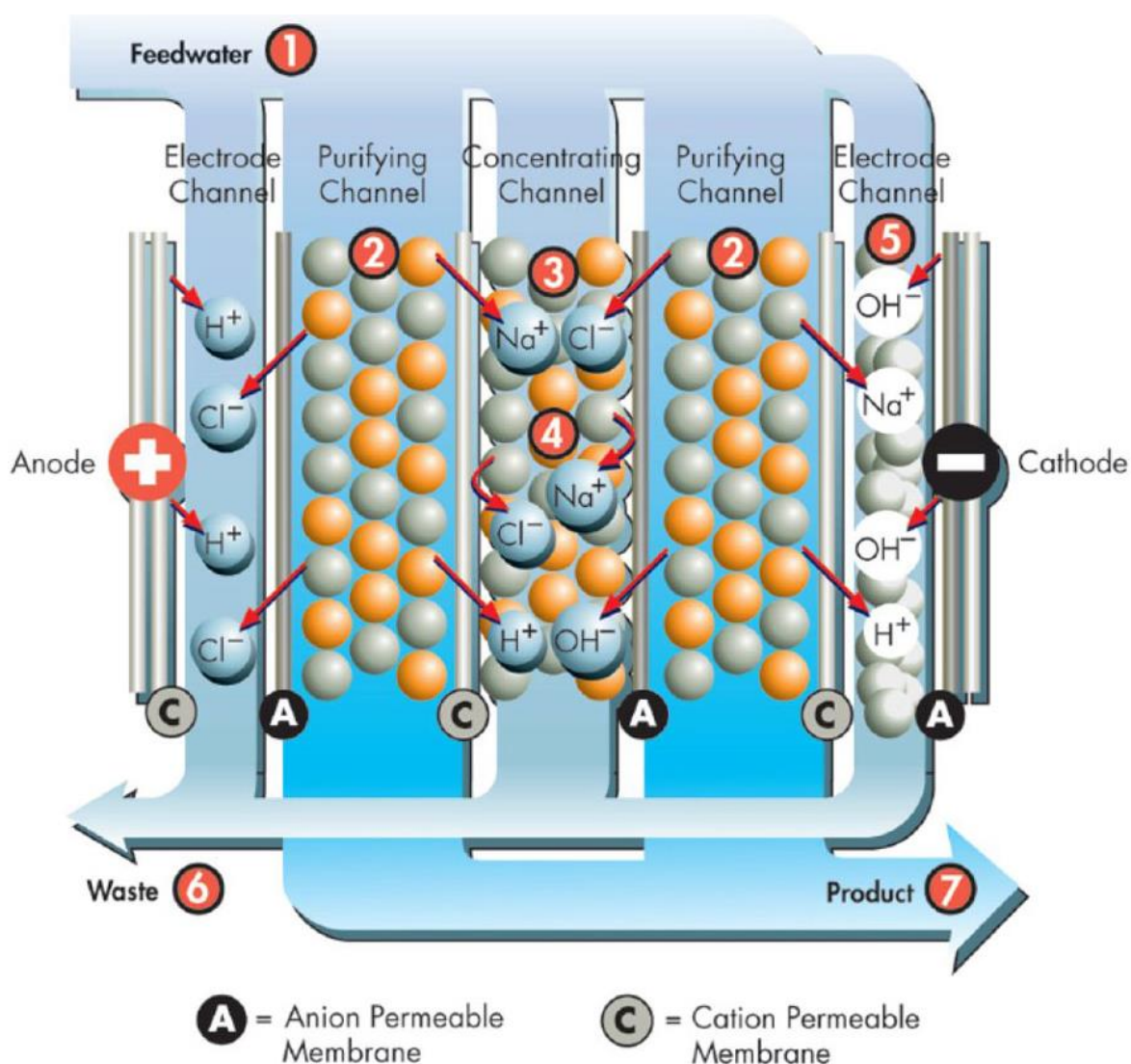


4.5. ábra: Vegyszeradagoló állomás elszívó ernyővel

ELEKTRO-DEIONIZÁCIÓ

Az elektro-deionizációs (röviden: EDI vagy CEDI) sótalanítás célja a lehetőség szerint legkedvezőbb minőségű sótalanított víz elérése. Az elektro-deionizációs eljárás során az ionok eltávolítása ún. transzport mechanizmussal történik, ellentétben a konvencionális ioncserével, ahol az ioncserélő gyanta megköti, majd a regenerálás során elengedi az elválasztani kívánt ionokat.

Az elektro-deionizációs eljárással minimális sótartalmú, nagyon kedvező kémiai összetételű, „sómentes” víz állítható elő nagytisztaságú vizeket igénylő technológiák és felhasználók részére. A „CEDI” modulok több, rekeszes kialakítású, kation- és anion membránokból, valamint kevertágyas gyantablokkokból állnak. Az elősótalanított víz a modulba egy ponton lép be és a készülék teljes keresztmetszetén áramlik, majd a kezelt víz és a koncentrátum egy-egy csatlakozáson távozik a készülékből. A kezelendő víz ionos formában lévő oldott sói előbb megkötődnek a kevertágyas ioncserélő gyantán, majd az alkalmazott egyenfeszültség hatására a pozitív ionok a katód felé, a negatív ionok az anód felé vándorolnak, a gyantával töltött termék-rekeszekből kation-anion membránokon keresztül átkerülnek a koncentrátum-rekeszekbe. Amint a víz a gyantarekeszekben ionmentesítődik, a DC feszültség hatására, a bevezetett víz egy minimális részéből hidrogén és hidroxid ionok keletkeznek, amelyek hatékony ionvándorlással regenerálják az ioncserélő gyantát.



4.6. ábra: A CEDI modul felépítése, működése

CEDI egységgel kezelt víz főbb (névl./max.) jellemzői az alábbiak lehetnek:

- Elektromos vezetőképesség: 0,055 / 0,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- pH érték: 7,0 / 8,0
- SiO_2 tartalom: $\leq 0,002 \text{ mg/l}$
- TOC tartalom: $\leq 0,1 \text{ mg}$

A CEDI rendszer előnyei hagyományos (pl. ioncserés) technológiával szemben:

- Vegyszermentes kezelés, nincs szükség regeneráló vegyszerekre
- Nincs öblítési, regenerálási veszteség
- Megszakítások nélküli, folyamatos üzem
- Az állandó elektromos tér akadályozza a mikroorganizmusok növekedését
- Nincs ágykimerülés miatt ionáttörés
- Nincs a gyantatöredezés, kimosódás

UV KEZELÉS

Az ultraibolya sugárzású kezelés (röviden: UV) célja a víz szerves anyag tartalmának csökkentésére valamint a mikrobiológiai tisztaságának fokozására.

Az UV sugárzás alkalmas a mikroorganizmusok hatékony roncsolására, valamint a szervesanyag mennyiségének csökkentésére. Az erre a célra alkalmazandó legmodernebb UV készülék periodikusan állít el 185 nm-es ún. ózonfejlesztő, majd 254 nm-es ózonbontó hullámhosszokat. Az ultraibolya besugárzás alkalmazásával lehetővé válik a mikroorganizmusok roncsolása vegyszerfelhasználás ill. káros anyag keletkezése nélkül, azonban az ultraibolya sugárzás (a sugárzóelem teljesítményének függvényében) csak néhány centiméteres vízrétegben tudja fertőtlenítő hatását a kívánt mértékben kifejteni. A sugárzás fertőtlenítő hatását csak a sugárzás időtartama alatt tudja kifejteni, a hálózati mikrobiális elszaporodást nem tudja megakadályozni. Ezért az ózonhoz hasonlóan, vezetékes ivóvíz-ellátásban fertőtlenítő eszközként csak más anyagokkal kombinálva alkalmazható.

„POLISHING” KEZELÉS

A membrántechnikai berendezések által előállított finom sóatlanított vizek az egyes felhasználói elvárások teljes körű kielégítéséhez még igényelhetnek további ún. „polishing” kezelő technológiai eljárásokat és azokat megvalósító egységeket. Ezen technológiai egységek lehetnek, pl. a víz szilikát és vezetőképesség értékének további minimalizálása kevertágyas ioncserélők (röviden: MX), valamint a víz részecske méretének és mennyiségének csökkentése ultraszűrők (röviden: UF).

A kevertágyas ioncserélők ultra tisztaságú szervesanyag tartalmat is csökkentő kevertágyas ioncserélő töltettel rendelkeznek, amelyek az erőműi, illetve elektronikai felhasználásra kerülő

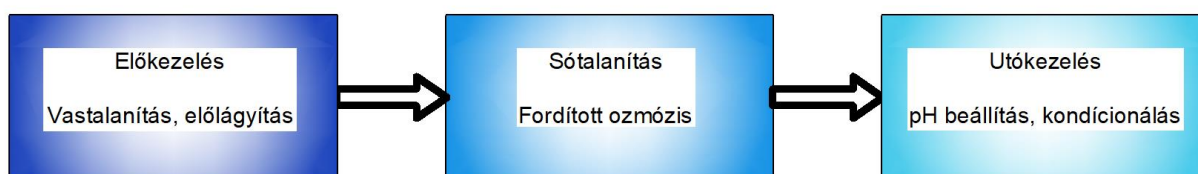
finomsótalanított víz minőségének további fokozására szolgálnak. A töltetek kimerülése a vezetőképesség- és/vagy a SiO_2 - és/vagy TOC-mérő műszerek mért értékei alapján kerül meghatározásra, a töltet tervezett élettartama a kezelendő víz alacsony terheléséből adódóan kb. 1 - 3 év.

5. KÜLÖNBÖZŐ VÍZMINŐSÉGEK ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ SZÜKSÉGES VÍZKEZELÉSI TECHNOLÓGIÁK ISMERTETÉSE

A különböző berendezések megfelelő minőségű vízzel való ellátására szolgáló rendszerek technológiai és felépítési koncepcióit a kezelendő víz eredetének és összetételének ismeretében, valamint az igényelt felhasználási területre jellemző, illetve a kezeltvíz mennyiségére és minőségére vonatkozó szabványok, elvárások figyelembevételével kell meghatározni.

Az alábbiakban bemutatott technológiai folyamatok átlagos vízforrásokra és általános elvárások esetén kerülnek alkalmazásra. Speciális esetekben ettől jelentősen eltérő műszaki megoldásokra lehet szükség. A technológia kiválasztása minden esetben szakember feladata!

5.1. TIPIKUS KAZÁNPÓTVÍZ ELŐÁLLÍTÓ TECHNOLÓGIA



5.1. ábra: Gőzkazán pótvíz ellátása

Egy gőzkazán pótvíz előállító rendszerét mutatja a folyamatábra. A vízforrás egy kút, amely mélységi vizet biztosít a technológia számára. A mélységi vizeket a legtöbbször vastalanítani és mangánmentesíteni kell. A fordított ozmózis (RO) berendezésben történő kiválások elkerülése érdekében az előkezelés része még egy előlagytító berendezés is, ami a keménységet csökkenti. Ezt bizonyos esetekben lerakódásgátló vegyszeradagolással lehet helyettesíteni, ez technológiai és gazdaságossági kérdés.

A sóttalanítás fordított ozmózis eljárással történik, ahol a vízáram permeátumra és koncentrátumra van szétválasztva. A permeátum 99,5%-ban sóttalanított víz, ez kerül utókezelésre a 3/A fejezetben leírt igények szerint.

5.2. TIPIKUS HŰTŐKÖRI PÓTVÍZ ELŐÁLLÍTÁS

A hűtőkörök pótvíz ellátása nagyban különbözik attól függően, hogy nyitott, vagy zárt hűtőrendszerről beszélünk.

A nyitott hűtőrendszerek sokkal kitettebbek a biológiai aktivitásnak, hiszen baktériumok és algák telepednek meg rajtuk. Ugyanakkor ennél a típusnál jelentős a párolgási veszteség és a cseppelhordás is, ezért jelentős mennyiségű pótvizet kell biztosítani. Cseppelhordással az adagolt vegyszerek egy része is távozik, emiatt a drága biocidokat nem alkalmazzák, a gyakorlatban általában az olcsó NaOCl (hypo) kerül adagolásra. De nagyon jó tapasztalatok vannak ClO₂ (klórdioxid) használata esetén is, kis mennyiségben is rendkívül hatásosan tisztán tartja a hűtőkört.

Nyitott hűtőrendszereknél gyakran a recirkulált vizet kezelik az alábbi folyamatábra szerint:



5.2. ábra: Nyitott hűtőköri vízkezelés

Zárt hűtőrendszereknél -mivel minimális a veszteség- célszerű sóatlanvizet használni, ezzel a lépéssel a lerakódások nagy része megelőzhető. A sóatlan víznél bátrabban lehet emelni a pH-t, mert nem okoz kiválásokat. A korróziót az adagolt inhibítorok lassítják, vagy gátolják. Csíramentesítésre biocid vagy klórdioxid használatos. Ha hálózati vízből dolgozunk, a fordított ozmózis berendezés előtt ügyelni kell a klórmentesítésre, mert az aktív klór károsítja a membránt.

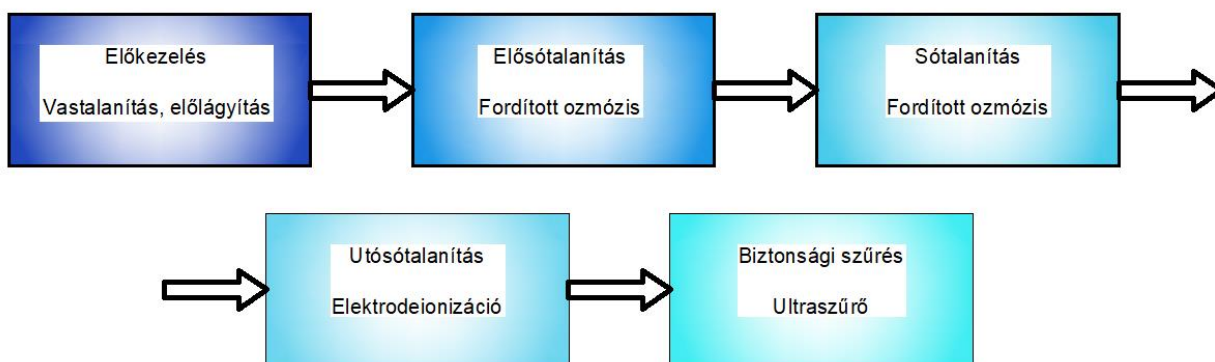


5.3. ábra: Zárt hűtőköri vízelőkészítés

5.3. TIPIKUS GYÓGYSZERIPARI VÍZKEZELŐ TECHNOLÓGIA

A gyógyszeripar magas követelményeket támaszt a technológiai vízzel szemben. Az egyes országokban különböző szabványok szabályozzák ezeket a vízminőségeket, leggyakrabban az USP 37 és a Ph. Eur. (European Pharmacopoeia).

Fontos a mikrobiológiai tisztaság és az alacsony vezetőképesség ($<1 \mu\text{S}/\text{cm}$).



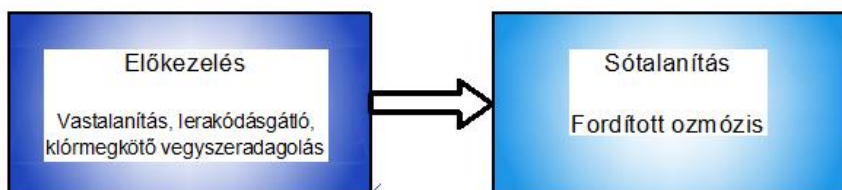
5.4. ábra: Gyógyszeripari vízelőkészítés

Biztonságosan a megfelelő minőséget az 5.4-es ábrán látható folyamattal lehet előállítani. A mikrobiológiai tisztaságot rendszeres fertőtlenítéssel biztosítják, ami a gyógyszeriparban manapság legtöbbször ún. hőszanitálással történik.

5.4. TIPIKUS PÁRÁSÍTÓ VÍZELŐKÉSZÍTÉS

Párásító rendszerekben sótalan és mikrobiológiailag is tiszta vizet célszerű használni. Egy fokozatú sótalanítás általában elég, de bizonyos szigorú ipari előírások mellett több lépcsős sótalanításra is szükség lehet.

Az 5.5-ös ábrán egy olyan technológiai sort látunk, amely kútvízből dolgozik. Ezt először vastalanítani kell, majd klórmentesíteni, végül fordított ozmózis berendezéssel sótalanítani. Mivel nem célszerű semmilyen csíramentesítő vegyszert adagolni a porlasztásra kerülő vízbe, az RO permeátumot minél előbb fel kell használni! Ha ez nem lehetséges, akkor utókezelésként a csíramentes állapot fenntartására UV sugárzót kell alkalmazni.

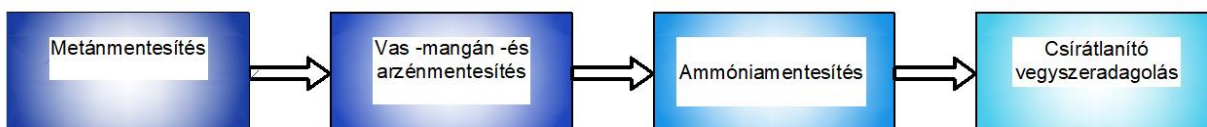


5.5. ábra: Párásító rendszer vízelőkészítése

5.5. TIPIKUS IVÓVÍZ KEZELŐ TECHNOLÓGIA

Magyarországon az ivóvízellátás nagyon sok helyen mélységi vízbázisból van megoldva. A mélységi vizeknek van előnyük és hátrányuk. Előnyük, hogy mikrobiológiai kockázatuk alacsony, hátrányuk, hogy általában nagy mértékben tartalmaznak oldott vasat, mangánt, ammóniát és metánt. Sok helyen arzént is. Ezeknek a határérték alá szorításához komplex vízkezelő rendszert kell biztosítani. Ezek gyakran az 5.6-os ábrán bemutatott technológiai lépcsőkből állnak.

A kútból feljövő vizet először metánmentesíteni kell, hogy ez a veszélyes gáz ne okozhasson problémát a kezelés további részében. A vas-mangán –és arzénmentesítés ugyanazon töltetes berendezésben játszódik le. Ehhez először oxidálni kell a víz ezen komponenseit, mely sokszor NaOCl vagy más oxidálószer adagolásával történik. Az ammóniamentesítés történhet többféleképpen, biológiai úton vagy törésponti klórozással. Ez utóbbinál a beadagolt nagy mennyiségű klórt aktívszén tölteten el kell távolítani, majd a csíramentes állapot fenntartása érdekében újabb –kisebb mennyiségű- klórt kell hozzáadni.



5.6. ábra: Ivóvíz kezelő technológia

Az ivóvíz előkészítésben ma itthon még ritkán alkalmaznak membránszeparációs eljárásokat, inkább a hagyományos technológiákat részesítik előnyben. Igaz, néhány modern vízműnél megjelentek már az ultraszűrők, amelyek egy új szintet képviselnek a tiszta ivóvíz előállításában.

6. AZ EGYES TECHNOLOGIÁK HOZZÁVETŐLEGES BERUHÁZÁSI ÉS ÜZEMELTETÉSI KÖLTSÉGEI

6.1. BERUHÁZÁSI KÖLTSÉGEK

A vízkezeléssel kapcsolatos beruházást megelőzően számítható annak bekerülési költsége. Egy-egy vízkezelő technológia beruházási költsége az alábbi szempontok függvényében jelentősen eltérhet:

- milyen minőségű vízből milyen mennyiségű/minőségű vizet szeretnénk előállítani?
- rendelkezünk a szükséges mennyiségű/nyomású nyersvízzel?
- rendelkezésre áll megfelelő méretű, temperált gépház a gépészet számára?
- rendelkezünk a szükséges mértékű villamos energia ellátással a telepítés helyszínén?
- a keletkező hulladékvizek elhelyezése megoldott, van megfelelő szennyvíz csatorna?
- megfelelően megközelíthető a telepítési helyszín (alagsori vagy emeleti gépház)?
- szükséges hatóságilag engedélyeztetni a tervezett vízkezelő technológiát?
- szükséges próbaüzemet végezni a használatba vételt megelőzően?

Az alábbiakban a beruházási költség meghatározásához, a technológiai elemek gépköltségét mutatjuk be. A táblázatban kizárólag a gépészeti eszközök költsége szerepel, az engedélyeztetési, szállítási, telepítési, beüzemelési díjakkal nem kalkuláltunk.

A táblázatban szereplő költségek tájékoztató jellegűek, minden esetben kérjünk szakcégtől műszaki és árajánlatot!

Tervezett technológia megnevezése	Beruházási költség 1-10 m ³ /h kezelési térfogatáram esetén (nettó)	Beruházási költség 10-50 m ³ /h kezelési térfogatáram esetén (nettó)
Előoxidálás KMnO ₄ adagolással	330 000 - 510 000 Ft/db	330 000 - 510 000 Ft/db
Előoxidálás NaOCl adagolással	230 000 - 380 000 Ft/db	230 000 - 380 000 Ft/db
FeCl ₃ oldat adagolás	380 000 - 590 000 Ft/db	380 000 - 590 000 Ft/db
Multimédia szűrés*	150 000 - 210 000 Ft/m ³	210 000 - 206 000 Ft/m ³
Katalitikus töltetű szűrés*	250 000 - 510 000 Ft/m ³	510 000 - 330 000 Ft/m ³
Aktívszén töltetű szűrés*	180 000 - 160 000 Ft/m ³	160 000 - 280 000 Ft/m ³
Ioncserés vízlágyítás	190 000 - 110 000 Ft/m ³	110 000 - 130 000 Ft/m ³
Ioncserés sótalanítás	2 200 000 - 310 000 Ft/m ³	310 000 - 170 000 Ft/m ³
Ultraszűrés	4 200 000 - 960 000 Ft/m ³	960 000 - 650 000 Ft/m ³
Nanoszűrés	2 500 000 - 1 200 000 Ft/m ³	1 200 000 - 750 000 Ft/m ³
Lerakódásgátló szer (membránvédő) adagolás	230 000 - 380 000 Ft/db	230 000 - 380 000 Ft/db
Biocid (membránvédő) adagolás	230 000 - 380 000 Ft/db	230 000 - 380 000 Ft/db
RO sótalanítás	2 500 000 - 1 200 000 Ft/m ³	1 200 000 - 750 000 Ft/m ³
UV csíráatlanítás	200 000 - 60 000 Ft/m ³	60 000 - 40 000 Ft/m ³
Kazánpótvíz kondicionálás (vegyszerenként)	230 000 - 380 000 Ft/db	230 000 - 380 000 Ft/db

*: Nagyobb berendezéseknél a fém oszlopok miatt magasabb a fajlagos költség

6.2. ÜZEMELTETÉSI KÖLTSÉGEK

Üzemeltetési díjnak nevezünk minden olyan költségtényezőt, mely a vízkezelő technológia megfelelő fenntartásához és üzemeltetéséhez szükséges. Ide soroljuk az üzemeltetés során felhasznált vegyszerek, villamos energia, kopó alkatrészek árát, az üzemeltetés során esetlegesen keletkező veszélyes hulladék elhelyezésének költségét, az időszakos karbantartások díját és az üzemeltetést végző személyzet költségét.

Az alábbi táblázat nagyságrendileg mutatja be a különböző technológiai egységek üzemeltetési költségeit. A táblázatban szereplő költségértékek nem tartalmazzák az esetlegesen szükséges karbantartási díjat vagy a kezelő személyzet költségét:

Tervezett technológia megnevezése	Üzemeltetési költség 1-10 m ³ /h kezelési térfogatáram esetén (nettó)	Üzemeltetési költség 10-50 m ³ /h kezelési térfogatáram esetén (nettó)
Előoxidálás KMnO ₄ adagolással	2-6 Ft/m ³	2-6 Ft/m ³
Előoxidálás NaOCl adagolással	0,2-1 Ft/m ³	0,2-1 Ft/m ³
Multimédia szűrés	Csak az öblítővizekkel kell kalkulálni	
Katalitikus töltetű szűrés		
Aktívszén töltetű szűrés		
Ioncserés vízlágyítás	3,5 Ft/m ³ csökkentett nk°-onként nyersvíz összetételétől nagyban függ	3,5 Ft/m ³ csökkentett nk°-onként nyersvíz összetételétől nagyban függ
Ioncserés sótalanítás		
Ultraszűrés (vegyszerek nélkül)	10,5 - 9,4 Ft/m ³	9,4 - 8,5 Ft/m ³
Nanoszűrés (vegyszerek nélkül)	26,5 - 17,5 Ft/m ³	17,5 - 14,4 Ft/m ³
Lerakódásgátló szer (membránvédő) adagolás	5 - 8 Ft/m ³	5 - 8 Ft/m ³
Biocid (membránvédő) adagolás	10 - 15 Ft/m ³	10 - 15 Ft/m ³
RO sótalanítás (vegyszerek nélkül)	28 - 18,4 Ft/m ³	18,4 - 16,3 Ft/m ³
UV csíráatlanítás	1,3 - 0,4 Ft/m ³	0,5 - 0,2 Ft/m ³
Kazánpótvíz kondicionálás (pH-beállító)	7,5 Ft/m ³	7,5 Ft/m ³
Kazánpótvíz kondicionálás (foszfát + oxigénmegkötő)	10,3 Ft/m ³	10,3 Ft/m ³

MELLÉKLETEK

I. SZÁMÚ MELLÉKLET

KÉMIAI PARAMÉTEREK ÉS IVÓVÍZHATÁRÉRTÉKEK

(kivonat a **201/2001 (X.25.) Az Ivóvíz minőségi követelményeiről...szóló Korm. rendeletről**,
összehasonlítva a fontosabb nemzetközi határértékekkel)

1. Indikátor vízminőségi jellemzők

A vízfelhasználást zavaró, de az emberi egészséget nem veszélyeztető anyagok

Komponens	Mérték-egység	WHO /1996	83EU /1998	201/2001 Korm. rendelet	Megjegyzés a Korm. rendelethez
Szín, szag					A fogyasztó számára elfogadható legyen
Alumínium	Al µg/l	200	200	200	
Ammónium Karszt-,talaj-,parti szűrészű vízbázis	NH ₄ ⁺ mg/l	1,5	0,5	0,5 0,2	
Klorid Karszt-,talaj-,parti szűrészű vízbázis	Cl ⁻ mg/l	250	250	250 100	
Fajl. el. vez.kép./20°C	µS/cm		2500	2500	
pH legalább legfeljebb		-	6,5 9,5	6,5 9,5	Klórozásos fertőtlenítésnél: max. 8,5
Vas	Fe mg/l	0,3	0,2	0,2	
Mangán	Mn mg/l	0,1	0,05	0,05	
KOI _{ps} Karszt-,talaj-,parti szűrészű vízbázis	O ₂ mg/l		5,0	5,0 3,5	
TOC (összes szerves szén)					Nincs szokatlan változás
Szulfát	SO ₄ ²⁻ mg/l	250	250	250	
Nátrium	Na mg/l	200	200	200	
Össz. keménység legalább legfeljebb	CaO mg/l	- -	50 350	50 350	
Fenolindex	µg/l		20	20	
Olajszármazékok	µg/l		50	50 200	UV-módszer TPH/GC m. / OKK OKI előírás
Össz. oldott anyag	mg/l	1000	-	-	EU, 201/2001 Korm.r.: nincs határérték
Cink	Zn µg/l	3000	-	-	EU, 201/2001 Korm.r.: nincs határérték
Szulfid	S ²⁻ mg/l	0.05	-	-	EU, 201/2001 Korm.r.: nincs határérték

2. Kémiai vízminőségi jellemzők

Az emberi egészséget veszélyeztető anyagok

Komponens	Mérték- egység	WHO /1996	83EU /1998	201/2001 Korm. rendelet	Megjegyzés a 201/2001 Korm. rendelethez
Antimon	Sb µg/l	5,0	5,0	5,0	
Arzén	As µg/l	10	10	10	
Benzol	µg/l	10	1,0	1,0	
Benz(a)pirén	µg/l	0,7	0,010	0,010	
Bór	B mg/l	0,5	1,0	1,0	
Kadmium	Cd µg/l	3,0	5,0	5,0	
Króm	Cr µg/l	50	50	50	
Réz	Cu µg/l	2000	2000	2000	
Cianid	CN ⁻ µg/l	70	50	50	
1,2-Diklóretán	µg/l	30	3,0	3,0	
Fluorid	F ⁻ mg/l	1,5	1,5	1,5	
Ólom	Pb µg/l	10	10	10	
Higany	Hg µg/l	1,0	1,0	1,0	
Nikkel	Ni µg/l	20	20	20	
Nitrát	NO ₃ ⁻ mg/l	50	50	50	$C_{\text{nitrát}} / 50 + C_{\text{nitrít}} / 3 \leq 1$
Nitrít Karszt-,talaj-,partiszűrészű vízbázis, hálózat	NO ₂ ⁻ mg/l	3	0,50 0,10	0,50 0,10	$C_{\text{nitrát}} / 50 + C_{\text{nitrít}} / 3 \leq 1$
Peszticidek / komponens	µg/l	<i>komponen- senként eltérő</i>	0,10	0,10	Aldrin, dieldrin, heptaklór, heptaklór-epoxid: 0,030 µg/l
Összes peszticid	µg/l		sum:0,50	sum:0,50	
PAH a felsorolt komponensek összege	µg/l		sum: 0,1	sum: 0,1	benz(b)fluorantén benz(k)fluorantén benz(ghi)perilén ind.(1,2,3-cd)pirén
Szelén	Se µg/l	10	10	10	
Tetraklór-etilén + Triklór-etilén		40 70	sum: 10	sum: 10	
Trihalometánok	µg/l	200 100 100 60	sum: 100	sum: 50	kloroform bromoform dibróm-klórmetán bróm-diklórmetán
Cis-1,2-diklór-etilén		50		50	
Bárium	Ba µg/l	700			EU, 201/2001 Korm.r.: nincs határérték

IRODALOMJEGYZÉK

Folyóiratok:

- Magyar Épületgépészet LXV. évfolyam, 2016/7-8.
- Magyar Épületgépészet LXIV. évfolyam, 2015/3.

Egyetemi oktatási anyagok:

- BME Építőmérnöki Kar, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék: Vízisztítás jegyzet (2007)
- Pannon Egyetem, Mérnöki Kar: Különböző iparágak és lakossági szolgáltatások speciális vízminőség igényeinek biztosítása –egyetemi jegyzet (2014)

Web

- www.hidrofilt.hu
- www.bwt.hu
- www.molewater.com
- www.lenntech.com

Szakmai konferencia

- Víz –és szennyvízkezelés az iparban 2016 - Truchly László: Hűtőkörök vízkezelése szakmai előadás