

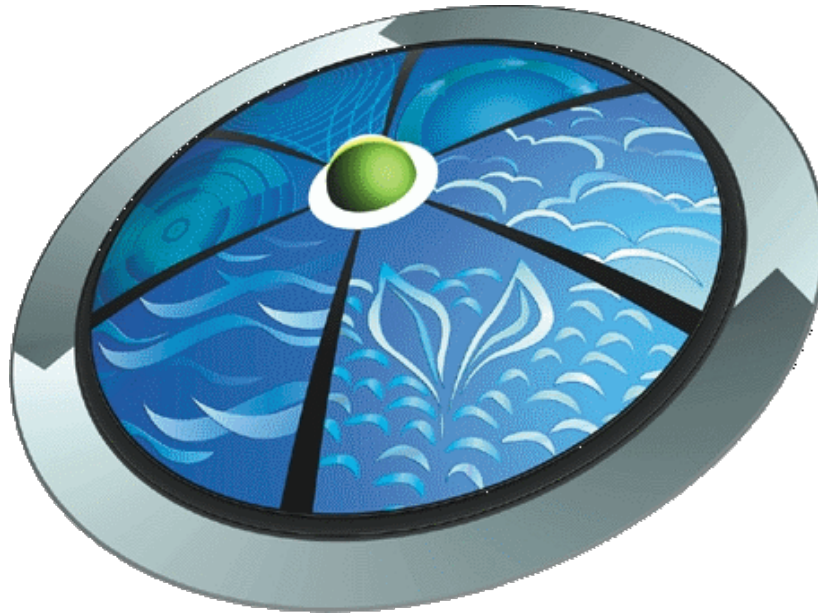


Az anyag a TÁMOP-
4.1.2.A/1-11/1-2011-0089
téma keretében készült a
Pannon Egyetemen.



Környezetmérnöki Tudástár

Sorozat szerkesztő: Dr. Domokos Endre



XXVI. kötet

Ivóvíztisztítás és víztisztaságvédelem

Kovács Zsófia



Az anyag a TÁMOP-
4.1.2.A/1-11/1-2011-0089
téma keretében készült a
Pannon Egyetemen.



Környezetmérnöki Tudástár
Sorozat szerkesztő: Dr. Domokos Endre

XXVI. kötet

Ivóvíztisztítás és víztisztaságvédelem

Szerzők:

Kovács Zsófia
Kárpáti Árpád

Lektorálta:

ISBN: 978-615-5044-93-9

2013
Veszprém
Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet

Környezetmérnöki Tudástár

eddig megjelent kötetei

01. Környezetföldtan
02. Környezetgazdálkodás
03. Talajvédelem, talajtan
04. Egészségvédelem
05. Környezeti analitika
06. Környezetvédelmi műszaki technológiák, technológiai rendszerek modellezése, ipari technológiák és szennyezéseik
07. Környezettan
08. Földünk állapota
09. Környezeti kémia
10. Vízgazdálkodás-szennyvíztisztítás
11. Levegőtisztaság-védelem
12. Hulladékgazdálkodás
13. Zaj- és rezgésvédelem
14. Sugárvédelem
15. Természet- és tájvédelem
16. Környezetinformatika
17. Környezetállapot-értékelés, Magyarország környezeti állapota, monitorozás
18. Környezetmenedzsment rendszerek
19. Hulladékgazdálkodás II.
20. Környezetmenedzsment és a környezetjog
21. Környezetvédelmi energetika
22. Transzportfolyamatok a környezetvédelemben
23. Környezetinformatika II.
24. Talajtan és talajökológia
25. Környezetvédelmi monitoring
26. Ivóvíztisztítás és víztisztaság-védelem
27. Levegőtisztaság-védelem és klímakutatás
28. Nukleáris mérési technológia környezetmérnököknek
29. Biztonságtudomány
30. Környezetállapot értékelés
31. Sugárvédelem II.
32. Szennyvíztisztítás korszerű módszerei
33. Környezetmérnökök katasztrófavédelmi feladatai
34. Környezetvédelmi analitika
35. Környezeti auditálás

Felhasználási feltételek:

Az anyag a Creative Commons „Nevezd meg!-Ne add el!-Így add tovább!” 2.5 Magyarország Licenc feltételeinek megfelelően szabadon felhasználható.



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnevét, a Mű címét).



Ne add el! — Ezt a művet nem használhatod fel kereskedelmi célokra.



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

További felhasználás esetén feltétlenül hivatkozni kell arra, hogy
"Az anyag a TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0089 téma
keretében készült a Pannon Egyetemen."

Részletes információk a következő címen találhatóak:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/hu/>

Tartalomjegyzék

| | |
|---|-----------|
| 1. Víz tisztaságvédelem..... | 7 |
| 2. Víz/ivóvíz jelentősége..... | 10 |
| 3. Nyersvíz-bázisok minőségvédelme..... | 13 |
| 3.1. Vízvédelmi/Vízbázisvédelmi feladatok..... | 13 |
| 4. Nyersvíz minősítés, minőségi követelmény rendszer..... | 17 |
| 4.1. Jogszabályi előírások..... | 17 |
| 4.2. Ivóvíz felhasználáshoz alkalmazott nyersvizek minősége..... | 31 |
| 4.3. Ivóvíztisztítás menetének általános bemutatása..... | 33 |
| 5. Vízkivétel, víznyerés..... | 35 |
| 5.1. Víztermelő módok és berendezések..... | 35 |
| 6. Karsztvizek és parti szűrésű vizek biztonsági kezelése..... | 39 |
| 6.1. Parti szűrésű vizek biztonsági kezelése..... | 39 |
| 6.2. Karsztvíz és forrásvíz biztonsági kezelése..... | 40 |
| 6.3. 6.3 Mélyfúrású, artézi kutak vizének biztonsági kezelése..... | 43 |
| 7. Víz tározók vízminőségvédelme..... | 45 |
| 7.1. Tavak vizének tisztítása..... | 45 |
| 7.2. Völgyszárógátas tározó vizének tisztítása..... | 45 |
| 8. Ivóvíz előállítása felszíni vizekből..... | 46 |
| 8.1. A felszíni víz minőségét befolyásoló tényezők..... | 46 |
| 8.2. A folyók vizének tisztítása..... | 47 |
| 9. Mikroszennyezők és szermaradványok eltávolítása ivóvizeinkből..... | 51 |
| 9.1. Mikroszennyezők és szermaradványok jellemzése..... | 51 |
| 9.2. Előfordulásuk..... | 53 |
| 9.3. Mikroszennyezők és szermaradványok eltávolítása..... | 53 |
| 9.4. Ivóvíz arzéntartalma és egészségügyi hatásairól..... | 55 |
| 10. Kémiai és elektrokémiai módszerek és alkalmazásuk az ivóvíz előállításnál..... | 58 |
| 10.1. Kémiai módszerek az ivóvíztisztításban..... | 58 |
| 10.2. Elektrokémiai módszer az ivóvíztisztításban..... | 64 |
| 11. Biológiai szerves anyag eltávolítás az ivóvíz előkészítésnél..... | 66 |
| 12. Korszerű vízlágyító eljárások – ioncsere és fordított ozmózis..... | 68 |
| 13. UV fertőtlenítés elmélete és gyakorlata az ivóvízelőkészítésben..... | 70 |
| 13.1. Fertőtlenítés és vezetékes vízellátás..... | 70 |
| 14. Vízelosztás, diagnosztika és a meghibásodások gyors javítási lehetőségei..... | 72 |

| | |
|--|------------------|
| 14.1. Vízbiztonsági terv | 72 |
| 14.2. Vízbiztonsági rendszer létesítésének fő elemei..... | 73 |
| 14.3. Veszélyelemzés-kockázatértékelés..... | 74 |
| 14.4. Vízbiztonsági terv fejezetei | 74 |
| <i>ESETTANULMÁNY</i> | <i>75</i> |

1. Víz tisztaságvédelem

Ahogy a szervezetünk jelentős részét a víz teszi ki, úgy a Föld felszínének mintegy háromnegyed részét is víz borítja. (Ezért is nevezik „kék bolygónak.”). Ha egyenletesen volna elosztva, a Föld felszínén mintegy 2700 méter vastag burkot lehetne belőle képezni. Ennek a hatalmas vízmennyiségnek azonban csak egy része (felszíni és felszín alatti víz) az, amely az emberiség számára felhasználható. A Földünk felületének 71%-át tengerek (egymás összeköttetésében lévő óceánok és beltengerek), 2 %-át a szárazföldeken található felszíni vizek borítják. Gáz, folyékony, szilárd halmazállapotban jelen van mindenütt (geoszférában, atmoszférában és bioszférában). Egyik fenntartó eleme a földi rendszereknek. Kölcsönhatásban a napenergiával, a párolgási és kondenzációs folyamat útján hűti, vagy melegíti az atmoszférák által meghatározott éghajlatot. A víz jelenléte a földi rendszerben előfeltétele az emberi jelenlétnek.

A felhasználható édesvíz egy kis része felhők, köd, vízgőz formájában az atmoszférában van jelen. Másik, s egyben nagyobb része a felszín alatti (talajvíz) található illetve felszíni vízként tavak, folyók stb. alakjában fordul elő. A világnak azon részein, ahol nincs elegendő édesvíz, tengervíz sótalánításával jutnak ivásra, főzésre alkalmas vízhez.

A víz iránti igény napról-napra egyre nő. A víz a természet, a földi élet számára is, de az emberi társadalom, a társadalmi fejlődés számára is létfontosságú, nélkülözhetetlen természeti javak egyike. A víz nemcsak a természet terméke, hanem egyben része a társadalmi újratermelési folyamatnak is, aminek lényege az anyagi javak termelésének állandó fenntartása és megújulása, rendszerint magasabb szinten.

Becslések alapján a fejlett országok 2-3-szor annyi vizet használnak, mint amennyit a természetes vízkörforgás biztosít. Emiatt fokozódó mértékben hasznosítják a rétegvíz tartalékokat, ami a talajvíz szintjének nem kívánatos csökkenésével jár, de egyre nagyobb mértékben kell a vízhiányt szennyezett felszíni vizekből költséges tisztítással is fedezni.

Magyarország a vízben szegény országok közé tartozik, miután a természetes körforgásban kevesebb, mint 1000m³/fő/év csapadék jut az ország területére. Az ország felszíni vízkészlete több mint 90%-ka külföldről érkezik, vizeink alvízi jellegűek, így folyóink vízminőségét és mennyiségét sincs módunk szabályozni. Miközben a vízkészleteink egyelőre fedezni képesek az ország vízigényét, problémát jelent, hogy míg a vízkészletek kb. 85%-ka a Duna és 15%-ka a Tisza vízrendszeréhez kötődik, addig a felhasználásban az igények 59%-ka kötődik a Duna és 41%-ka a Tisza vízrendszeréhez, így különösen aszályos időszakokban a Tisza térségében vízellátási gondok jelentkezhetnek. Hazánkban üzemelő közműves ivóvízellátó művek a napi vízszükséglet több mint 90%-át különböző típusú felszín alatti, míg alig 10%-át felszíni vizekből szerzik be. Az egészséges ivóvíz a természet lételeme, ugyanakkor a légkört és a litoszférát szennyező emberi tevékenységek, kedvezőtlen hatások veszélyeztethetik a felszín alatti vízbázisokat is.

A vízgazdálkodás természetben lejátszódó vízforgalomnak a társadalom szükségleteiben való optimális összehangolására irányuló tervszerű tudományos, műszaki, gazdasági és igazgatási tevékenység. A vízvédelem a vízgazdálkodás egyik fontos feladatát képezi, ezért rá elsősorban a vízgazdálkodási törvény előírásai vonatkoznak (1995. évi. LVII. Törvény, Vgtv)

- Vízkészlet gazdálkodás, vízbázis védelem - vízjogi engedélyezés, takarékoság
- Víz-kielégítési sorrend árszabályozás, bírságok
- 2005 gazdasági eszközök a vízrajzi tevékenység körében
- Állami tervezésben- támogatáspolitikai, árpolitika, vízgyűjtő gazdálkodási terv
- Hatósági árak – a környezetvédelem költségeire is kiterjednek- használó fizet elv
- Felszíni vizek minőségvédelme
- Felszín alatti vizek minőségvédelme
- Vízgyűjtő gazdálkodás szabályairól

- Speciális vízvédelmi előírások
- Föld és víz együttes védelme

Társadalom igényei:

- A társadalom víz iránti igénye és a természetes hidrológiai adottságok közötti eltérés kiegyenlítése.
- A víz előállítása, feltárása, termelése, a felhasználás helyére vezetés és a szükségleteknek megfelelő elosztása.
- Az élővilág és a társadalom anyagi és kulturális javainak megóvása a víz, káros hatásaitól.

A különböző vízigények kielégítése azonban egyre nagyobb feladatot ró a vízügyi szakemberekre. Amíg az igények nőnek, addig a kielégítésükhöz szükséges vízbázisok sok esetben nem ott és nem olyan mértékben állnak rendelkezésre, mint ahogy az kívánatos lenne. Az igények mennyiségben (minőségben) térben és időben eltérnek a kielégítésükre rendelkezésre álló készletektől.

Lakosságok vízigénye és az azt befolyásoló tényezők:

A vízigény mindig két tényező szorzatával állapítjuk meg:

$$\text{VÍZIGÉNY} = \text{Fogyasztási egység(egységfogyasztó)} * \text{fajlagos vízigény}$$

A fogyasztói vízigénylő fogyasztási egységének megállapítása

A fogyasztók jellemzése:

Egy településen az alábbi fogyasztó csoportokat különböztetjük meg:

Kommunális

- Háztartások (lakosság)
- Alapfokú közintézmények
- Locsolás

Külön vizsgálatot igénylők

- Közintézmények
- Kereskedelem
- Szolgáltatás
- Locsolás(utcák, parkok, stb)

Ipar (szociális és technológiai víz)

Mezőgazdaság (csak az ivóvízhálózatra csatlakozó fogyasztók)

A fentiekhez nem sorolható közüzemi vízellátó hálózatból vizet igénylő egyéb fogyasztó (pl. hőközpontok)

Vízellátás, csatornázás

A települések vízellátásának célja a lakosság ivó- és háztartási vízigényének biztosítása és a közületeknek, közintézményeknek, a település szolgáltatóhálózatának, valamint a kisebb ipari üzemeknek ivóvíz-minőségű vízzel való ellátása.

A vízellátás történhet:

- magán kutakból
- közkutakból
- üzemek vagy intézmények saját vízműveivel
- közüzemi vízvezetékkel

Csatornázáson a településeken keletkező házi (intézményi és ipari) szennyvizek összegyűjtését, tisztítását és elhelyezését értjük. Tágabb értelemben a csatornázás fogalomkörébe tartozik a települések belterületére esett, vagy ide jutó csapadékvizek eltávolítása is.

Ipari vízellátás, csatornázás

Az ember egészségügyi, élelmezési, ruházkodási, közlekedési, hírközlési, pihenési, szórakozási, stb. igényeinek kielégítéséhez az ipari termékek nagy számára van szükség. Ezeknek a termékeknek az előállítása közben az ipari termelőmunka nagy vízmennyiségeket hasznosít. A természetben található nyersanyagok feltárása és kitermelése, valamint feldolgozása közben vizet használnak:

- a termelő-berendezések, gépek, termékek hűtéséhez,
- a termékek alapanyagainak mosásához, szállításához, áztatásához,
- a termékek alapanyagaként.

Hévízhasznosítás

A geotermikus energia segítségével tehermentesíthetjük a hagyományos energiahordozókat. A geotermikus energiának komplex hasznosítására kell törekedni, tehát a kommunális, ipari és mezőgazdasági célú hasznosításra.

2. Víz/ivóvíz jelentősége

Az élő anyagok jelentős hányada víz, legyen az élő anyag növény, állat, ember. A növények élete a fotoszintézis révén termelődő szerves anyag, különböző szövet, váz és gyökér szerkezetté alakítása. A baktériumok, gombák és magasabb rendű élőlények, az állatok és ember számára ezek a szerves anyagok biztosítják azután a tápanyagot, a testanyaguk kiépítéséhez szükséges anyag és energiaforrást. Ez természetesen igaz a növények őseire, a tengerek életét, szerves anyag forgalmát ma is meghatározó algákra is.

A vízi és szárazföldi állatok és az emberek valamennyien ezeknek a fotoszintetizált szerves anyagoknak az általuk hasznosítható részét alakítják át, redukálják, oxidálják, alakítják energiává, saját szerves anyagaikká. A nem hasznosított fotoszintézissel előállított anyag, valamint a hasznosított részek feldolgozási maradéka a kiválasztásukkal a környezetbe, a talajra, valamint a vízfolyásokba, tavakba, tengerekbe kerül. A tengerek és tavak nagy felülete révén beoldódó nagy oxigénmennyiséggel ezeket a vizek heterotróf mikroorganizmusai, többsejtű szervezetei általában széndioxiddá tudják oxidálni a víz oldott oxigén tartalmának jelentősebb csökkenése nélkül. A szerves anyag terhelés az agglomerizálódás eredményeként elsősorban a felszíni vízfolyásokban, folyókban, patakokban válik túlzottá. Mikrobiális lebontásával elfogyasztva a víztestből az oxigén jelentős részét, kritikus oxigénhiányt, berothadást okoz. Ez utóbbi ott az élővilág drasztikus átalakulását, szeptikus, bűzös környezetet eredményezhet. Míg az elegendő oxigént tartalmazó vizeket élővizeknek, az utóbbiakat rothadó, szennyezett vizeknek nevezzük.

A lakosság és ipar által felhasznált ivóvizeket rendszerint koncentrációjuktól függetlenül éppen potenciális szennyezés veszélyük miatt szennyvizeknek nevezzük. Míg a lakosság közvetlen vízfelhasználása átlagosan napi 3 liter/fő alatt marad, az egyéb vízfelhasználás ennek a tíz-százszorosa, egy adott népesség természeti adottságai illetőleg gazdaságának a fejlettsége függvényében. Az ipar által felhasznált ivóvíz mennyisége és szennyezettsége iparáganként változó.

A szabadon élő növények vízellátása a lakosságéval szemben inkább spontán, így mintegy önszabályzó. Ott élnek és szaporodnak, ahol az ahhoz szükséges vízmennyiség, tápanyag hozzáférhetőség, és egyéb életfeltételeik ehhez biztosítottak. Bizonyítja ezt a hegyoldal szikláik között is megélő fenyőfa. A hőmérséklet változásával (magasság) persze annak az életfeltételei is korlátozódnak s adott magasság fölött már csak a cserjés zuzmós világ és némi fű életképes a jó vízellátottság ellenére is.

A lakosság mellett éppen az előzőek miatt a növényeket termelő mezőgazdaság a jelentős vízfelhasználó (öntözővíz), de ugyanilyenek a növényeket közvetlenül (papíripar, növényolajipar, keményítőgyártás, konzervipar) vagy a termékeik állati felhasználása során keletkező alapanyagokat (tej, hústermelés, jégkrém gyártás, stb) feldolgozó élelmiszeriparok is. További kapcsolódó lakossági és ipari vízfelhasználás jelentkezik a meleg víz és gőzellátás, illetőleg a hűtővíz és lágyvíz ellátás miatt is. Más jellegű vízellátást jelent az energiaipar hűtővíz igénye, melyet azonban nem a lakossági vízellátó rendszerekről szokásos biztosítani éppen az attól eltérő minőségi igénye miatt.

A nagyfogyasztók esetében mindenképpen megfontolandó hogy ne saját talajvíz kivétellel biztosítsák-e a vízigényüket. Ezekkel a megoldásokkal nem foglalkozunk részletesebben, de megemlítjük, hogy általában hasonló vízelőkészítést igényelnek, mint a lakosság ivóvizei. Meghatározó ebben a sokrétű vízigényben, hogy a lakosság milyen forrásból juthat olyan nyersvízhez, melyet kisebb nagyobb előkezelés után a közműves vízelosztó rendszeren eljuttatva a fogyasztóhoz megfelelő, biztonságos vízminőséget garantálhat. A vízellátó rendszereknek a minőséggaranciát a fogyasztó vízcsapjánál kell vállalniuk.

A jegyzetben azon témák kerülnek áttekintésre, amelyek segítségével az úgynevezett nyersvízből ivóvizet tudunk előállítani. Főbb lépések:

1. **VÍZKIVÉTEL** a víz kitermelése történik: az ivóvizet pl. rétegvízből, karsztvízből, folyókból, és tavakból lehet kinyerni.
2. **VÍZKEZELŐMŰ**, ahol a víztisztítás történik: pl. a nyersvizet szűrőanyagokon engedik át, hogy megtisztítsák a szerves és szervetlen szennyező anyagoktól.
3. **VÍZTÁROLÓ MEDENCE**: A megtisztított víz tárolómedencébe kerül majd innen a nyomásfokozó gépházba jut.
4. **VÍZELOSZTÁS** – nyomásfokozó gépház – A víznyomást itt növelik meg, hogy képes legyen eljutni a fogyasztókhoz. A víztornyba a főnyomóvezetéken keresztül, érkezik a víz. A víztornyok nemcsak víztárolásra valók, hanem azért is fontosak, mert innen tud akkora nyomással továbbfolyni a víz, hogy a magas házakba is fel tudjon jutni.

Ivóvíz fogalma: Az ivóvíz az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen tápanyag. Az a víz, amely megfelel az aktuális ivóvízszabványnak, követelményeinek ivóvíznek tekinthető.

Az embereknek szükségük van tiszta édesvízre, amelyet megihatnak, amellyel főzhetnek és moshatnak. Ez a víz általában folyókból, tavakból vagy felszín alatti vízkészletekből származik, és bizonyos kezeléssel is átesik, hogy iható legyen.

A települések ivóvízellátásánál elsődleges törekvés, hogy először a rendelkezésre álló felszín alatti vizeket használják fel, mivel ezek általában kevésbé szennyeződnek, így tisztításuk gazdaságosabb. Ezek mennyisége azonban kevesebb, mint a felszíni vizeké. A növekvő igények hatására egyre inkább sor kerül a felszíni vizek felhasználására, annak ellenére, hogy szennyezettségük miatt tisztításuk költségesebb.

Az ivóvíz minőségű vízhasználat forrásának hazai arányai számszerűen a következők:

- víznyerés felszíni vizekből (10%),
- víznyerés felszín alatti vizekből (90%),
- újrahasznált víz.

A felszín alatti vizek használatának típus szerinti megoszlása az ivóvízellátásban:
felszín közeli víz, talajvizek (10%),

- rétegvíz (40%),
- karsztvíz (20%),
- parti szűrésű víz (30%),
- forrásvíz (nincs hazai vízellátás szempontú jelentősége).

IVÓVÍZ ELŐÁLLÍTÁSÁNAK FOLYAMATA:

TERMÉSZETES VÍZ –ÜLEPÍTÉS (durva üledék)- SZŰRÉS (finom üledék)- GÁZTALANÍTÁS (CO₂; O₂; N₂)- KOLLOIDÁLIS RÉSZEK KICSAPATÁSA (derítés: Al₂(SO₄)₃; FeCl₃) - ÜLEPÍTÉS, SZŰRÉS (nagyfelületű, csapadék és az adszorbeált koloidális részek) – KEZELT VÍZ STERILIZÁLÁSA (fertőtlenítés: klór, ózon, NaOCl, ultraibolya sugarak)- **IVÓVÍZ**

Amennyiben a felszíni víz a nyersvíz, akkor van szükség durva szűrésre (jég, fadarab, halak, stb. eltávolítására), ezt felszín alatti vízkivételnél nem kell alkalmazni. Utóbbi víztípus tisztításakor a levegőztetésnek lehet szerepe, míg felszíni víznél ez nem képezi a műveletsor részét.

A **felszíni vizekre** a természeti tényezők közvetlenül hatnak, jelentősebb vízkivételre alkalmas közép-, illetve alsófolyás jellegű folyóvizeink a vízgyűjtőterület jellegétől függő szennyezettséggel rendelkeznek. Felhasználásukkor tehát tisztítást és ezen túlmenően rugalmas tisztítás technológiát igényelnek.

A **felszín közeli víz**, a **talajvizek** környezeti hatásokból eredően szennyezettek, fizikai-kémiai, biológiai tulajdonságaik ivóvízként való felhasználásukat nehezíti.

A mélyfúrással hozzáférhető **rétegvízből** a Kárpát-medence mélyén hatalmas készletek találhatók, kitermelhető mennyisége jelenleg Magyarországon összesen naponta 6 millió m³. A minősége általában állandó, védettnek tekinthető. Abban az esetben, ha a felhasználás (kitermelés) mértéke bizonyos értéket meghalad, a rétegek közötti esetleges szennyezőanyag-szivárgás fokozódhat. Ezek a felszín alatti vizek általában ivóvíz minőségűek vagy viszonylag egyszerű tisztítási eljárással azzá tehetők. Ez indokolja azt, hogy Magyarország vízellátásának ma jelentős részét ezek a vizek biztosítják. A regionális vízművek zöme is ilyen bázisokra épült.

A **parti szűrésű** vizek adják a rétegvizeket követően a felszín alatti víznyerés jelentős hányadát, tehát hangsúlyozottan fontos szempont az, hogy minősége a felszíni víz minőségének függvénye. A parti szűrésre különösen alkalmas folyóink: a Duna, a Rába és a Dráva. A hazai vízfelhasználás mindhárom főbb (lakossági-, ipari- és mezőgazdasági vízhasznosítás) területen jelentős mennyiségű, ivóvíz minőségű vízellátást igényel. Éves átlagban, ez hazánkban 1,6 milliárd m³ ivóvízfogyasztást jelent.

3. Nyersvíz-bázisok minőségvédelme

Nyersvíz fogalma: Nyersvíznek nevezzük azt a vízforrásként használt felszíni vagy felszín alatti vizet, melyből a vízmű különböző (fizikai, kémiai, biológiai) vízkezelési eljárásokkal ivóvíz minőségű vizet állít elő.

3.1. Vízvédelmi/Vízbázisvédelmi feladatok

A gazdasági, társadalmi elemzések az ivóvíz kérdését a jövő évtizedek, évszázadok fejlődésének egyik legfontosabb kulcstényezőjének tartják. A vízbázisvédelem fogalma az utóbbi évtizedben egyre inkább bekerült a köztudatba, mivel az ivóvízellátásra alkalmas vízkészletek jelentősége szerte a világon megnőtt. A fogalom alatt sokan értik a vízkészletek általános értelemben vett védelmét, valójában ez a fogalom a vízkészletek egy szűkebb, meghatározott részének az általánosnál jóval fokozottabb védelmét jelenti.

A vízbázis fogalmát a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. Törvény a következőképpen határozza meg: *Vízbázis:* vízkivételi művek által hasznosításra igénybe vett, vagy arra kijelölt terület vagy felszín alatti térrész és az onnan kitermelhető vízkészlet a meglévő, illetőleg a tervezett vízbeszerző létesítményekkel együtt. E meghatározás szerint a vízbázisokat két nagy csoportját különböztetjük meg:

- a jövőbeni igények kielégítésére szolgáló úgynevezett **távlati vízbázisok**,
- és a jelenlegi ivóvízellátást biztosító úgynevezett **üzemelő vízbázisok**.

A **távlati vízbázisok** potenciális, jó vízáradó adottságokkal rendelkező területek, amelyeken jelenleg még nem alakítottak ki víztermelő telepeket. Az ivóvízbázis-védelem célja az emberi tevékenységből származó szennyezések megelőzése, a természetes (jó) vízminőség megőrzése. 1995-ben kormányprogram indult az ivóvízellátást szolgáló sérülékeny környezetű üzemelő vízbázisok védelmére, védőterületek kijelölésére. Ennek jogszabályi alapját „a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízilétesítmények védelméről” alkotott 123/1997 (VII. 18.) Korm. rendelet adja meg. A program végrehajtásának befejezését a 2052/2002. (II. 27.) Korm. határozat 2009. december 31-re tűzte ki, de később a vonatkozó jogszabály módosításával ez határidő nélkülire módosult. A program első szakaszában megtörtént minden vízbázis előzetes értékelése, meghatározásra került azon vízbázisok köre, ahol a vízbázis-védelmi feladatok végrehajtandók, illetőleg megtörtént a munkák költségbebecslése.

A 123/1997 (VII.18) Kormány rendelet az ivóvíz minőségű vízigények kielégítését az ásvány és gyógyvízhasznosítást szolgáló, igénybe vett lekötött vagy távlati hasznosítás érdekében kijelölt vízbázisokra, továbbá az ilyen felhasználású víz kezelését, tárolását, elosztását szolgáló vízi létesítményekre terjed ki, amelyek a napi átlagban legalább 50 személy vízellátását biztosítják. Ezen vízbázisok és vízi létesítmények védelme érdekében védőidomot (felszín alatti víz bázis) védőterület (felszín alatti víz bázis, felszíni vízkivétel és vízi létesítmény) védősávot (vízi létesítmény) kell meghatározni, kijelölni, kialakítani és fenntartani. Ezeket belső, külső és hidrogeológiai védőövezetre kell osztani. Az egyes védőidomokban, védőterületeken olyan tevékenység végezhető, amely a kitermelés előtt álló vagy a már kitermelt víz minőségét, mennyiségét valamint a víztermelési folyamatot nem veszélyezteti. A rendelet részletezi a védőövezetek meghatározásának kijelölésének módját, valamint a területükön végezhető és tiltott tevékenységeket.

Magyarországon a közműves ivóvízellátás több mint 90 %-ban felszín alatti vízkészletet megcsapoló víz bázisra települt. Ezeknek a víz bázisoknak a 2/3 része sérülékeny, ami azt jelenti, hogy a felszínen megjelenő szennyeződés lejuthat a vízáradó rétegbe. Minőségük megóvására ebből fakadóan fokozott figyelmet kell fordítani.

Több nyugat-európai példa van arra, hogy felszíni vizet pl. folyóvizet - előzetes tisztítás után - mesterséges úton beszivárogtatnak a felszín alá, majd – mintegy „mesterséges” felszín alatti vízként – onnan termelik ki kutakkal. Az is tény ugyanakkor, hogy a bekövetkezett szennyezések felszámolása, a tönkrement felszín alatti vízbázisok rehabilitációja sokkal nehezebb, költségesebb és hosszabb időt igénylő (esetleg évtizedes nagyságrendű) tevékenység, mint felszíni vizek esetében. Bár a felszín alatti vizek a felettük lévő földtani képződményeknek köszönhetően valóban jóval védettebbek, mint a felszíniek, ugyanakkor ez mégsem jelent teljes biztonságot.

Egyes felszín alatti vízbázisok különösen sérülékenyek, ami azt jelenti, hogy nincs fölöttük olyan vastag, vagy olyan jellegű (vízzáró) réteg, mely megakadályozná, hogy a felszínen jelenlévő szennyezőanyagok beszivároghassanak a vízadó rétegekbe és – azok elszennyezését okozva - előbb-utóbb megjelenjenek a kitermelt vízben is. Víztypust tekintve **sérülékenyek a felszín közeli talajvizek, a karsztvizek, a parti szűrésű vizek és a rétegvizek egy része**. A sérülékeny vízbázisokat egyúttal veszélyeztetettnek is kell tekinteni, mivel a vízbázisok területén, a felszínen számos szennyező forrás és szennyező tevékenység található (csatornázatlan települések, túlzott mezőgazdasági vegyszerhasználat, állattartó telepek (trágya, hígtrágya-elhelyezés), nem megfelelő hulladék-elhelyezés, olaj- és üzemanyag-tárolás, katonai és ipari létesítmények, felszíni és felszín alatti bányászat).

Az ivóvízellátás az önkormányzatok felelőssége. A vízgazdálkodási törvény szerint a vízbázisvédelem egyaránt szerepel az állami és az önkormányzati feladatok közt. A jövőbeli vízigények kielégítésére, illetve esetlegesen elszennyeződött vízbázisok kiváltására szolgáló távlati vízbázisok előzetes biztonságba helyezése és védelme kizárólagos állami feladat mindaddig, míg konkrét felhasználói igény jelentkezik. A vízjogi engedély alapján igénybevett (üzemelő) ivóvízbázisok védelme viszont már az engedélyes feladata. Nyilvánvaló, hogy a megfelelő minőségű ivóvíz hosszú távú biztosításának legolcsóbb és egyben legbiztonságosabb módja a szennyezés megelőzésen alapuló vízbázisvédelem.

A megelőzés céljából a területileg illetékes vízügyi hatóság övezetes elrendezésű védőterületeket (valamint felszín alatti védőidomokat) jelöl ki határozatban mind az üzemelő, mind a távlati vízbázisok vonatkozásában. Az egyes övezetekhez különböző területhasználati korlátozások tartoznak, amelyek a vízkivételi helytől kifele távolodva enyhülő jellegűek. E korlátozások figyelembevétele nagyon fontos a települések rendezési terveinek készítésekor. A vízbázisok elszennyeződésének lehetősége akkor a legkisebb, ha a védőterületek kijelölésére a vízbázis telepítésével, a vízmű üzembe állításával egy időben kerül sor.

Az egyes vízbázisokon végzett diagnosztikai vizsgálatok 2 fő munkarészből állnak. Egyrészt a vízbázis területének, állapotának felmérése annak érdekében, hogy a védőövezeti rendszer modellezéssel meghatározható legyen; másrészt a szennyezőforrások alapos ismeretében elkészített modell alapján a vízbázis biztonságba helyezését/védelmét szolgáló intézkedések kidolgozása. A jogilag is alátámasztott védelem szempontjából az 50 éves elérési idő a mérvadó, ezen belül viszont a különböző védőzónákat kell kijelölni, amelyeknek eltérő a védelmi funkciója.

A kijelölés a feltételezett szennyeződés adott víztermelő helyig való elérési idején alapul:

- **belső védőidom** (a vízkivételi mű, valamint a vízkészlet közvetlen védelme a szennyeződéstől és a megrongálódástól) –20 napos „elérési idejű” felszíni területet, ahol csak a vízmű létesítményei lehetnek és csak ivóvíztermeléssel kapcsolatos tevékenységek folytathatók. A területet minden esetben be kell keríteni, oda csak a kezelőszemélyzet lephet be. A vízmű tulajdonosának rendelkeznie kell a terület tulajdonjogával.
- **külső védőidom** (a le nem bomló, továbbá a bakteriális és egyéb lebomló szennyezésekkel szembeni védelem) – a belső védőterületet veszi körül és 6 hónapos elérési idő tartozik hozzá. Csak akkor kell kijelölni, ha a védőidomnak van felszíni

metszete. A Külső védőterületen szigorúan szabályozott az építés, közlekedés, földhasználat és minden olyan egyéb tevékenység, ami a talaj természetes védőképességét ronthatja (pl. bányászat).

- **hidrogeológiai védőterület A, B védőidomok és C zóna** (különböző veszélyességű, nem lebomló szennyezésekkel szembeni védelem) – elérési idők: 5 év, 50 év. Az „A” jelű az 5 éves a „B” jelű az 50 éves elérési időkhöz tartozik, míg a „C” jelű annak a teljes vízgyűjtő területnek a határát jelzi, ahonnan a felszínre hulló csapadék egyáltalán eljuthat a vízkivételi helyhez (teljes utánpótlódási terület).

Jogszabályban tiltott tevékenységek az „A”, „B” és „C” zónákban:

Hidrogeológiai „A” védőövezet:

- Új lakó és üdülőterület kialakítása
- Hulladéklerakó létesítése
- Szennyvíz szikkasztása
- Mérgező és radioaktív anyagok előállítása, feldolgozása, tárolása
- Hígtrágya kijuttatása termőföldre
- Döggutak létesítése

Hidrogeológiai „B” védőövezet

- Mérgező és radioaktív anyagok előállítása, feldolgozása, tárolása
- Veszélyes hulladék lerakása
- Ipari szennyvíz szikkasztása
- Hígtrágya és trágyalé leürítése

Hidrogeológiai „C” védőövezet

A korlátozások nincsenek jogszabályokban konkrétan előírva, de meghatározásuk nem lehet szigorúbb, mint a „B” övezetnél előírtak. A „C” védőövezet kijelölése nem kötelező, szükségességét egyedileg kell meghatározni.

Az egyes zónáknak különböző funkciójuk van, de összességében azt a célt szolgálják, hogy a meglévő és a jövőbeni szennyező tevékenységeket különböző mértékben lehessen megakadályozni, illetve korlátozni. A védőterületek a védőidomok terepfelülettel alkotott metszetei.

A földtanilag védett (nem sérülékeny) vízbázisoknak csak védőidoma van, de a jogszabály szerint a kutak körül ekkor is kötelezően ki kell jelölni egy minimum 10 m sugarú belső védőterületet.

A belső védőterületek annak érdekében, hogy a termelő kutak körüli szigorú védelem mindig biztosított legyen, állami illetve önkormányzati tulajdonban vannak. A többi védőterületen az ingatlan tulajdonosának kötelessége, hogy a védőterületi határozatban foglaltakat betartsa, és tevékenységét a vízbázis védelem szempontjait figyelembe véve végezze. A védőidomok és védőterületek kijelölési folyamata a hatósági határozat kiadásával és ennek következményeként a telekkönyvi bejegyzéssel ér véget.

A vízbázisvédelmi és szennyvíz kerettervezési program együttesen jelentős lépés a felszín alatti vízkészletek minőségének megőrzése érdekében.

A vízbázisvédelem feladatai 3 fázisra oszthatóak.

- vízbázisok állapotának felmérése (diagnosztika)
- a vízbázisok biztonságba helyezése
- vízbázisok biztonságban tartása, biztonságos üzemeltetése

A **diagnosztikai fázisban** amely kormányzati beruházás keretében valósul meg kerül sor a figyelőhálózat telepítésére a vízbázis jelenlegi állapotnak megismerésére a víz minőségi és mennyiségi tendenciáinak vizsgálatára, a szennyező források számbavételére a védőterület meghatározására a biztonságba helyezési terv kidolgozására.

A **biztonságba helyezés fázisában** a főbb feladatok a szennyező források felszámolása, a szennyező tevékenységek átalakítása, a kialakított rendszer folyamatos működtetése jelenti, amelyeket a közműtulajdonos önkormányzatnak illetve állami és VIZIG tulajdonban lévő vízbázisok esetében az államnak kell vállalnia.

A **vízbázisok biztonságban tartása fázisban** a mérő-figyelő rendszer folyamatos üzemeltetésével a víz minőségi és mennyiségi alakulásának nyomon követésével meg kell tenni az időszakos állapotfelmérések alapján szükségessé váló intézkedéseket. A biztonságban tartás feladat az üzemeltetőké.

Fővárosi Vízmű: Első számú környezetvédelmi feladata a fővárost és agglomerációját kiszolgáló ivóvízbázisok védelme. A térség hidrogeológiai szempontból rendkívül kedvező adottságú, európai viszonylatban is a legnagyobb parti szűrésű ivóvízkészlettel rendelkezik. A parti szűrésű víz homokos-kavicsos, természetes fizikai-kémiai-biológiai szűrést biztosító szűrőrétegen át jut a kutakba. A Fővárosi Vízművek kezelésében lévő összes vízbázis sérülékeny környezetben helyezkedik el, azaz a vizet tároló kavicsrétegeket nem védik vízrekesztő fedő, illetve vízzáró rétegek, a szennyeződések akadálytalanul juthatnak a víztartóba. Ezért kiemelkedő figyelmet kell fordítani a vízkészlet elszennyeződésének megelőzésére.

A legszigorúbb előírások alá eső ún. belső védőterületek, melyek közvetlenül a kutak környezetében helyezkednek el nagyrészt a Fővárosi Vízmű kezelésében vannak, a Szentendrei-szigeten és a Csepel-szigeten együttesen közel 6 600 000 m² védőterületet jelent. A vízbázisok biztonságba helyezésének másik fontos eszköze a vízbázis védőterületeken fellelhető potenciális és tényleges szennyezőforrások számbavétele. A felmért mezőgazdasági, ipari és kommunális szennyezőforrások folyamatos monitoringja az esetleges szennyezések kellő időben való észlelését könnyíti meg. A szennyezések előrejelzését a megfelelően telepített és rendszeresen vizsgált figyelőkút-rendszer teszi lehetővé.

4. Nyersvíz minősítés, minőségi követelmény rendszer

A vízigények kielégítése érdekében, a vízgazdálkodással szemben támasztott társadalmi elvárások, környezetvédelmi és közegészségügyi követelmények egyaránt megkívánják a vízkészletek mennyiségi és minőségi védelmét. Ez a mennyiségi védelem tekintetében azt jelenti, hogy a felszín alatti vizek víznyomásszint csökkenését meg kell akadályozni, a vízáadó réteg regenerálódását biztosítani kell, valamint a vízkivétel és az utánpótlódás egyensúlyát úgy kell kialakítani, hogy a felszín közeli vizek nyugalmi szintje - az ivóvíztermelések szűkebb környezetétől eltekintve - ne csökkenjen az emberi beavatkozás miatt tartósan a természetes sokéves átlag alá. A víz minőségi védelmét tekintve, a víztermelés következtében előálló új hidraulikai viszonyok miatt nem következhet be kedvezőtlen irányú minőségi változás.

4.1. Jogsabályi előírások

1. 21/2002 (IV.25.) KöViM rendelet A VÍZIKÖZMŰVEK ÜZEMELTETÉSÉRŐL

„A rendelet hatálya a közüzemi ivóvíz-szolgáltató és szennyvízelvezető, -tisztító művek (a továbbiakban együtt: víziközművek) üzemeltetőjére terjed ki:

- A víziközmű üzemeltetőjének gondoskodnia kell olyan szervezett munkarendről, ügyeleti, készenléti szolgálatról, amely a folyamatos, megbízható szolgáltatáson túl lehetővé teszi, hogy hiba felmerülése esetén azonnal be tudjanak avatkozni az üzemi és környezeti károk elhárítása vagy mérséklése és a szolgáltatás mielőbbi helyreállítása érdekében.
- Víziközmű üzemeltetésével összefüggő - az e rendelet 1. számú mellékletében megjelölt - feladatokat az ugyanott meghatározott képesítéssel rendelkező személy végezhet.
- A víziközmű üzemeltetésével kapcsolatos munkakörökben csak a munkaköri, illetve higiénés alkalmasság vizsgálatáról szóló külön jogszabály alapján alkalmasnak minősített személyek foglalkoztathatók, átmeneti helyzetben vagy üzemeltető váltás esetén is.
- Víziközművek üzemeltetőjének kell gondoskodni arról, hogy a 2. és 3. számú mellékletekben előírt adatgyűjtés megvalósuljon.

Az ivóvíz szolgáltató művekre (továbbiakban: Vízmű) vonatkozó rendelkezések

A 21/2002. r. 3.§ (3) C. pontja előírja, hogy a vízmű Üzemeltetési Szabályzatának tartalmaznia kell: „az időszakos ellenőrzésekre és vizsgálatokra, az üzemi adatok rögzítésére és értékelésére”szolgáló előírásokat. Ugyanezen § (4) bekezdése meghatározza, hogy a szabályozásnak a vízmű alábbi pontjaira kell kiterjednie: „víznyerési helyek, vízkezelési technológia egységei, hálózati betáplálási helyek, hálózati fogyasztási helyek” Az említett pontokon meg kell határozni a nyers és szolgáltatott ivóvíz fizikai, kémiai, biológiai összetevőit, ezek csoportjait, a mintázás gyakoriságát, vagyis az összes mintaszámot.

A víznyerés, a technológia, a hálózati betáplálás helyein – tulajdonképpen a víztermelő, víztisztító, vízszállító műveken – a 21/2002. r. 6.§ - a határozza meg az ellenőrzés részletes rendjét. A 21/2002. r. a mintavétel gyakoriságát a konkrétan megjelölt mintavételi helyek, és vizsgálat-típusok függvényében adja meg. A 21/2002. r. nem ad meg határértékeket. Amennyiben az összetevők vizsgálata során szokatlan változás tapasztalható, a 6.§ (9), (10) bekezdése ismételt vizsgálatot ír elő. Elrendeli az eltérés okainak kivizsgálását, az óvintézkedések megtételét, a vizsgálati terv elkészítését. A víztermelés, víztisztítás, vízszállítás vonalán keletkező adatokat az üzemeltetési szabályzat és utasítás szerint kell nyilvántartani. A

minták a hely és a dátum megjelölésével – azonosítási kóddal ellátva – bekerülnek a Műszaki Információs Rendszerbe (a továbbiakban MIR).

Az ivóvíz előállítás, tisztítás és szállítás létesítményeire a jogszabályok – az üzemelő kutak kivételével – jelentési kötelezettséget nem írnak elő. A jogszabály a vizsgálat típusát és az évente vett minták számát adja meg a vízmű átlagos napi vízigényeinek függvényében. Egy adott vizsgálati típushoz tartozó minták számát kell tényezőkre bontani úgy, hogy térben és időben lehetőleg egyenletesen legyenek elosztva a mintavételi helyek és gyakoriságok. A tájékoztatási kötelezettséget a 21/2002 KöViM rendelet 5.§ (2) bekezdése szabályozza.

Ivóvíz előállításához és szállításához kapcsolódók

A 21/2002. számú KöViM rendelet az alábbi objektum típusokhoz rendel előírásokat:

- üzemelő ivóvíz termelő kutak
- ivóvíz-kezelési technológiák
- hálózati betáplálások

Más megközelítés szerint az ivóvíz termelő kutakat a következő kategóriákba lehet sorolni:

- Az **üzemelő** és **ideiglenesen üzemem kívül** helyezett kutak (21/2002. KÖVIM rendelet szerinti mintavételi helyek),
- **(hideg) tartalék** - ezen belül **eltömedékelendő** kutak (rendszeres vízminőség vizsgálat elvégzése nincs előírva).

Az ivóvíznyerés helyén az üzemelő és üzemem kívül helyezett víztermelő kutakon egyaránt, továbbá a nyersvízvezetéken kell mintavételi helyeket kialakítani.

A nyersvízvezetékeken a mintavevő csapokat pl. tolózárszűrő aknában helyezhetik el. A vízkezelési technológiák vízminőség vizsgálati ütemtervét a vízművek üzemeltetési utasításai tartalmazzák. A vizsgálati tervet jóvá kell hagyatni a Kormányhivatal illetékes Népegészségügyi Szakigazgatási szervének megyei intézetével.

Vizsgálható vízminőségi jellemzők csoportosítása

Több felszín alatti vízkivételi művel rendelkező vízbázis esetén az **első alapállapot-vizsgálatot**, továbbá **rétegvízbázisok** esetében tríciumvizsgálatot, minden üzemelő és ideiglenesen üzemem kívül helyezett vízkivételi műnél el kell végezni. A tríciumvizsgálatokat 6 évente kell felülvizsgálni. Az ismételt alapállapot-vizsgálatokat csak azoknál a műveknél szükséges elvégezni, melyeket a hatáskörrel rendelkező hatóságok bevonásával az illetékes vízügyi felügyelet erre kijelöl.

Az üzemeltető köteles a megjelölt vízkivételi műnél

- legalább 6 évenként **alapállapot-vizsgálatot**,
- továbbá évente **rendszeres alapvizsgálatot**,
- az **ellenőrző vizsgálat** esetében a gyakorisága nem lehet kevesebb, mint
 - a) folyóvízből történő vízkivétel esetén naponta egy,
 - b) Balatonból történő vízkivétel esetében hetente kétszer, víztározók esetében hetente egy,
 - c) nem védett vízkivételi mű esetében a rendszeres alapvizsgálatot követő félévben egy,
 - d) a gáztalanítás és fertőtlenítésen túlmenő vízkezelés esetében, továbbá az 5000 m³/napnál nagyobb kapacitású vízműveknél a hálózati betáplálási pontokon havonta egy vizsgálat.
- az ellenőrző vizsgálatok közötti időszakokat **bakteriológiai vizsgálatokkal** szükséges **sűríteni**.

- a) nem védett felszín alatti vízkivételi művekkel rendelkező 5000 m³/nap összkapacitás alatti vízműveknél a nyersvíz főgyűjtővezetékén, az ennél nagyobb kapacitású vízműveknél az egyes kútcsoportok nyersvíz gyűjtővezetékén legalább negyedévente,
b) védett felszín alatti vízkivételi (művel) művekkel rendelkező 5000 m³/nap összkapacitás alatti vízműveknél a nyersvíz főgyűjtővezetékén, az ennél nagyobb kapacitású vízműveknél a nyersvíz gyűjtővezetékén legalább félévente,
c) a gáztalanításon és fertőtlenítésen túlmenő vízkezelés esetében, továbbá az 5000 m³/napnál nagyobb kapacitású vízműveknél a hálózati betáplálási pontokon legalább kéthetenként el kell végezni.

Az ellenőrző és bakteriológiai vizsgálatok során a korábban mért adatoktól jellemzően eltérő értékek mérésakor a vizsgálatot soron kívül meg kell ismételni, és az eltérés okát ki kell vizsgálni. Haladéktalanul el kell készíteni az észlelt problémák feltárását és a további biztonságos ivóvízellátást biztosító részletes vizsgálati tervet.

A vizsgálati eredményeket minden tárgyévét követő március 31-ig az illetékes környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi felügyelőséghez eljuttatni. A felügyelőség a vizsgálati eredményeket április 30-ig továbbítja a Nemzeti Környezetügyi Intézet területi kirendeltségének.

Vízkivételi műveknél végzendő kémiai és bakteriológiai vizsgálatok.

Trícium-vizsgálat:

A trícium-vizsgálatot 6 évenként kell elvégezni. Amennyiben a mért trícium- koncentráció kisebb, mint 0,2 Bq/l (1,6 TU), a vízbázis védettnek tekinthető.

Rendszeres alap kémiai vizsgálat (A jelű komponensek):

Évente egy alkalommal kell elvégezni a vizsgálatot, az alábbi komponensköre:

| <i>Rendszeres alap kémiai vizsgálatok</i> | A |
|--|-----------|
| fajlagos elektromos vezetőképesség | μS/cm |
| pH | |
| nátrium | mg/l |
| kálium | mg/l |
| alcium | mg/l |
| magnézium | mg/l |
| vas | mg/l |
| mangán | mg/l |
| ammónium | mg/l |
| klorid | mg/l |
| szulfát | mg/l |
| hidrogénkarbonát | mg/l |
| karbonát | mg/l |
| nitrát | mg/l |
| nitrit | mg/l |
| összes keménység | CaO/mgl |
| lúgosság (m) | mg ekv./l |
| lúgosság (p) | mg ekv./l |
| kémiai oxigénigény (KOI _{ps}) | mg/l |
| összes cianid | μg/l |
| arzén | μg/l |

Ellenőrző kémiai vizsgálatok

| | |
|------------------------------------|-------|
| fajlagos elektromos vezetőképesség | μS/cm |
| ammónium | mg/l |
| nitrát | mg/l |
| nitrit | mg/l |
| KOI _{ps} | mg/l |
| klorid | mg/l |

E

Bakteriológiai vizsgálatok

| |
|--------------------|
| E. coli |
| telepszám 22 °C-on |
| coliform bakt. |

B

Védett felszín alatti vízkivételi mű esetében az alapállapot-vizsgálat keretében

a) a rendelet szerint (A) és (K) jelű komponenseket,

Rendszeres alap kémiai vizsgálatok

| | |
|---|-----------|
| fajlagos elektromos vezetőképesség | μS/cm |
| pH | |
| nátrium | mg/l |
| kálium | mg/l |
| kalcium | mg/l |
| magnézium | mg/l |
| vas | mg/l |
| mangán | mg/l |
| ammónium | mg/l |
| klorid | mg/l |
| szulfát | mg/l |
| hidrogénkarbonát | mg/l |
| karbonát | mg/l |
| nitrát | mg/l |
| nitrit | mg/l |
| összes keménység | CaO/mgl |
| lúgosság (m) | mg ekv./l |
| lúgosság (p) | mg ekv./l |
| kémiai oxigénigény (KOI _{ps}) | mg/l |
| összes cianid | μg/l |
| arzén | μg/l |

A

Kiegészítő kémiai vizsgálatok

| | |
|----------------------|------|
| fluorid | mg/l |
| oldott oxigén | mg/l |
| foszfát | mg/l |
| anionaktív detergens | mg/l |
| fenol index | μg/l |
| AOX | μg/l |
| antimon | μg/l |
| arzén | μg/l |

K

| | |
|-----------|------|
| bór | µg/l |
| higany | µg/l |
| kadmium | µg/l |
| króm | µg/l |
| nikkel | µg/l |
| ólom | µg/l |
| réz | µg/l |
| szelén | µg/l |
| alumínium | µg/l |

b) amennyiben a fenol index értéke 10 mikrogramm/liternél nagyobb, akkor a rendelet szerinti (F) jelű komponenseket is,

| | |
|---|----------|
| Fenolok (fenol index eredményétől függően) | F |
| fenol | µg/l |
| krezol | µg/l |
| katechol | µg/l |
| rezorcin | µg/l |

c) amennyiben a mért AOX érték 20 mikrogramm/liternél nagyobb, akkor a rendelet szerinti (PCB) és (HS) jelű komponenseket is.

| | |
|---|------------|
| Poliklórozott bifenilek (AOX mérés eredményétől függően) | PCB |
| 7 PCB összesen | µg/l |

| | |
|---|-----------|
| Halogénezett szénhidrogének (AOX mérés eredményétől függően) | HS |
| diklór-metán | µg/l |
| 1,1,2-triklór-trifluor-etán | µg/l |
| 2-klór-etanol | µg/l |
| széntetraklorid | µg/l |
| 1,2-diklór-propán | µg/l |
| 2,3-diklór-propilén | µg/l |
| 2-klóretil-vinil-éter | µg/l |
| 1,3-diklór-propilén | µg/l |
| 1,1,2-triklór-etán | µg/l |
| 1,2-dibróm-etán | µg/l |
| 1,1,2,2-tetraklór-etán | µg/l |
| cisz1,2-diklór-etilén | µg/l |
| 1,2-diklór-etán | µg/l |
| kloroform | µg/l |
| bróm-diklór-metán | µg/l |
| triklór-etilén | µg/l |
| dibróm-klór-metán | µg/l |
| tetraklór-etilén | µg/l |
| összes klórozott alifás szénhidrogén | µg/l |
| monoklórfenolok | µg/l |
| diklórfenolok | µg/l |
| triklórfenolok | µg/l |
| tetraklórfenolok | µg/l |

| | |
|---|------|
| pentaklórfenol | µg/l |
| összes klórfenol | µg/l |
| klórbenzol | µg/l |
| diklórbenzolok | µg/l |
| triklórbenzolok | µg/l |
| 1,2,3,4-tetraklórbenzol | µg/l |
| pentaklórbenzol | µg/l |
| hexaklórbenzol | µg/l |
| klórnaftalin | µg/l |
| bróm-benzol | µg/l |
| szumma halogénezett aromás szénhidrogén | µg/l |

d) amennyiben a mért UV olaj index nagyobb, mint 10 mikrogramm/liter, akkor a rendelet szerinti (SM) jelű táblázat komponenskörét is mérni kell.

| <i>Egyéb szerves mikroszennyezők (UV olaj index eredményétől függően)</i> | <i>SM</i> |
|--|------------------|
| benz(b)fluorantén | µg/l |
| benz(k)fluorantén | µg/l |
| benz(a)pirén | µg/l |
| indeno(1,2,3-cd)-pirén | µg/l |
| benz(ghi)perilén | µg/l |
| benzol | µg/l |
| toluol | µg/l |
| etil-benzol | µg/l |
| xilolok | µg/l |
| egyéb alkilbenzol összesen | µg/l |
| összes alifás szénhidrogén C ₅ -C ₃₆ | µg/l |

A felszíni és a nem védett felszín alatti vízkivételi művek esetében az alapállapot-vizsgálatokon kívül ki kell terjeszteni e rendelet szerinti (P) jelű komponensekre is.

| <i>Peszticidek</i> | <i>P</i> |
|---------------------------|-----------------|
| acetoklór | µg/l |
| propaklór | µg/l |
| 2,4-D | µg/l |
| atrazin (Aktinit PK) | µg/l |
| lindán | µg/l |
| malation | µg/l |
| MCPA | µg/l |
| metil-paration | µg/l |
| simazin | µg/l |
| 2,4,5-T | µg/l |
| DDT/DDD/DDE | µg/l |
| dezetil-atrazin | µg/l |
| diazinon | µg/l |
| hexaklórbenzol | µg/l |
| dezipropil-atrazin* | µg/l |
| endrin* | µg/l |
| forát* | µg/l |

| | |
|---------------|------|
| hexazinon* | µg/l |
| klórpirifosz* | µg/l |
| metribuzin* | µg/l |
| prometrin* | µg/l |
| propazin* | µg/l |
| terbutilazin* | µg/l |
| terbutrin* | µg/l |

A *-gal jelölt komponensek közül csak azok vizsgálándók, amelyeket a kutak utánpótlódási területén használtak vagy ha - külön jogszabály szerint - az OTH évente kiadott közleményében szerepelnek.

Ivóvíz minőségi követelménye

Magyarországon az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről szóló **98/83/EK** számú tanácsi Irányelvet figyelembe véve országos ivóvízminőség javító program került kidolgozásra. Kiemelt paraméterek: arzén, bór, fluorid és a nitrit. A Direktívát a hazai jogalkotók a 201/2001 (X. 25) Korm. rendeletben fogalmazták meg.

Magyarországon korábban a következő nemzeti szabványok foglalkoztak az ivóvíz minősítésével:

- MSZ 450-1:1989 Ivóvízminősítés fizikai és kémiai vizsgálatok alapján
- MSZ 450-2:1991 Ivóvízminősítés mikroszkópos biológiai vizsgálat alapján
- MSZ 450-3:1991 Ivóvízminősítés mikrobiológiai vizsgálat alapján

Ezek a szabványok a Kormányrendelet hatálybalépésével hatályukat veszítették.

2. 201/2001 (X.25) Korm. rendelet AZ IVÓVÍZ MINŐSÉGI KÖVETELMÉNYEIRE ÉS AZ ELLENŐRZÉS RENDJÉRŐL és a 65/2009 (III. 31) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001 (X.25.) Korm. rendelet módosításáról

E rendelet hatálya az emberi fogyasztásra szolgáló ivóvíz minőségi követelményeire és a vízminőség-ellenőrzés rendjére terjed ki. A szolgáltatott ivóvíz esetében a következő előírások az irányadóak, ennek következtében a termelési vonalról közvetlenül a fogyasztókhoz jutó ivóvíznél is a 201/2001. rendelet szerinti fogyasztási pontokra vonatkozó határértékeket kell betartani. A vízművek fogyasztási mintavételi helyeit egységesen a települési vízelosztó-hálózat ejektoros közkifolyói közül kerül kijelölésre a közegészségügyi hatósággal egyeztetve. Az emberi fogyasztásra szánt vízből vett minták paramétereire a 201/2001. rendelet konkrét határértékeket állapít meg. A vízmű az ivóvíz mintákat a 201/2001. rendelet alapján minősíti. A víz szolgáltatathatóságát azonban nem a minták minősítése, hanem a Kormányhivatal illetékes Népegészségügyi Szakigazgatási szervének álláspontja dönti el.

A 201/2001. rendelet 6.§ (1) bekezdéséből az következik, hogy minden egyes határérték-túllépésről értesíteni kell a Kormányhivatal illetékes Népegészségügyi Szakigazgatási szervét. A Vízművek a határérték-túllépésekre, a Kormányhivatal illetékes Népegészségügyi Szakigazgatási szervének intézkedésére vagy megalapozott fogyasztói bejelentésre azonnal elkezd az ivóvízminőség-javító beavatkozást az Üzemeltetési Szabályzat előírásai szerint.

A tájékoztatási kötelezettséget a 201/2001. r. 5. és 6. §-a szabályozza. A tájékoztatás szabályait szintén az Üzemeltetési Szabályzat tartalmazza, amely az előző jogszabályok és az OKK-OKI útmutatója alapján.

A fogyasztói pontokra vonatkozó adatszolgáltatási kötelezettséget a 201/2001. r. 5.§ (4) bekezdésében előírtaknak megfelelően – a Kormányhivatal illetékes Népegészségügyi Szakigazgatási szervének a vizsgálati eredmények elektronikus úton történő megküldésével, a 4. sz. melléklettel összhangban, az illetékes Népegészségügyi Szerv által megadott

formátumban kell végrehajtani. Jelen szabályzatban előírt vizsgálatokat – kivéve a technológiai üzemellenőrzéseket – csak a NAT által akkreditált laboratórium végezheti el.

A következő táblázatok mutatják a határérték változásokat feltüntetésre került az MSZ 450-es szabvány, 98/83 EK irányelv és a 201/2001 (X.25) Kormány rendelet.

| "A" táblázat | Mikrobiológiai vízminőségi jellemzők | | |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Vízminőségi jellemző | MSZ: 450 - 3 / 1989 szerinti érték | 98/83/EK irányelv | 201/2001. Korm. rendelet |
| | (Klórozott vezetékes ivóvízre)* | | |
| Escherichia coli (E.coli) | szám/100 ml | 0/100 ml | 0/100 ml |
| Enterococcusok | szám/100 ml | 0/100 ml | 0/100 ml |
| Vízminőségi jellemző | MSZ: 450 -3 / 1990 szerinti érték | 98/83/EK irányelv | 201/2001. Korm. rendelet |
| | (Tartályban forgalmazott ivóvízre) | | |
| Escherichia coli (E.coli) | szám/100 ml | 0/250 ml | 0/250 ml |
| Enterococcusok | szám/100 ml | 0/250 ml | 0/250 ml |
| Pseudomonas aeruginosa | szám/100 ml | 0/250 ml | 0/250 ml |
| Telepszám 22°C-on | 100/ml | 100/ml | 100/ml |
| Telepszám 37°C-on | 20/ml | 20/ml | 20/ml |

A MSZ 450-3:1991 szabvány a hálózati vezetékes ivóvíz esetén egyéb mikrobiológiai paraméterekre is előírt határértéket. A piros szín jelenti a szigorúbb határértéket, mint ami korábban volt.

A kék szín jelenti azokat a határértéket, amelyek az MSZ 450-1:1989 szabványban szigorúbbak voltak. A szürke háttérű mezőben szereplő vízminőségi jellemzők a 98/83EK direktíva nem tartalmazza.

| Vízminőségi jellemző | Mértékegység | Kémiai vízminőségi jellemzők | | | |
|---|--------------|---|-----------|-------------------|-------------------------|
| | | MSZ 450-1:1989 szabvány szerinti határérték | | 98/83/EK irányelv | 201/2001 Korm. rendelet |
| | | megfelelő | tűrhető | | |
| Akrilamid | µg/l | | | 0,1 | 0,1 |
| Antimon | µg/l | Nincs határérték | | 5 | 5 |
| Arzén | µg/l | 50 | | 10 | 10 |
| Benzol | µg/l | 10 | | 1 | 1 |
| Benzol(a)pirén | µg/l | 0,01 | | 0,01 | 0,01 |
| Bór | µg/l | 1 | 5 | 1 | 1 |
| Bromát | µg/l | Nincs határérték | | 10 | 10 |
| Kadmium | µg/l | 5 | | 5 | 5 |
| Króm | µg/l | 50 | | 50 | 50 |
| Réz | mg/l | 0,2 | 1 | 2 | 2 |
| Cianid | µg/l | 100 | | 50 | 50 |
| 1,2-diklóretán | µg/l | Nincs határérték | | 3 | 3 |
| Epiklórhidrin | µg/l | Nincs határérték | | 0,1 | 0,1 |
| Fluorid | mg/l | legalább 0,9 | 1,7 | 1,5 | 1,5 |
| | | legfeljebb 1,5 | | | |
| Ólom | mg/l | 50 | | 10 | 10 |
| Higany | µg/l | 1 | | 1 | 1 |
| Nikkel | µg/l | Nincs határérték | | 20 | 20 |
| Nitrát | mg/l | 20 | 40 | 50 | 50 |
| Nitrit | mg/l | 0,5 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| Peszticidek | µg/l | 16 féle peszticidre van határérték, mindegyik nagyobb mint 0,1 mg/L | | 0,1 | 0,1 |
| Összes peszticid | µg/l | Nincs határérték | | 0,5 | 0,5 |
| Policiklikus aromás szénhidrogének | | Nincs határérték | | 0,1 | 0,1 |
| Szelen | µg/l | 10 | | 10 | 10 |
| Tetraklór-etilén, triklór-etilén együtt | µg/l | Triklór-etilén | 10 | 10 | 10 |
| | | Tetraklór-etilén | 10 | | |
| Trihalometánok összesen | µg/l | Csak kloroformra van határérték: 30 | | 100 | 50 |
| Vinilklorid | µg/l | Nincs határérték | | 0,5 | 0,5 |
| Cisz-1,2-diklór-etilén* | µg/l | Nincs határérték | | Nincs | 50 |
| Klorit* | mg/l | Nincs határérték | | Nincs | 0,2 |
| Kötött aktív klór* | mg/l | Az a legkisebb érték, ami a hatásos fertőtlenítéshez szükséges | | Nincs | 3 |

| "C" TÁBLÁZAT | | Indikátor vízminőségi jellemzők | | | |
|-------------------------------------|---------------------|---|------------------------------------|---|---|
| Vízminőségi jellemző | Mértékegység | MSZ 450-1:1989 és az MSZ-450-3:1991 szabvány szerinti határértékei | | 98/83/EK irányelv | 201/2001. Korm. rendelet |
| | | megfelelő | tűrhető | | |
| Alumínium | µg/l | 100 | 200 | 200 | 200 |
| Ammónium | mg/l | 1 | 2 | 0,5 | 0,5 |
| Klorid | mg/l | 250 | 350 | 250 | 250 |
| Clostridium perfringens | /100 ml | 0/50 ml | | 0 | 0 |
| Szín | | 1 hígítási szám | 3 hígítási szám | A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás | A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás |
| Vezetőképesség 20 °C-on | µS/cm | 1350 | 1600 | 2500 | 2500 |
| Hidrogénion koncentráció | | legalább 7,0 legfeljebb 8,0 | legalább 6,8 legfeljebb 8,5 | 6,5 - 9,5 | 6,5 - 9,5 |
| Vas | mg/l | 200 | 300 | 200 | 200 |
| Mangán | mg/l | 100 | | 50 | 50 |
| Szag | | 1 hígítási szám | 3 hígítási szám | A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás | A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás |
| Permanganát index KOI _{ps} | mg/l | 6 | 10 | 5 | 5 |
| Szulfát | mg/l | 200 | 300 | 250 | 250 |
| Nátrium | mg/l | 200 | | 200 | 200 |
| Íz | | 1 hígítási szám | 3 hígítási szám | A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás | A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás |
| Telepszám 22 °C-on | /ml | 100/ml | | Nincs szokatlan változás | Nincs szokatlan változás |
| és 37°C-on* | /ml | 20/ml | | Nincs szokatlan változás | Nincs szokatlan változás |

| "C" TÁBLÁZAT | | Indikátor vízminőségi jellemzők | | | |
|-----------------------------|---------------------|---|----------------|---|---|
| Vízminőségi jellemző | Mértékegység | MSZ 450-1:1989 és az MSZ-450-3:1991 szabvány szerinti határértékei | | 98/83/EK irányelv | 201/2001. Korm. rendelet |
| | | megfelelő | tűrhető | | |
| Coliform baktériumok | /100 ml | 0/100 ml | | 0/100 ml | 0/100 ml |
| Pseudomonas aeruginosa* | /100 ml | 0/100 ml | | | 0/100 ml |
| Összes szerves szén (TOC) | mg/l | Nincs határérték | | Nincs szokatlan változás | Nincs szokatlan változás |
| Zavarosság | | 1 NTU | 2 NTU | A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás | A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás |
| Keménység* | mg/l CaO | 50 250 | 50 350 | | min.50 max. 350 |
| Fenolindex* | µg/l | 2 | 20 | | 20 |
| Olajszármazékok* | µg/l | 10 | 100 | | 50 |

A Kormány Rendelet csoportosítja a vízminőségi jellemzőket (A;B;C;D;E;F).

- Az „A” és „B” a kötelezően betartandó az úgynevezett **elsődleges paramétereket** tartalmaz. Ezekre vonatkozó határértékek betartása kötelező ez alól felmentés nincs. Ha határérték túllépés van, akkor „KIFOGÁSOLT” ivóvízként nem használható.
- A „C” csoport az úgynevezett **indikátor (szennyezés jelző) paraméterek csoportja**. Ezeknek a paramétereknek ellenőrzési szerepük van, esetükben a határérték túllépése nem jelent közvetlen közegészségügyi veszélyt, de valamilyen rendellenesség fellépett ezért a szükséges intézkedéseket meg kell tenni.
- A „D” csoport a **karszt-, talaj-, és a parti szűrésű vízbázisra** valamint a **felszíni vízbázisból származó vizekre**. A sérülékenynek minősülő vízbázisokra szigorúbb határértékek érvényesek.

Vízminőségi jellemző Határérték Egység

| | | |
|-------------------------------------|------|------|
| permanganát-index KOI _{ps} | 3,5 | mg/l |
| ammónium | 0,20 | mg/l |
| nitrit | 0,10 | mg/l |
| klorid | 100 | mg/l |

- Az „E” csoport a biológiai vízminőségi jellemzőket részletezi. A mikroszkópos vizsgálat az EU-hoz való csatlakozás után lett kötelező. A vizsgálatnak a másodlagos romlás megakadályozásában van fontos szerepe.

Vízminőségi jellemzők Határértékek Egység

| | | |
|-----------|------|--------|
| üledék | 0,10 | ml/l |
| véglények | 0 | szám/l |
| férgek | 0 | szám/l |

| | | |
|---------------------------|----------------|--------|
| baktériumok | 0 | szám/l |
| gombák | 0 | szám/l |
| vas- és mangánbaktériumok | $2 \cdot 10^4$ | szám/l |
| egyéb baktériumok | 10^2 | szám/l |
| algák és cianobakt. | 10^4 | szám/l |

- Az „F” csoport ideiglenes határértékek. Átmeneti ideig bizonyos paraméterek esetében érvényben maradhat a korábbi szabvány (MSZ 450-1:1989) határértékei. Elem: ólom; 25µg/l. A 65/2009 (III.31) Korm. rendelet alapján a következő paraméterek tartoznak ide: arzén 50 µg/l; bór B 5,0 mg/l; bromát 25 µg/l; fluorid 1,7 mg/l; nitrit* 1,0 mg/l ; ammónium 2,0 mg/l. A nitrit esetében az ideiglenes határérték az első életévüket be nem töltött csecsemők és várandós anyák ivóvízellátásában nem alkalmazható.

Vízminőség ellenőrzési követelmények

A 65/2009 (III.31) Korm. rendelet alapján:

A) Vizsgálendő vízminőségi jellemzők

Ellenőrző vizsgálatok célja, hogy rendszeresen tájékoztasson az emberi fogyasztásra szolgáló ivóvíz organoleptikus és mikrobiológiai minőségéről egyes kémiai vízminőségi jellemzőkről, a vízminőség esetleges változásáról, a vízkezelés hatékonyságáról annak érdekében, hogy ahol ilyen kezelést végeznek, megállapítható legyen, hogy az ivóvíz minősége megfelel-e a jelen rendeletben előírt határértékeknek (mindig vizsgálni kell; megjegyzésekben leírt feltételektől függően kell vizsgálni, megjegyzésekben leírtaktól függő esetekben, de kisebb gyakorisággal, kisebb gyakorisággal vizsgálандók).

Ivóvízbiztonsági terv

Ivóvízbiztonság fogalma: az ivóvízfogyasztáshoz, illetve használathoz kapcsolódó, ivóvíznyerésre szolgáló, vízkezelő és ellátó rendszerben, házi ivóvízhálózatban és vízvételre szolgáló helyeken elérhető legkisebb egészségkockázatot jelentő minőségi és működési jellemző.

A 201/2001. (X.25.) kormányrendeletet módosító 65/2009. (III.31.) kormányrendelet értelmében az 1000 m³/nap-nál nagyobb kapacitású vagy 5000 főnél nagyobb állandó lakosságot ellátó rendszer esetében ivóvízbiztonsági tervet kell készíteni és azt be kell nyújtani az OTH-hoz jóváhagyásra, az alábbi ütemezés szerint:

2012. július 1-ig: 100.000 főnél nagyobb népességet ellátó rendszerek

2013. július 1-ig: 50.000-100.000 főt ellátó rendszerek

2014. július 1-ig: 5.000-50.000 főt ellátó rendszerek

A vízszolgáltatóknak az ivóvízbiztonsági terv közegészségügyi felülvizsgálatát négyévente az OTH-nál kell kezdeményeznie. Az Egészségügyi Minisztérium 3 évente jelentést küld az Európai Bizottságnak az emberi fogyasztásra szánt ivóvíz minőségéről. A jelentésben szerepelnie kell legalább minden, az átlag napi 1000 m³-t meghaladó hozamú vagy 5000 főnél többet ellátó ivóvízellátó rendszernek. A jelentési időszak végét követő naptári év végéig az Országos Tisztiorvosi Hivatalnak (OHT) közzé kell tenni a beadott jelentést.

3. 12/1997 (VII.29) KHVM rendelet A TERMELT ÉS SZOLGÁLTATOTT VIZEK GÁZMENTESÍTÉSÉRŐL

A rendelet hatálya a vízjogi létesítési engedéllyel rendelkező, gázveszélyes vízkészletek kitermelését, kezelését, tárolását, szállítását és elosztását szolgáló vízi létesítményekre terjed ki. Gázveszélyes vízkészletnek tekinti a felszín alatti vízkészleteket, a parti szűrésű és fedetlen karsztvizek kivételével. A rendelet szerint gázos víz, amely szénhidrogén tartalommal

rendelkezik. A rendelet gáztartalom (szénhidrogén tartalom) szempontjából 3 kategóriát különböztet meg:

- 0,8 l/m³ érték alatt: „A” fokozat
- 0,8 – 10 l/m³ között: „B” fokozat
- 10 l/m³ felett: „C” fokozat

A rendelet kimondja, hogy a víz gáztartalmának

„A” fokozata esetén nem kell gázmentesítést végezni,

„B” fokozata esetén üzemeltetési módszereket és biztonsági intézkedéseket kell alkalmazni,

„C” fokozata esetén az MSZ-10-226 (helyette: MSZ 15285:1998) nemzeti szabvány szerinti gázmentesítő berendezés telepítéséről és üzemeltetéséről kell gondoskodni. Az engedélyes rendszeres vizsgálatokkal köteles gondoskodni a gáztartalom ellenőrzéséről a víztermelő létesítményeknél, - amennyiben van – gázmentesítést követően, továbbá a vízvezeték hálózat arra alkalmas pontjain.

4. 38/1995 (V.5) Korm. rendelet A KÖZMŰVES IVÓVÍZELLÁTÁSRÓL ÉS A KÖZMŰVES SZENNYVÍZELVEZETÉSRŐL

A közműves ivóvízellátás és a közműves szennyvízelvezetés közüzemi szolgáltatás.

A szolgáltatást végző az ivóvízművek, illetőleg a szennyvízelvezető művek üzemeltetésével köteles a víziközmű hálózatba bekötött ingatlan tulajdonosának, illetőleg egyéb jogcímen használójának (fogyasztó) ivóvizet szolgáltatni, illetőleg az ingatlanon keletkező szennyvizek — továbbá egyesített rendszerű szennyvízelvezetés esetén a csapadékvizek — összegyűjtését, károkozás nélküli elvezetését és tisztítását elvégezni. A szolgáltató a külön jogszabályban és a vízjogi üzemeltetési engedélyben foglalt előírásoknak megfelelően — a víziközművek teljesítőképességének mértékéig — köteles szolgáltatni.

5. 123/1997 (VII.18) Korm. rendelet A VÍZBÁZISOK, A TÁVLATI VÍZBÁZISOK, VALAMINT AZ IVÓVÍZELLÁTÁST SZOLGÁLÓ VÍZI-LÉTESÍTMÉNYEK VÉDELMEÉRŐL

A 2. fejezetben részletesen bemutatásra került.

6. 6/2002 (XI.5) KvVm rendelet AZ IVÓVÍZKIVÉTELRE HASZNÁLT IVÓVÍZBÁZISNAK KIJELELT FELSZÍNI VÍZ, VALAMINT A HALAK ÉLETFELTÉTELEINEK BIZTOSÍTÁSÁRA KIJELELT FELSZÍNI VIZEK SZENNYEZETTSÉGI HATÁRÉRTÉKEIRŐL ÉS AZOK ELLENŐRZÉSÉRŐL

A rendelet hatálya kiterjed

a) az ország határain belül található, ivóvíz kivételre használt vagy ivóvízbázisnak kijelölt felszíni vizekre,

b) a halak életfeltételeinek biztosítása érdekében a külön jogszabályban kijelölt, védelemre vagy vízminőség-javításra szoruló felszíni vizekre,

c) azokra a jogi személyekre, jogi személyiséggel nem rendelkező gazdasági társaságokra és természetes személyekre, akik az előző két pontban meghatározott vizek tulajdonosai, használói, illetőleg akik tevékenysége e vizek minőségére hatással van.

A rendelet hatálya nem terjed ki a halastavi és intenzív haltermelés céljait szolgáló természetes vagy mesterséges tavak vizére.

Felszíni ivóvízbázisok vízminőségi követelményei

A felszíni ivóvízbázisok besorolása az alábbi vízminőségi jellemzőkből adódó szükséges kezelési módszerek szerint történik:

- a) egyszerű fizikai kezelés és fertőtlenítés (A1),
- b) normál fizikai kezelés, kémiai kezelés és fertőtlenítés (A2),
- c) intenzív fizikai és kémiai kezelés, majd további kezelés és fertőtlenítés (A3).

7. 43/1999 (XII. 26) KHVM A VÍZKÉSZLETJÁRULÉK KISZÁMÍTÁSÁRÓL

A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény előírja a vízkészletjárulék (VKJ) fizetésére (köteles vagy) kötelezett vízhasználók és üzemi fogyasztók a Kvt. szerinti - a vízhasználatra és az alapjárulékra alapozott - fizetési kötelezettségük mértékét a rendelet 1. számú mellékletében meghatározott szorzószámok figyelembevételével állapítják meg.

Ivóvízhasználat: annál a tevékenységnél jelentkező vízhasználat, ahol a közegészségügyi előírások alapján a fővárosi és megyei kormányhivatal járási hivatala járási (fővárosi kerületi) népegészségügyi intézete a technológiai vízhasznosítás több mint 50%-ára vonatkozóan kötelezően előírja az ivóvízminőség használatát, ideértve a gyógyvíznek minősülő ásványvizek palackozását is.

8. 47/1999 (XII.28) KHVM rendelet AZ ÁLLAMI TULAJDONÚ KÖZÜZEMI VÍZMŰBŐL SZOLGÁLTATOTT IVÓVÍZÉRT, ILLETŐLEG AZ ÁLLAMI TULAJDONÚ KÖZÜZEMI CSATORNAMŰ HASZNÁLATÁÉRT FIZETENDŐ DÍJAKRÓL

Az állami tulajdonú közüzemi vízműből szolgáltatott ivóvíz és az állami tulajdonú közüzemi csatornamű szolgáltatásért a rendelet 1. számú mellékletben megállapított díjat kell fizetni. Nem kell díjat fizetni a közműhálózaton lévő tűzcsapról a tűzoltáshoz felhasznált vízért.

Mintavételi helyek

Azokon a pontokon, ahol a jogszabály időszakos vizsgálatokat és ellenőrzéseket ír elő, mintavételi helyeket kell kialakítani. A mintavételi helyeket úgy kell kijelölni, hogy a teljes vízműrendszer állapota jellemezhető legyen. A vízműrendszer a következő blokkokból áll:

- víztermelő,
- víztisztító,
- vízszállító művekből és
- települési elosztóhálózatokból áll.

Az eltérő jogszabályi és hatósági előírások miatt a mintavételi helyeket három alapvető csoportra lehet felosztani:

- ivóvíz előállításához és szállításához kapcsolódók
- vízbázis védelmet szolgálók
- fogyasztói mintavételi helyek

Ivóvíz előállításához és szállításához kapcsolódók

A 21/2002. számú KöViM rendelet az alábbi objektum típusokhoz rendel előírásokat:

- üzemelő ivóvíz termelő kutak (következő kategóriákba lehet sorolni: üzemelő és ideiglenesen üzemben kívül helyezett kutak esetében mintavételi helyeket kell kialakítani továbbá a nyersvízvezetéken is. A nyersvízvezetéseken a mintavevő csapokat pl. tolózárkezelő aknában helyezhetik el. Tartalék (hideg) eltömedékelendő kutak (rendszeres vizsgálata nincs előírva)

- ivóvíz-kezelési technológiák; a vízkezelési technológiák vízminőség vizsgálati ütemtervét a vízművek üzemeltetési utasításai tartalmazzák. A vizsgálati tervet jóvá kell hagyatni a Kormányhivatal illetékes Népegészségügyi Szakigazgatási szervének megyei intézetével.
- hálózati betáplálások

Ivóvízbázis-védelem érdekében létesített mintavételi helyek

Ebbe a csoportba az ivóvíz bázisok védelme, megfigyelése céljából kialakított figyelő kutak tartoznak. A figyelő kutak mintavételezési előírásait az illetékes Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség határozza meg a vízbázis adottságainak figyelembevételével. Az előírásokat a Hatóság által kiadott engedélyek és határozatok tartalmazzák.

Ivóvíz szolgáltatás mintavételi helyei

Az ivóvízminőség fogyasztói oldalon történő ellenőrzésének szabályait módosított, ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. rendelet tartalmazza. pl. a fogyasztói mintavételi helyeknek a települési elosztóhálózat ejektoros közfolyói kerültek kijelölésre, egyeztetve a Kormányhivatal illetékes Népegészségügyi Szakigazgatási szervének megyei intézetével.

A vízműveknek lehetőségük van a 201/2001. rendelet előírásain túlmenően fogyasztói mintavételi helyeket kijelölni:

- határérték-túllépés és a vízminőség-javító beavatkozás szempontjából;
- az átadási pontokban és a hálózatba tápláló gépházakban található,
- továbbá az ivóvízelosztó hálózatra közvetlenül bekapcsolt kutakon és a víztornyokon lévő mintavételi csapokat kialakítani

4.2. Ivóvíz felhasználáshoz alkalmazott nyersvizek minősége

A hidroszféra nagy természeti rendszere biztosítja azt a vízkészletet, ahonnan az ivóvízigényeket és az ipari vízigényeket ki lehet elégíteni. A hidroszféra a Föld vízburka, a tengerek és óceánok, a kontinentális- és légköri vizek összessége. Egy nyitott rendszer, mely körforgása során kölcsönhatásban van a litoszférával (a Föld szilárd kőzet- és talajburka) és az atmoszférával (a Föld levegőburka), valamint a bioszférával (az élőlények lakóhelye, élettere). A víz körforgása során a víz mennyisége és minősége is változik. A csapadékvíz már a légkörben szén-dioxiddal, oxigénnel és egyéb gázokkal kerül kölcsönhatásba, savas kémhatású lesz, ezért képes oldani a talajban lévő sókat és reakcióba lépni különféle kőzet- és talajalkotó anyagokkal. Emellett a víz minőségét az is alakítja, hogy összességében nagytömegű makro- és mikroszervezet életének színtere a víz. A vizek minőségét befolyásoló természetes hatások mellett egyre nagyobb mértékűek az antropogén (emberi tevékenység következtében fellépő) hatások is.

Vízellátási célú vízbeszerzéshez (víznyeréshez) az alábbi vízkészleteket hasznosíthatja, a helyi adottságoktól és lehetőségektől függően:

5. Felszín alatti víz: (talajvíz, rétegvíz (mélységi víz), karsztvíz, parti szűrésű víz, forrásvíz)
6. Felszíni víz: vízfolyás, tavak vize, tározók vize
7. Csapadék víz
8. Újrahasznosított víz

Felszín alatti vizek

A **talajvíz** az első vízzáró réteg fölött helyezkedik el. Víztisztasági szempontból a legveszélyeztetettebb, mivel felülről nem zárja el vízzáró réteg, így fokozottan ki van téve a szennyező hatásoknak. Környezeti hatások miatt szennyezettek, fizikai-, kémiai-, biológiai- és bakteriológiai jellemzőik kedvezőtlenek.

Magyarországon csak néhány vízmű használ talajvizet, leginkább talajvíz-dúsítással egybekapcsolva. A talajvíz (és egyéb felszín közeli vizek) a vízellátási célú vízhasználat kevesebb, mint 10%-át adják és felhasználásuk csökkenő tendenciát mutat.

A **rétegvizek (mélységi vizek)** két vízzáró réteg között néhány tíz métertől az ezer métert is meghaladó mélységig, több egymással kapcsolatban nem álló rétegben található. A felszínről érkező szennyezésnek kevésbé vannak kitéve. Nagyobb mennyiségben tartalmazhatnak hidrogén- karbonátot, amely főként kalciumhoz és magnéziumhoz, valamint vashoz és mangánhoz kötődik. Gyakran tartalmaznak fölös szén-dioxidot és metánt. *A dél-alföldi rétegvizekben magas koncentrációjú az arzén tartalom is. A felszín közeli rétegekre jellemző a nitráttartalom és a bakteriológiai típusú szennyezettség.*

A vízellátási célú vízhasználatot több mint 40%-ban rétegvizekből biztosítják.

A különleges rétegvizek valamilyen sajátos tulajdonsággal rendelkeznek (pl. artézi víz – rétegnyomás, termásvíz – legalább 30°C hőmérséklet, ásványvíz – oldott anyag tartalma legalább 1000 mg/liter, gyógyvíz – bizonyított gyógyító hatás), amely közvetve vagy közvetlenül kihat a minőségükre, illetve a felhasználhatóságukra.

A **karsztvizek** a mészkő- és dolomit tartalmú kőzetekből főként kalcium- és magnézium sókat oldanak ki. Minőségükre a nagyobb keménység mellett a kis szerves anyag, valamint az alacsony vas- és mangántartalom jellemző. Vízkészleteink között a legjobb minőségűek közé tartoznak. Nagymennyiségű vízellátási célú karsztvíz felhasználás a bauxit bányászathoz kapcsolódóan, a bánya víztelenítésből származó karsztvizek hasznosításán alapult. *Vízellátási szempontból is jelentős karsztvíz készleteink vannak az észak – balatoni térségben, a bükk karsztvidéken és Aggtelek környékén.* A vízellátási célú vízhasználatot mintegy 20%-ban karsztvizekből biztosítják.

A **forrásvizeknek** viszonylag jó vízminőségük ellenére a közműves vízellátásban gyakorlatilag kicsi a szerepük. Hazánkban kevés az olyan forrás, amely az év minden szakában, viszonylag egyenletes hozammal jelentősebb mennyiségű vizet tudna szolgáltatni.

A **parti szűrésű víz** eredetére nézve felszíni víz. A több tíz méter vastagságú vízáteresztő mederanyagon (kavics, homokos kavics) átszivároghatva, a kedvező minőségváltozást okozó természetes talajszűrést követően éri el a vízkitermelő létesítményeket, a csápos kutakat. A parti szűrésű víz minőségét együttesen befolyásolja a felszíni víz minősége, a mederanyag (a parti talajréteg) természetes szűrőhatása és az esetleg keveredő talajvíz jellemzői. *A Duna kavicsterasza (Szigetköz és Budapest térsége) és a Dráva mentén rendelkezünk komoly parti szűrésű vízkészletekkel.*

A parti szűrésű vízbeszerzés 30%-ban biztosítja jelenleg a vízigények kielégítését.

Felszíni vizek

A **felszíni vízkészlet** Magyarország földrajzi helyzetéből adódóan, sajátos jellemzőkkel bír. A **folyóvizeink** vízgyűjtő területeinek nagyobb hányada nem országunk területére esik, ezért a felszíni vízkészlet mintegy 95%-a külföldről érkezik hazánkba. Ebből következően a hazai felszíni vizek minőségére meghatározó módon hatnak a szomszédos országokban történő vizekkel kapcsolatos tevékenységek és különösképpen a szennyezések. A hazai folyóvizek vízminőségi állapotát a vízfolyást érő külföldi- és hazai szennyezőanyag terhelése és az élő vizekben működő természetes öntisztulási folyamatok határozzák meg.

A folyóvizek a felszín alatti vizekhez képest kevesebb oldott sót, de lényegesen több oldott oxigént, lebegő anyagot, szerves anyagot és antropogén eredetű, főként tisztítatlan- és tisztított

szennyvizekből származó, szennyező anyagokat (pl. szénhidrogén származékok, gyógyszer- és vegyszermaradékok, stb.) tartalmaznak. Gyakorik a kellemetlen íz- és szaghatásokat okozó szennyező anyagok is.

A vízminőségi mutatókra jellemző még a viszonylag tág határok közötti változás, amely egyrészt szezonális jellegű (az évszakoktól függ), másrészt a vizeket érő terhelések változásait tükrözi. A vízminőség változások csak az ezekre reagálni képes, rugalmas technológiával kezelhetők.

A **tavak vize** a vízellátásban igen kis szerepet tölt be. Egyetlen nagy tavunkra, a Balatonra is inkább az idegenforgalmi célú- és nem a vízgazdálkodási hasznosítás a jellemző. Vízellátási célra a tavak vizének felhasználását az ebből a szempontból nem kedvező hidrológiai- és vízminőségi adottságok korlátozzák. A vízmélység kicsi, a szél hatására a hordalék mennyisége időnként megnövekszik, a feliszapolódás és a jégjelenségek is jelentősek lehetnek, és a vízminőségre is (gyakran az előző jellemzők miatti) szélsőséges változások a jellemzőek. A *Balaton mellett Siófokon működik olyan vízmű, amelyik tóból történő felszíni vízkivételt üzemeltet.*

Tározók közül a körtöltéses tározók vízminőségi jellemzői, adottságaik hasonlósága miatt szinte megegyezik a sekély tavak vízminőségével. A völgyzárógátas tározókban a vízmélység már jelentősebb lehet. Itt a vízminőségre a tápláló vízfolyás vízminősége, a tározó és a vízgyűjtő hidrológiai- és vízföldtani viszonyai és az ott folytatott tevékenység van hatással. A vízmélység miatt várható, hogy a vízminőségi jellemzők értéke rétegenként változik.

A felszíni vizekből ivóvizet előállítani a fentiek miatt csak viszonylag bonyolult és költséges technológiával lehet, ezért a kommunális vízellátás mintegy 12 – 14%-ban történik a felszíni vízkészletből. Hazán néhány vízparti településen találhatunk csak felszíni vízbázisra települt közüzemi vízművet (pl. Budapest, Szolnok, Balmazújváros, Siófok, stb.).

Az ipari célú vízhasználat felszíni vizekből lényegesen nagyobb mértékű, mennyiségét tekintve mintegy 25-szöröse a lakossági vízfelhasználásnak.

Csapadékvíz és újrahasznosított vizet hazánkban (közvetlenül) nem használnak ivóvíz előállítására.

4.3. Ivóvíztisztítás menetének általános bemutatása

A víztisztítás célja, hogy a nyersvizet a fogyasztási igényeknek megfelelő minőségűvé alakítsa. A kutakból, folyókból, tavakból kivett vizet víztisztító művekbe vezetik, ahol több lépcsőből álló szűréssel távolítják el a vízből a szennyeződések. A tisztítás során különböző eljárásokat alkalmaznak, hogy a kezelt vízből eltávolítsák a nem kívánatos anyagokat, vagy elfogadható anyagokká alakítsák. A kiinduló nyersvíz minősége nagyon eltérő, ezért a víztisztítási technológia is nagyon sokrétű. A tisztításra kerülő vízből először az uszadék jellegű nagyobb szennyeződések kell eltávolítani. Ez rácsokkal, dobszűrővel, szalagszűrővel történik. Ez után történik a lebegő, könnyen ülepezhető anyagok eltávolítása homokfogóval, hidrociklonnal, ülepezéssel. Ekkor a víz fajsúlyánál nagyobb fajsúlyú szilárd anyagokat a gravitáció segítségével ülepezthetjük le. Ha a szemcseméret 0,1 mm alatti, akkor összetettebb ülepezés szükséges, amit derítésnek neveznek. Ennek során vegyszeradagolással (alumínium-szulfát, vas-szulfát stb.) a kis szemcsékből ún. makropelyeket hoznak létre, amelyek már ülepezhetőek. Ezután a vizet átengedik egy szűrőrétegen - amely kavics, homok vagy egyéb anyagból áll – ami vízben lévő lebegőanyagot kivonja a vízből. A kellemetlen mellékíz és szagot okozó anyagok eltávolítására aktív szén szűrést vagy ózonos kezelést alkalmaznak. A szűrés után következik a savtalanítás, amelynek célja a vízben lévő szén-sav eltávolítása. Ilyenkor levegőztetéssel megnövelik az oxigéntartalmát, így a víz frissebbé és kevésbé savanyúvá válik. Ha a vízben bizonyos mennyiségnél több oldott vas és mangán fordul elő, akkor a víz csőben szállításra,

ivó- és ipari víz céljára alkalmatlanná válik. Ezért szükséges ezek oxidálással, szűréssel történő eltávolítása. Ha a vízben nitrát található, annak eltávolítás ioncserével történik.

A vízben oldott sók is találhatóak, amelyek szűréssel nem távolíthatók el. Ha ezek nagy mennyiségben fordulnak elő, a vizet keményé teszik. Ezért szükséges ezek koncentrációjának csökkentése. Ezt szolgálja a vízlágyítás. A tisztítási technológia végén kerül sor a vízben lévő patogén baktériumok és ionok elpusztítására. Az eljárás lehet csírátlanítás és fertőtlenítés. Ez történhet szűréssel és oxidációval. Ez utóbbinál klórt, ózont, kálium-permanganátot vagy egyéb anyagokat adagolnak. Legelterjedtebb a klór alkalmazása.

Ivóvizünk legnagyobb hányadát a felszín alatti vízkészletekből nyerjük. Sok helyen a rendelkezésre álló víz (felszín alatti nyersvíz) meglehetősen nagy mennyiségű oldott szerves anyagot és szerves ionokat is tartalmaz, ezért ivóvíz célú hasznosításra közvetlenül nem alkalmas. Az oldott szerves anyagok főként a fertőtlenítés során belőlük képződő rákkeltő és mutagén sajátságú vegyületek miatt távolítandók el a vízből. Az ionok eltávolítását pedig többféle tényező is szükségessé teheti.

A leggyakrabban előforduló szennyező ionok közül egyesek (például As^{3+} , Cd^{2+} , NO_3^- , stb.) mérgezőek, mások önmagukban vagy a fertőtlenítőszerrel reagálva, kellemetlen ízt, színt, szagot kölcsönöznek a víznek (például Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+). Az ammónia a fertőtlenítőszerrel reagálva azok hatását befolyásolja, esetenként klór-amint eredményez.

A vezetékekben és így a fogyasztónál is megjelenő csapadékszennyező anyagok elkerülése céljából a víz pH-jának, a karbonát-keménységnek és ezekkel összefüggésben a víz szénsavegyensúlyának, az oldott oxigén-koncentrációjának, valamint a vastartalmának ismerete és szabályozása is gyakorta előforduló igényt jelent.

A robbanásveszélyt okozó gázok és folyadékok eltávolítása a vízből szintén a vízellátó rendszerek üzemeltetőinek lényeges feladata. Ezért alkalmazzák a gáztalanítás eljárását a tisztítási folyamat első lépéseként a metán eltávolítására.

Az egyes ionok (például Mn^{2+} , Fe^{2+} , As^{3+}), illetve szerves anyagok eltávolítása többféle módszerrel is megoldható; így gyakorta alkalmaznak eltávolításukra csapadékképző eljárásokat, de felhasználhatóak e célból az adszorpciós módszerek, az ioncsere és a fordított ozmózis is.

Összesítve megállapítható, hogy azoknak az anyagoknak az eltávolítására van szükség az ivóvíz célú vízhasznosításkor, amelyek:

- önmagukban mérgező, karcinogén, mutagén, teratogén vagy organoleptikus tulajdonságú vegyületek, vagy belőlük ilyen vegyület keletkezhet az adott tisztítási eljárás során,
- kiülepedő vagy kirakódásra alkalmas vegyületek, illetve ilyen vegyületek képzésére alkalmasak a vízellátó rendszerben,
- korrozív tulajdonságúak, megtámadják a vízellátó rendszer szerkezeti anyagait,
- tűz- és robbanásveszélyesek.

A víztisztítás feladatait az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

Gáznemű anyagok eltávolítása, savmentesítés, komponenseltávolítás csapadékképzéssel, egyes szerves, illetve szervesetlen komponensek fizikai-kémiai beavatkozással történő csökkentése, fertőtlenítés.

Mielőtt a megtisztított víz a lakásokba kerülne, minőségét laboratóriumban ellenőrzik, így csak megfelelő tisztaságú vizet engednek a vezetékekbe.

5. Vízkivétel, víznyerés

A vízigények kielégítésére a víz előfordulása szerint a következő lehetőségek állnak rendelkezésre:

1. Felszíni víz: vízfolyás, tó, természetes tározó, mesterséges tározó
2. Felszín alatti víz: talajvíz, parti szűrésű víz, karsztvíz, mélységi víz, forrás

A települési vízbeszerzésnél általában az a törekvés, hogy először a rendelkezésre álló felszín alatti vizeket használják fel. Mivel ezek általában kevésbé szennyeződnek, s ily módon tisztításuk vagy felesleges, vagy viszonylag egyszerűbb, tehát gazdaságosabb. Magyarországon a felhasználható mennyiség tekintetében a helyzet a felszíni vizek esetében a kedvezőbb. Jó minőségű és bő vízáradó-képességű vízáradó rétegek az ország túlnyomó részén a felszíntől kezdődően 2000-2500m mélységhatárig megtalálhatók. A körülmények kedvező és kényszerítő hatására a "mélységi vízbányászat" azaz a vízkútfúró tevékenység már a 19. század elején elkezdődött és mind a mai napig rendkívül intenzív és magas színvonalú hazánkban. Az ország 93000 km²-es területén az országos kútkataszter több mint 60 ezer működőképes mélyfúrású kutat tart nyilván. 1868-ban mutatta be Budapesten Ferenc József császárnak a 970 m mély városligeti termál-kutat Zsigmondi Vilmos a "vízbányász". Ez az akkoriban kolosszális teljesítmény Európa legmélyebb vízkútja volt.

A vízellátás ma a vízgazdálkodás egyik meghatározó szakterülete.

Vízellátás fejlődése

- egyedi ásott kutak
- községi fűrt kutak
- törpevízművek
- egész települést ellátó vízellátó hálózat
- kistérségi ellátó rendszerek
- regionális vízművek

A mennyiségi igények rohamos növekedésével egyre inkább a felszíni vizek felhasználására kerül sor, de szennyezettebbek voltak miatt a tisztításuk bonyolultabb, tehát költségesebb. Ha az ellátandó terület körül többféle víz fordul elő, akkor a mennyiségi, minőségi, illetve a gazdaságossági szempontok együttes mérlegelése alapján választjuk meg az optimális vízszervezési módot.

5.1. Víztermelő módok és berendezések

Először a felszíni víz beszerzési lehetőségeket majd a felszín alatti vizek víznyerésével kapcsolatos műtárgyakat és berendezéseket tekintjük át:

a) A felszíni vízkivétel módjai az alábbiak:

- szívófejes vízkivétel
- aknás vízkivétel
- völgyzárógátás vízkivétel
- szűrőgátás vízkivétel

b) A felszín alatti víz kinyerésének műtárgyai:

A porózus vízáradó közegből való víztermelés tulajdonképpen mindig a szűrés kedvező tisztító hatásának a kihasználásán alapszik. Minden esetben, amikor a víz a porózus közegben szivárog, tulajdonképpen a szűrés útján való víztisztításról beszélhetünk.

A durvább szemcséjű közeg kevésbé, a finomabb szemcséjű közeg jobban tisztít.

Hidraulikai szempontból alapvető műtárgyak: kút és a galéria. A kettő kombinációja a csápos kút, tárós akna (különleges módon épített kút).

c) Az elemi műtárgyak létesítés szempontjából:

- sekély mélységű vízbeszerzési műtárgyak. Ilyen lehet: ásott kutak, süllyesztett kutak, vert kutak, sekély mélységű fúrott és csökutak, galériák, csápos kutak, aknák
- mélyfúrású kutak

Feszín alatti víz termelőtelepei aszerint kerülnek csoportosításra, hogy milyen típusú vizet termelnek:

- talajvízre telepített
- parti szűrésű
- rétegvíz
- hasadék és karsztközetekből táplálkozó
- forrásokból táplálkozó víztermelő telepek

Tekintsük át részletesebben:

1. Talajvízre telepített vízművek

A feltárási adatok birtokában, amikor a vízadó réteg térbeli kiterjedése, fizikai, talajfizikai, kémiai jellemzői ismertek, lehet eldönteni adott vízigény mellett a víztermelő telep kialakításai módját. A telep kialakításánál el kell dönteni milyen elemi vízkitermelő műtárgyat használunk és azokból a vízkivétel hogyan történik. Általánosságban ásott vagy süllyesztett kutakat és a nagy átmérőjű csökutakat és galériákat használnak. A talajvizes vízműveknél a vizek kémiai és bakteriológiai tisztaságának a megőrzése a legnehezebb. Kémiai szempontból előforduló veszély: ammónia, nitrit, nitrát. Így a talajvízműnél nagyon fontos az egészségügyi és a hidrológiai védőövezet kialakítása.

2. Parti szűrésű vízműtelepek

Parti szűrésű telep vagy vízdúsítás nélküli vagy vízdúsításos lehet.

A dúsítás nélküli telepeken a parti rétegekből csak azt vesszük ki, ami a folyóból beszivároghat. A víztermelő egység helyét mosott partszakaszra kell kijelölni. Minél közelebb tesszük a vízfolyáshoz a víztermelő egységeket, annál több vizet nyerhetünk és annál inkább uralkodóvá válik a vízfolyás vízminőségi és vízhőfokbeli tulajdonsága. A folyótól való távolságot az árvízvédelem is befolyásolja. Az egészségügyi védőövezet mellett a hidrológiai védőövezetet is ki kell jelölni. Legtöbb terasz kavicsunk, teraszhomokunk vize vasa és mangános ezért ezek eltávolítása szükséges a telepeken. Alkalmazott műtárgyak: galéria, csápos kút.

Dúsítással a víztermelő telepre jutó vízmennyiségét meg lehet növelni, ami átmenet a felszín alatti és a felszíni víz felhasználása között. A talajvízdúsítás mesterséges beszivárogtatással megnöveli a kitermelhető vízmennyiséget. A dúsítás másik célja, hogy javítsa a vízminőséget.

3. Rétegvízre telepített vízművek

A rétegvízre telepített vízművek rétegnyomásos rendszerű artézi kutakból táplálkoznak. A rétegvizes kutakban gyakran gáz is jelentkezhet (metán, szén-dioxid). A gáz eltávolítását még a vízmű telepen kell megoldani. A metán a vezetékekben légzsákot és robbanást a szén-dioxid korróziót okozhat. Rétegvizes kutakban a rétegeredetű vastartalom mellett gyakori a csőoldódásból eredő vas. A védőövezetek kialakításánál figyelembe kell venni, hogy a vízadó réteg fölött vízzáró réteg található.

4. Hasadék és karsztközetekből táplálkozó vízmű

Ide tartoznak a mesterséges karsztvíz megcsapolás (dolomitra és mészkőre telepítik) és a homokkőre, breccsára, konglomerátumra, andezitre telepített vízművek. Leginkább használt műtárgy a kút vagyis a fúrott kút. Karsztvízre telepített vízműveknél azonban a telepek

méretezhető úgy, hogy a csapadékból származó beszivárgás egyensúlyban legyen a kivett mennyiséggel.

5. Forrásfoglalás

A forrásfoglalások vízellátás szempontjából két típusát különböztetjük meg: kisvízi és a felszín alatti tározást.

Kisvízi foglalásnál a hasznosított víz a forrás minimális vagy a forrás mindenkor hozama egy bizonyos vízhozam tartóssági értékig. Itt tehát a vízfogyasztástól függetlenül jelentkező természetes, eredeti forráshozamot hasznosítják, amely adott esetben azt jelenti, hogy csak kisebb, a forrás minimális hozamával egyenlő vízigényeket lehet százalékos biztonsággal kielégíteni.

Felszín alatti tározást megvalósító foglalások a források hozamát a felszín alatti tározás révén a fogyasztás ingadozásához igazítja. Két típusa van:

- küszöbsüllyesztéses eljárás (tározás a forrásfakadás küszöbe alatt elhelyezkedő kőzetekből történik)
- duzzasztásos eljárás (tározás a forrásfakadás küszöbe felett történik)

A foglalásokat be kell építeni a vízellátási rendszerbe, mivel akkor működnek megfelelően. A bekötés mindkét esetben történhet gravitációsan valamint a felszín alatti tározás esetében szivattyúzásos bekötés is lehetséges.

Gyakorlatban előforduló forrásfoglalások

Leggyakrabban a galériás és kutas vízbefogó műtárgyakból álló forrásfoglalások fordulnak elő. A galériás forrásfoglalás esetében a forrás egy patak völgyében eredt mészkő kőzetből.

Felszíni vízkivételi művek

A vízkivételi mű feladata az igényelt mennyiségű víz kivétele és továbbítása a víztisztító műbe vagy közvetlenül a fogyasztás helyére. Felszíni vizek esetében vízfolyásból (folyó, patak), tóból és mesterséges tározóból történhet vízkivétel. Minőségi vízkivétel esetében célszerű a teljes vízgyűjtő területre kiterjedő vizsgálatokat végezni. A terv készítéséhez a következő információkkal kell rendelkezünk. Megállapítjuk a vízfolyás vízhozamát és annak időszakos változásait, a meder állapotát, a víz fizikai-, kémiai-, bakteriológiai és biológiai jellemzőit és azok időszakos változását, a víz lebegőanyag tartalmát és annak változását. Fel kell deríteni a szennyeződést okozó létesítményeket és ezek káros hatását és a lehetőségekhez képest csökkenteni kell. Be kell gyűjteni a vízkivételi hely feletti települések és ipari létesítmények fejlesztési adatait és meg kell határozni az egész vízgyűjtő területre a vízvédelem szempontjából szükséges szabályozásokat. Célszerű beszerezni a vízhozam és vízminőség változások előrejelzésére vonatkozó adatokat.

Nagyobb folyók esetében figyelembe kell venni az öntisztulást. Az ivóvíz célú vízkivétel esetében a vízkivételi felett elsősorban a felszíni víz tisztaságát kell védeni, az elszennyeződést pedig megelőzni vagy megszüntetni. Jelentősebb vízmennyiség kivételekor a távlati igényeket is figyelembe kell venni. Lehetővé kell tenni a legkedvezőtlenebb feltételek mellett is a biztonságos vízkivételt. A vízkivételi műtárgyhoz tartoznak a durva uszadékot felfogó gerebek is.

1. Vízkivétel folyóból

Kisvízfolyásra telepített tápcsatornás vízkivételi mű: szükséges 0,5m vízmélység, a vízkivételnél a meder burkolt. A víz tápcsatormán jut el a gépház szívóaknájába.

Nagyvízfolyás esetében a következő problémákkal kell számolni: árvízvédelmi töltés, nagy vízszintingadozás, kásajég. Az erősen változó vízállású vízfolyásnál *szívócsöves vízkivételi művet* alkalmaznak. A szívóvezetékben a szállított víz sebessége legalább 0,5-1,0 m/s legyen, hogy a hordalék ne ülepedjen le. A szívófejnél ugyanakkor a sebesség 0,2-0,3m/s legyen, hogy a mederfenékről a hordalék ne kerüljön be a csővezetékbe. A szívófej szabad felülete a vízfolyással ellentétes irányba a mederfenékre merőlegesen építendő be.

2. Vízkivételek tóból

Tavainknál ivóvíz nyelés céljából a vízkivételek a part közeli szennyeződések mértékétől függően legalább 200-300m-re a parttól kell elhelyezni 2,5-3 m mélységben.

Vízkivételek mesterséges tározóból: A völgyzárógát által létesített mesterséges tározó megváltoztatja a vízfolyás eredeti minőségét. A tározóban feldúsul a vízgyűjtő terület ásványi anyag tartalma, kis vízáramlás esetén az egyes rétegek oxigénszegényekké válnak, a bekerülő szerves anyag és hordalék leülepszik, bomlásnak indul. A vízkivételek műtárgy a változó vízminőséghez igazodva három különböző szintű vízelvezetést biztosít. A tavi vízkivételek elhelyezésére móló is létesíthető. A mólóba beépített gravitációs csatornával vagy szivornyavezetékekkel a víz a szivattyúházhhoz vezethető. A szivófejet a mólótól célszerű kb. 20 m-re elhelyezni, mert a kőszórás az algatenyészetnek kedvez.

Jég elleni védekezés

A jég elleni védekezés módja minden felszíni vízkivételeknél különös figyelmet igényel. Problémát az úszó és a kásajég elleni védekezés jelenti. Tavainknál 1,0 m alá kell helyezni a szivófejet, ahol már a jég zajlása a szivófejet nem zavarja.

A vízfolyásokon képződhet kásajég, amely a víz és a jég közötti átmeneti állapot, mely akkor keletkezik, ha a víz a fagypontra lehűl. Ez a jelenség főleg hajnalban és éjjel jelentkezhet. A kásajég a fenéken és a bekerülő berendezéseken jelentkezhet és a fenékről a hordalékot magával ragadja. Az úszó kásajég a szivófejet teljesen lezárhatja. Egyik megoldás a gerebek és a környezetének a melegítése.

6. Karsztvizek és parti szűrésű vizek biztonsági kezelése

6.1. Parti szűrésű vizek biztonsági kezelése

Parti szűrésű kutat, homokos kavicsos talajrétegbe ágyazott folyó partján lehet létesíteni. A parti szűrésű kút vizét a folyó vízállásától függően részben a külső talajvíz részben a folyóból a rétegbe beáramló folyóvíz szolgáltatja. Hazánkban a talajvizek közé sorolják a parti szűréssel nyert folyóvizeket is. Ezek ténylegesen egy vízszűrő talajrétegből kerülnek kivételre, hiszen a folyópart többnyire homokos talajból kiépült szűrő. Abban a talajvíz általában a környezetből a folyóba szivárog, de fordított irányban ez a parti szűrésű folyóvíz kivétel. A kút felé áramló folyóvíz a folyómederben levő iszapos hordalékrétegen áramlik keresztül és ezen a biológiai szűrőn a víz hasonló módon tisztul, meg mint a lassúszűrőknél. Ezért kedvező körülmények között a parti szűrésű kút vize bakteriológiai és biológiai szempontból kifogástalan tisztaságú. Ha azonban a folyó medrében a hordalékmosás miatt hirtelen változás lép fel ez a változás a meder szűrőképességét kedvezőtlenül is befolyásolhatja és ilyenkor a kút vizének minőségét sűrűn kell ellenőrizni és szükség esetén fertőtlenítésről is gondoskodni kell.

Parti szűrésű kút céljára egyaránt megfelel az aknakút, csőkút és a csápos kút kialakítása. A külső talajvíz szintje és a folyó vízállása együttesen határozza meg, hogy a kútba milyen arányban áramlik be a talajvíz és a folyó medréről átszűrődő folyóvíz. Ha a talajvíz és a folyóvíz minősége nem különbözik, lényegesen egymástól a kétfajta víz keveredése nehézséget nem okoz.

Ha a külső talajvíz vas(II)ion tartalmú és ez a vasas víz a parti szűrésű kútnál keveredik a folyóból beszivárgó oldott oxigénben telített vízzel a talajvízben levő vas(II)ion oxidálódik és a kicsapódó vasiszap idővel teljesen eltömítheti a talaj pórusait a kút környékén. Ezt a jelenséget a kút körüli kavicsréteg hézagait eltömő vasiszap okkersárga színéről a kút okkeresedésének nevezik. A parti szűrésű kutak vizének minőségét befolyásolja a mederanyag biológiai szűrőképessége és a folyó vizének minősége. Télen, ha a folyót hosszabb ideig összefüggő jég takarja a folyó vizében és a mederfenéken a biológiai életben olyan változások állhatnak elő, amelyek a mederanyag szűrőképességét lecsökkentik. Ilyenkor a parti szűrésű kutakban megjelenik a folyóvíz iszapos, algás, vagy egyéb kellemetlen íze, és bakteriológiailag is romlik a kútvíz minősége. A bakteriológiai szempontból szükséges klórozás az íz és szagrontó anyagokat nem mindig tudja lebontani, sőt a víz kellemetlen íze és szaga a klórozás után általában fokozódik. Ilyenkor a klórozás helyett ózonos kezelést és azt követően aktívszenes szűrést lehet alkalmazni. Ha a folyómeder hordalékmozgása megváltozik és a mederben vastagabb iszapréteg rakódik le, a mikroorganizmusok az oldott oxigént elfogyasztják, és helyette szén-dioxid oldódik a vízben. A szén-dioxidban feldúsuló oxigénhiányos víz az iszapban és a talajban levő vas(II)vegyületeket feloldja és a kútból származó víz vasassá válik. Hasonló rossz hatása van a parti szűrésű kutak vizére a folyóvíz túlzott elszennyeződése is.

A sok szerves anyagot tartalmazó víz a mederfenék iszapjában levő mikroorganizmusok részére olyan bőséges tápanyagot szállít és emiatt az iszapban a biológia elszaporodik. Az iszapos rétegen átszűrődő vízből a mikroorganizmusok nagy tömege nemcsak a tápanyagot fogyasztja el, hanem a víz teljes oldott oxigéntartalmát is és nagy mennyiségű szén-dioxidot termelnek. Az így keletkező szénsav, agresszív víz az iszapban és a talajban levő vas és mangánvegyületeket is feloldja és ezért az eredetileg kifogástalan víz vas(II) és mangán(II)ion tartalmú lesz. A vas(II) és mangán(II) ion mellett a parti szűrésű kutak vizében az iszapban túlburjánzó biológiai élet miatt különböző kellemetlen ízt és szagot adó anyagok is megjelennek. Az elszennyezett folyóvizet végül már a folyómeder természetes szűrőhatása nem tudja tökéletesen megtisztítani.

pl. Az ipari szennyeződés hatására a meder talajrétegeinek telítődése azonban azt eredményezte, hogy a kutak vizében kellemetlen íz és szag jelentkezik melynek az

eltávolítására eredetileg aktív szénszűrést alkalmaztak. Az aktív szén szűrés helyett gazdaságosabb a víz ózonos kezelése. Idővel vas(II) és mangán(II)ion is megjelent a vízben. A vas(II) és a mangán(II)ion valamint az íz és szag eltávolítására ózonos és aktív szén szűrést alkalmaztak. Az ózonos kezelés hatására a vas(II) és a mangán(II) ion oxidálódik és az ízt és szagot okozó anyagok nagy része is leépül. A vas(II) iont az ózon vas(III)ionná oxidálja és ez az aktív szén–szűrőben kiszűrődik. A mangánt viszont a fölöslegben adagolt ózon, permanganáttá oxidálja, ami a vizet rózsaszínűre festi.

pl. Iparilag erősen szennyezett folyóvíz – a mederiszap szerves szennyeződéssel túltáplált baktériumtelepei elfogyasztják a víz oldott oxigénjét és a keletkező szén-dioxidos víz vas(II) és mangán(II)iont old ki a talajból. A vízben oldott mangán(II)iont az ózon permanganáttá oxidálja ami a vizet rózsaszínűre festi. Aktív szén szűrő a vas(II) és mangán(II)ion kiszűrésére és a permanganát redukálására alkalmazzák. A keletkező permanganát ion a továbbiakban maga is részt vesz az oxidálásban, mert az ózon által csak részben oxidált szerves anyagok a permanganátion oxigénjét elvonják és így a permanganátion egy része mangán-dioxiddá redukálódik, ami az aktív szénszűrővel már kiszűrhető. A maradék permanganát az aktív szén-szűrőnek ad le oxigént és ugyancsak mangán-dioxiddá redukálódik.

Amennyiben valamilyen folyópart menti vízgyűjtőn keresztül kerül az ilyen szűrt víz a vízelosztó hálózatba. Erre pl. Ilyen vízgyűjtő megoldás látta el korábban a főváros nagy részét ivóvízzel. A nagy szűrőfelület, vagy szűrőtömeg, s annak a kis biológiai terhelése miatt az ilyen víz megfelelően tiszta, hogy a karsztvízhez hasonlóan, előkezelés nélkül kerülhessen fogyasztásra. Más kérdés, hogy a folyó mellett a parti szűrést (galéria) a város fölötti szakaszon volt célszerű kiépíteni, ahol a folyóvíz eleve tisztább, nem terhelte azt még a város szennyezése. Idővel azonban ez a lehetőség szűkössé vált, s szükségessé vált a folyóból közvetlenül is venni ki vizet, s megfelelően megtisztítani azt a lakosság vízellátására.

6.2. Karsztvíz és forrásvíz biztonsági kezelése

Lakossági vízellátásra legjobbnak a **karsztvizek** kivételét tekinthetjük. Ezek mezőgazdálkodásra kevésbé hasznosított, többnyire erdővel borított felszín alatt a porózus szerkezetű mészkőhegységek vízgyűjtő területeiről származnak, s abból többnyire megfelelő vízkivétellel érhetőek el. Hazánk felszín alatti vízkészletének számottevő részét alkotják a karsztvizek. A mészkő repedéseiben és a víz által kioldott járatokban gyűlik össze és tárolódik a csapadékvíz. A víztározás miatt a karsztforrásoknál valamint a karszt kutakban a csapadékeloszlástól bizonyos mértékig függetlenül aránylag kiegyenlített mennyiségben jelenik meg a víz. Nagyobb mértékű aszály esetében azonban egyes karsztforrások vízhozama nagyon lecsökken, sőt teljesen ki is apadhat.

Általánosabb a karsztvíz viszonylag kis, néhányszor 10 m, maximum egy-kétszáz méter mélységből célirányosan kialakított, fűrt kutakkal történő vízkivétele. Hasonló hazai karsztvíz kivételnek tekinthető a Balaton-felvidék felhagyott bauxitbányáinak a vízkivétele, mely az északi Balaton part, vagy akár a tó egész környezetének a vízellátását is biztosíthatja. A karsztrétegbe a csökutak fúrása egyébként nehezebb, mint az üledékes, homokos rétegekbe. Szűrőköpenyük kialakítása ugyanakkor lényegesen egyszerűbb. A karsztvizek a kitermelést követően általában minden előkezelés nélkül kiadhatók a vezetékes vízellátásba.

A csapadékvíz (gyengén savas pH 5,5 a mészkő járataiban a szén-dioxid tartalmának megfelelő mennyiségű meszet old ki. A viszonylag hosszú tartózkodási idő miatt tökéletes mész-szénsav egyensúly alakul ki. A víznek ez a két komponense ugyanakkor „keménységet” okoz abban. A megnevezés az esővízhez képest rosszabb szappanoldó hatásból ered. Az esővíz jól oldja a szappanokat, nem képez vízkőkiválást (kalcium és magnézium karbonát) az edényekben. A karsztvizekből felmelegedve az egyensúly eltolódása miatt széndioxid szabadul fel, illetőleg az említett vízkő válik ki (boilerek, vízcsövek). Ugyanez a keménység-tartalom okozza az

alkáliföldfém (Na, K) szappanok kicsapódását is ezekkel a kétértékű ionokkal képezett vegyületeikként. A keménység egyébként kellemes ízt ad az ivóvíznek, tehát az ember számára adott sótartalomig egészséges. A gyakorlati felhasználás azonban esetenként megkövetelheti a vízlágyítást, amit régebben mész-szódás kicsapással, ma általánosan ioncserével biztosítanak. Az utóbbinál a keménységet okozó Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionokat Na^+ ionokra cserélik ki. Biztonsági okokból lehet szükség csak a karsztvizекnél igen kismértékű klórozásra, amely a vezetékrendszer biológiai állapotát kell, hogy karbantartsa.

A karsztvíz általában nem agresszív. Vas és mangán-iont sem tartalmaz mert a vas és mangán oldódásához szükséges szén-dioxidot a mész teljesen leköti és emellett, mivel a víz a karsztjáratokban állandóan érintkezik a levegővel így oldott oxigént is bőségesen tartalmaz. A karsztjáratokban a víz mechanikai és biológiai szempontból is jól átszűrődik ezért a karsztvíz legtöbbször kifogástalan ivóvíz. A nagy hóolvadások vagy átlagon felüli csapadék, felhőszakadás alkalmával, amikor nagy víztömeg halad át a karsztüregben a megnövekvő vízsebesség miatt a szűrőhatás nem tud tökéletesen érvényesülni ezért a karsztvízben finom lebegőanyag jelenhet meg és esetenként a víz bakteriológiai minősége is leromlik (pl. Miskolc város ivóvízellátásában találkozhatunk ilyen problémával).

A nem karsztos területekről az egyéb kőzetekből származó források vízének minősége viszont tág határok között változik, találunk közöttük sok szén-dioxidot, vas és mangániont valamint (di)hidrogén-szulfidot tartalmazó vizeket. Hazánkban ilyen források leginkább a Balaton melletti vulkanikus területen, a Mátrában és a Zempléni-hegységben fordulnak elő. Ezeknek a forrásoknak a vize legtöbbször bakteriológiai szempontból is kifogástalan, de sok függ, a forrásfoglalás biztonságos kialakításától, ahol a víz könnyen fertőződhet. A forrásfoglalás körül nagy körültekintéssel kijelölt védőterületet kell biztosítani és biztonsági klórozásról is mindig gondoskodni kell.

A második, még mindig igen biztonságosnak tekinthető vízforrás a **rétegvíz**. A talaj 10-20 méteres felső rétegének a vize ugyanakkor hazánkban már olyan szennyezett lehet, hogy nem tekinthető kellően biztonságosnak közvetlenül ivóvízként történő felhasználásra. A lakosság az élőhelye alatti talajvíz réteget korábban szennyvizeivel, később hulladékainak hosszú időn keresztül ellenőrizetlenül a talajba történő elhelyezésével területenként különböző mélységig elszennyezte. Szennyezettsége miatt abból ivóvíz előállítása nehézkes, költséges, ezért nem használják. Példaként említhető ennek kapcsán a múlt század 50-90-es éveinek a hígtrágya elhelyezése, újrahasznosítása az állattartó telepek környezetében. A túlzott ammónium dózis a talaj felső rétegeiben nitráttá oxidálódva a mélyebb rétegekbe szivárgott, messze a megengedett érték fölé emelve hatalmas területek talajvizeinek a nitrát tartalmát. Ezekben az évtizedekben elértük, hogy az ország mintegy három és félezer helységéből 600-800-at távolabbról szállított vezetékkel ivóvízzel kellett ellátni.

Ezzel szemben az **első vízzáró réteg alatt található vízrétegek** szerves anyag és nitrát szennyezettsége gyakorlatilag már elhanyagolható. Ritkán jelent veszélyt a közvetlen felhasználása. Megjegyzendő azonban, hogy a szennyezés a nagyobb városok alatt már nagyobb mélységeket is elérhetett, amiért is a rétegvíz kivételek mélysége is jelentősen növekedett. A korábbi néhány száz méterről mára az ezer méteres, vagy annál is mélyebb rétegekig. Felhasználhatóságát a fentiekben túl minden esetben a hőmérséklete és sótartalma is befolyásolja. Ha ezek túlzott értékek, ásványvízként vagy termálvízként kerülhetnek felhasználásra.

A rétegvizek kivétele a mélyebb karsztvíz kivételekhez hasonlóan fúrt kutakkal történik. Korábban a talaj-közeli víz kivételére építettek az emberek különböző átmérőjű és bélésanyaggal ellátott kisebb mélységű akna-kutakat, de ma ezek többnyire betongyűrű bélésűek és nem lakossági ivóvíz ellátásra, hanem egyéb vízigény biztosítására szolgálatosak. Természetesen a lakossági vízigényben az ilyen vizek betölthetik az öntözővíz, vagy a fürdő,

mosó és WC öblítővíz feladatát is, de ekkor az ivóvizet egy szeparált vezetékről, vagy palackos vízből kell biztosítani. A nagyobb vízhozamot biztosító fúrt kutak mindig megfelelő szűrőköpennyel vannak ellátva, melynek a feladata a környező talaj finom részecskéinek a visszatartása, valamint a vízbeszűrődés, vízhozam lehetőségének a javítása. Mivel a vízkivétel kiépítése, a kút kitermelést megelőző fertőtlenítése egy külön szakma, ehelyütt azzal nem kívánunk foglalkozni, csupán szemléltetjük egy beléscső szűrőrétegének a kialakítását.

A rétegvizek a karsztvizekkel szemben ugyanakkor a nagyobb mélységekben oxigénhiányosak lehetnek. Ez ott a kis redoxpotenciál miatt vas és mangán redukciót, illetőleg beoldódást eredményez a vízbe. Ez a vizek kesernyés ízét eredményezi, ami kedvezőtlen. Ugyanilyen gond, hogy a levegőre kerülve a Fe^{2+} tartalmuk gyorsan oxidálódik ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) csapadékot képezve, ami a vízben lebegő csapadékként, üledékként, edényfalra kiváló barna vas-III-hidroxid réteggént jelentkezik. A vas és mangán eltávolítása ezért a víz színe, zavarossága, íze (esztétikai élményhatása) miatt elengedhetetlen. A vas és mangán eltávolítása éppen a könnyű oxidálhatóságuk és kicsapódásuk, homokra, köfelületre történő gyors megkötődésük miatt viszonylag egyszerű. A vas a pH növekedésével egyre gyorsabban oxidálódik, míg a mangán oxidációja autokatalízis révén gyorsul be. Ezek egyetlen berendezésben is eltávolíthatók (Öllös, 1987).

Esetenként a rétegvizeknek lokálisan, vagy kiterjedtebb területen is lehet ammónium szennyezettsége 1-2 mg/l koncentrációban. Ez nem kedvező, amiért is az ammóniumot rendszerint ioncserével, vagy oxidációval távolítják el az ivóvízből. Sokkal nagyobb probléma ugyanakkor hazánkban elsősorban az üledékes alföldi területek, de számos más, hasonló kialakulású térség mélyebb rétegekből kitermelt vízének az arzén tartalma. Az arzén jelenleg előírt, 5 mikrogram/l koncentrációig történő eltávolításának a kiépítése komoly költséget jelent a hazai vízellátásban. Ez napjaink feladata. Valójában hasonló oxidációt jelent, mint a vasé és mangáné, de a keletkező arzén-hidroxid csapadék stabil visszatartása a vízből nehezebb, mert finom csapadékának a megkötéséhez jobb adszorbensre, szűrőanyagra van szükség. Az megfelelő vasoxid - aktív szén keverékkel ugyanakkor megfelelően megköthető.

Ezek a vizek éppen a nagyobb mélységből történő kitermelésük miatt melegebbek is. A mélységgel természetesen oldott szervesen sótartalmuk is nő, de ez nem jelent különösebb veszélyt, hiszen a karsztvizek összes sótartalma (szárazanyag) is 500-1000 mg/l között lakul. Ennél nagyobb oldott anyag tartalmú „ásványvizek” is nagyon egészségesek (mikrotápanyag tartalmuk, és gyógyhatásaik kapcsán). Ugyanakkor napjainkban a kis oldott anyag tartalmú (<500 mg összes oldott sótartalom literenként), forrásvizeknek címkézett rétegvizeknek is nagyon jó a piacuk, talán elsősorban a célirányos reklámtevékenység eredményeként.

A kereskedelmi termékek adatsorából ugyanakkor egyszerűen kiszámolható annak a kalcium, magnézium, összes kation, hidrogén-karbonát, összes anion tartalma is. Az összes anion és kation mennyiségnek azonosnak kell lenni, hibát az okozhat, hogy néhány komponenst a kisebb koncentrációja miatt nem tüntettek fel a termék címkéjén. Az vizek összes keménysége az összes kalcium és magnéziumtartalma milliekvivalensban, vagy például CaO egyenértékben megadva. Az utóbbit rendszerint valamilyen technikai egységben adják meg azután, amely lehet például a német keménységi fok (NK°), vagy francia keménységi fok (FK°) is. $1 \text{NK}^\circ = 10 \text{ mg CaO egyenértékű } \text{Ca}^{2+} \text{ és } \text{Mg}^{2+} \text{ mennyiség } 1 \text{ l vízben}$. $1 \text{FK}^\circ = 10 \text{ mg CaCO}_3 \text{ egyenértékű } \text{Ca}^{2+} \text{ és } \text{Mg}^{2+} \text{ mennyiség } 1000 \text{ ml vízben}$. Az összes keménységnek az a része, amely hidrogén-karbonáttal van egyensúlyban a változó keménység. Ez ugyanis a HCO_3^- kiforralásakor CaCO_3 és MgCO_3 formájában (vízkő) ki tud csapódni a rendszerből, megváltoztatva a keménységét, illetőleg teljes kicsapódásakor csak az úgynevezett állandó keménységet hagyva a vízben. Ennek megfelelően az Aquarius címkén megadott összetételű víz összes Ca^{2+} és Mg^{2+} koncentrációja mg ekvivalens mértékegységben átszámolva $(41,86 \text{ mg Ca}^{2+}/1 / (40/2 \text{ mg/l}) + 25,5 \text{ mg Mg}^{2+}/1 / (24/2 \text{ mg/mg/l}) 2+2=2$ milliekvivalens/l, tehát az összes keménysége 4 mekv.

Ugyanezen víz HCO_3^- egyenérték koncentrációja $371 \text{ mg HCO}_3^-/1 / 61 \text{ mg HCO}_3^-/\text{mekv} = 6,1$ mekv. Ez lenne a víz változó keménysége, ha lenne abban annyi kalcium és magnézium. Ennyi mekv Ca^{2+} és Mg^{2+} mennyiség lenne kiforralható az adott vízből, de csak annyi forralható ki abból, amennyi benne van. Ez azt jelenti, hogy az összes keménység változó keménységként van az adott vízben, a két keménység tehát megegyezik. Hogy mi tart egyensúlyt a többletben levő hidrogén-karbonáttal, az összes kation és anion egyenértékének az összehasonlításából állapíthatjuk meg. Láthatóan az adott esetben a Na^+ egyenérték koncentráció 53/23 csaknem kiadja a hiányzó mennyiséget. Ehhez jön még a kálium tartalomból adódó egyenérték, meg azok, amik nincsenek az összetételben megadva. Látható, hogy az összes ionkoncentráció sem egyezik az összes oldott ásványi anyag tartalommal ugyanezen okból. Így az adott víz állandó keménysége nulla mekv, vagy NK° illetőleg FK° .

Hazánkban korábban elterjedt volt a német keménységi fok használata. Éppen ezért a mekv értékről történő átszámítását is célszerű ismerni. $10 \text{ mg CaO/l Ca}^{2+}$ és Mg^{2+} egyenérték a CaO 56-os molekulásúlya miatt $0,1785 \text{ mmol}$, ami ennek a kétszerese, $0,359$ mekv a kalcium két vegyértéke, vagy iontöltése következtében. Ez tehát 1 NK° . Az átszámításnál tehát a $0,36$ mekv/ NK° illetőleg a $2,785 \text{ NK}^\circ/\text{mekv}$ értékeket kell használni. Ugyanígy a francia keménységi fok is átszámolható bármelyik bemutatott mérőegységbe. A hazai kemény karsztvizek csaknem 30 NK° összes keménységűek, míg a lágyabb rétegvizek keménysége rendszerint ennek a fele, vagy annál is kevesebb. Az ipari célra történő vízfelhasználásnál ugyanakkor számos esetben annak a keménységét $0,1$ mekv alá kell csökkenteni, ami a Ca^{2+} és Mg^{2+} tartalom megfelelő kicsapatásával, ioncseréjével, vagy membránszűrésével (fordított ozmózis – RO) érhető el.

6.3. 6.3 Mélyfúrású, artézi kutak vizének biztonsági kezelése

A mélyfúrású kutak vize a nagy kiterjedésű összefüggő vízzáró rétegek között elhelyezkedő homokos, kavicsos, vízáteresztő rétegekből származik. Ezeket a vizeket a felszínről leszivárgó csapadék táplálja, azonban a víz olyan sokáig tartózkodik, a talajban valamint a kútig olyan hosszú utat tesz meg a rétegben, hogy ez alatt gyakorlatilag tökéletesen megszűrődik. A mélyfúrású kutak vizének minősége legtöbbször állandó, de van olyan kút, ahol csak hosszabb pl.több hónapos vagy éves szivattyúzás után lassan alakul ki és állandósul a vízminőség. A mélyfúrású kutak vízadó rétegei csak véges mennyiségű vizet tudnak szolgáltatni a kutak túlzott szívása a réteg víztartalmának csökkenését okozza. Ennek eredményeképpen a kutakban a vízszint csökken, mert a természetes vízutánpótlás kevesebb, mint a kiszivattyúzott víz mennyisége (pl. Debrecen vízellátását szolgáló kútrendszer).

A mélyfúrású kutak vizének felhasználását zavarja, amely a víz kezelését teszi szükségessé, ha a vízben:

- megengedetnél nagyobb a vas és mangánion tartalom (vas és mangántalanítás)
- ha agresszív szén-dioxid van a vízben (savtalanítás)
- túl nagy a víz keménysége (lágyítás)
- a vízzel együtt földgáz tör fel (gáztalanítás)

A mélyfúrású kút vizében is előfordulhat ammónium- és nitráttal de ezek nagy valószínűséggel a geológiai időkben a talajba került szerves anyagok termékei, tehát nem felszíni szennyeződésekkel származnak.

Ha viszont nitrit iont is találunk a vízben, ez már feltétlenül felszíni szennyeződésre utal és csak a talajfelszínről juthatott a vízbe. A mélyfúrású kút vizét általában fertőtlenítés nélkül közvetlenül be lehet táplálni a csőhálózatba, azonban biztonságból a fertőtlenítés lehetőségét mindig biztosítani kell, ha a hálózatba valami folytán fertőzés jut.

A tiszta kútvizet klórral lehet fertőtleníteni. A klórozást akkor alkalmazzák, ha a hálózatból vett vízminta biológiai vagy bakteriológiai szempontból kifogás alá esik, vagy ha a mikroorganizmusok száma hirtelen növekedni kezd.

7. Víz tározók vízminőségvédelme

7.1. Tavak vizének tisztítása

A tavak vizére jellemző, hogy kevesebb a lebegőanyag, mint a folyók vizében mivel az tavakat tápláló vízfolyásokkal érkező lebegőanyag zöme a tóban leülepszik, mielőtt a víz kivételhez jut pl Balaton esetében használhatják a rapid koagulációs eljárást. Ha nagy tisztítású hatásfokot akarunk elérni, akkor derítést is kell alkalmazni. A tisztítás nehézségét az időnként megjelenő biológiai eredetű szag okozza, amit adszorpciós kezelési módszerekkel aránylag könnyen el lehet távolítani.

7.2. Völgyzárógátas tározó vizének tisztása

Hazánkban több kisebb völgyzárógátas tározó létesült. Ezek mélysége egész vízfelületükhöz viszonyítva is csak kis területen és ritkán haladja meg a 10-15 m-t, így ezek a tározók vízbiológiai szempontból sekély tavak. A tavakban a biológiai élet az időjárási viszonyoktól és a tóba befolyó vízben érkező tápanyagok mennyiségétől függően változik. A vízben lévő biológiai szervezetek minősége és mennyisége azonos időpontban is különböző a tó egyes részein, de még ugyanazon a helyen is változó a különböző vízmélységekben. Ezért célszerű a vízkivételt különböző vízmélységből biztosítani.

A tározók vizének szennyezését a plankton szervezetek a nagyobb csapadékkal a tározótóba kerülő és a víz színeződését okozó humin anyagok valamint az időként jelentkező biológiai eredetű mangán(II)-ion okozhatják. A nagy mennyiségű mangán (II)-ion különösen sok nehézséget okoz a tisztításban.

A tározók kis lebegőanyag-tartalmú vizéből lassúsűrővel kifogástalan ivóvizet lehet előállítani. Az időszakosan fellépő nagyobb mennyiségű biológiai szervezet túlterhelése ellen a lassúsűrők előtt mikroszűrős dobszűrőt alkalmaznak. A dobszűrő visszamosható szerkezet mellé ultraibolya fényt sugárzó lámpát helyeznek el azért, hogy a mikroszűrő gyors eltömődését okozó mikroorganizmusok megtelepedését és elszaporodását (biológiai hártya kialakulását) megakadályozzák. A lassúsűrők kezelésének nehézségei és a szükséges nagy alapterület miatt a völgyzárógát létesítésére alkalmas hegyes terepen inkább a tározók vizének tisztítására is inkább a vegyszeres derítést és a gyors szűrést alkalmazzák. A tározók vizének derítésénél a kis mennyiségű, biológiai szervezetekből álló és kis sűrűségű lebegőanyag koagulálásánál és pelyhesítésénél fokozottan szükséges a megfelelő iszapsűrűség, amit különböző derítést elősegítő szerek iszapnehezítő anyagok adagolásával lehet biztosítani. pl Ciclofloc derítő.

A koagulálásnak és a szűrésnek ellenálló mangán(II)-ion és a színeződést okozó humin anyagok eltávolítására a homokszűrés után ózonos kezelést és aktívszenes szűrést alkalmazhatnak.

8. Ivóvíz előállítása felszíni vizekből

8.1. A felszíni víz minőségét befolyásoló tényezők

- a víz eredete, vízgyűjtő terület viszonyai
- a víz folyási sebessége, turbulanciája
- a hullámozás erőssége
- a víz mélysége, a vízállás
- a víz hőmérséklete
- a csapadékviszonyok
- a napfény erőssége és tartóssága

A víz minőségét befolyásoló tényezők elsősorban az évszakok szerint változnak, de ezen belül is számtalan változatban jelentkezhetnek. Ezért a felszíni víz a folyók vagy a tó vizének minősége az időben tág határok között változik. A természeti tényezők mellett befolyásolja a felszíni víz minőségét a belefolyó háztartási és ipari szennyvíz mennyisége és minősége is.

Az 1970-es évektől kezdődően a felszíni vizekbe jutó szennyvíz mennyisége többszörösére növekedett, a szennyvíz töménysége is növekszik és a minősége is állandóan változik. A korszerű mezőgazdálkodás a műtrágyák és különösen a növényvédőszeresek egyre kiterjedtebb alkalmazása folytán a belvizekben különböző a vízminőséget kedvezőtlenül befolyásoló anyagok jutnak a felszíni vizekbe. A felszíni vizek minősége tág határok között változik, szemben a mélységi vizek minőségével, mely legtöbbször hosszú időn keresztül változatlan, vagy igen kis mértékben és lassan változik. A felszíni vizek minőségében egyik óráról a másikra nagymértékű változás mutatkozhat.

Ezért nem elegendő, ha a felszíni víz minőségét csak rövid ideig mért vízminőségi adatok alapján ítéljük meg, hanem vizsgálni kell a vízre ható összes lehetséges tényezőket és azok hatását a víz minőségére.

A felszíni vizek minőségi adatait lehetőleg hosszú időn keresztül folyamatosan és kellő gyakorisággal mérni és egyidejűleg rögzíteni kell a víz minőségét befolyásoló külső tényezők adatait is. A valóságban mért vízminőségi adatok és az ugyanazon időpontban fennálló a vízminőséget befolyásoló külső tényezők összevetésével lehet megbecsülni, hogy a mérések során elő nem fordult szélső esetekben milyen vízminőség várható. A felszíni vizekbe jutó szennyvizek mennyiségének és minőségének változása, a mezőgazdasági kemizálásnak fejlődése vagy akár csak a vízgyűjtő terület növényzetében beálló változás nagymértékben és véglegesen is megváltoztatják a felszíni víz minőségét.

A víztisztítási technológia megválasztásánál a víztisztító művek üzemeltetésénél és továbbfejlesztésénél nemcsak a felszíni víz pillanatnyi minőségét kell figyelembe venni, hanem a várható vízminőségi változásokat is.

A felszíni víz tisztításához olyan technológiát kell kialakítani, amelyik rugalmasan és eredményesen tud alkalmazkodni a vízminőség gyakori és nagymértékű változásához is. A vízminőség és a vízminőséget befolyásoló tényezők folyamatos és szervezett megfigyelésével előre meg lehet becsülni a közeljövőben várható vízminőségi változásokat és a víztisztítási technológiájának pl. a vegyszeradagolásnak a megfelelő változtatására időben fel lehet készülni.

A felszíni víz jellegzetes szennyezői:

- nagyobb méretű uszadék, fadarabok, elhullt állatok, halak
- apróbb uszadékok, pl. falevél
- homok és kavicsdarabok
- olajszennyeződés
- lebegőanyagok, szerves iszap, kolloidok, agyag, mikroorganizmusok (élő és élettelen)
- oldott szerves szennyeződés pl. fenol, detergensok, növényvédőszeres és egyéb ipari eredetű szennyeződések
- radioaktív szennyeződések

Jellegzetes tulajdonságaik alapján a felszíni vizeket két főcsoportba sorolható.

- a folyó és patakvíz
- tó és a tározó víz

8.2. A folyók vízének tisztítása

A patakok, folyók vizében általában megtalálhatók a felszíni vízre jellemző összes szennyezőanyag. Adott időpontban nem minden szennyező anyag található meg és az egymáshoz viszonyított mennyisége is tág határok között változik.

A durva uszadék eltávolítása és a vízkivétel kialakítása

A durva uszadékok, elhullt állatok, halak, fadarabok ellen a vízkivételnél alkalmazott durva ráccsal kell védekezni. A vízkivételt úgy kell kiképezni és a szívónyílást lezáró gerebet úgy kell elhelyezni a vízfolyás sodrához viszonyítva, hogy az uszadékot a víz sodra magával ragadja és így ne tudjon az uszadék a rács vagy a gereb előtt megrekedni. Ilyen kialakítás mellett is folyamatosan ellenőrizni kell a kiépített rendszert.

A víz alatti vízkivételi fejkénél, mely lehet egyszerű szűrő kosár vagy a folyó medrébe épített vízkivételi fej, kevésbé reked meg az uszadék de hosszabb idő alatt különböző kagylók és egyéb vízi szervezetek annyira benőhetik a rácsokat hogy az végül a víz átáramlását megakadályozhatja. Az élőszerzetek általában nem rontják a víz minőségét, de amikor nagyon elszaporodnak és egy részük elhal bomlásuk kellemetlen ízt és szagot adnak a víznek. A nagyobb vízi szervezeteket, kagylókat, csigákat nem lehet a vízkivétel elé vezetett klórral eltávolítani mert egyrészt az elpusztításukhoz szükséges klórkoncentrációt nemigen lehet biztosítani és ha sikerül is ezeket megölni, rajta maradnak a felületen, bomlásnak indulnak és kellemetlen íz és szag forrásai lehetnek. Legújabban kísérleteznek olyan műanyag mázóanyagokkal, amelyekben germicid hatásuknál fogva a mikroorganizmusok nem telepednek meg. A mázóanyag használhatóságát azonban ivóvíz esetében hatósági egészségügyi vizsgálattal lehet engedélyeztetni.

Az apró uszadékok eltávolítása

Az apróbb uszadék apró halak és egyéb kisebb vízi élőlények de főképpen a tavaszi hóolvadás után nagy mennyiségben jelentkező falevél eltávolítására szitaszűrőket használnak. A nagyobb folyók vizeinél (Duna, Tisza, Sajó) 1,5-2 mm szabad nyílású szitaszövettel ellátott szitaszövetes szűrőket alkalmaznak. A szűrőszita anyaga korrózióálló acél vagy bronz. A műanyag szitaszövet kevésbé alkalmas, mert megtelepednek rajta a mikroorganizmusok. Az ezekből a szűrőkből kikerülő uszadékot a nagy vízhozamú vízfolyásnál az eddigi gyakorlat szerint visszaengedik a folyóba, a vízkivétel alá. Ha ez nem lehetséges akkor rácsszemét módjára kezelni kell (pl. komposztálni).

A homok és kavics hordalék eltávolítása

Eltávolítására hosszanti átfolyású ülepítőmedencét lehet alkalmazni. A 0,1 mm-nél kisebb szemnagyságú homokot nem szükséges és nem is célszerű külön kiülepíteni a vízből, ha a

tisztítást derítéssel folytatjuk, mert az ilyen finomszemcséjű homok a derítést segíti. A folyók vízének derítése előtt homokülepítőt főlegesen használni.

Az olajszennyezés eltávolítása

Az olajszennyeződés egy része a víz felszínén úszik, másik részét a turbulens áramlás elkeveri és emulgeálja a vízben. Az olajszennyeződés egy része már eredetileg is emulzió formájában a szennyvízzel együtt jut be a folyók vízébe. Ha a tisztítás első lépcsője egy elég nagy méretű nyílt felszínű előüleptetőt alkalmaznak, akkor ez olajfogónak is használható mert az olaj nagy része felúszik a víz felszínére amit fölözéssel időnként le lehet eresztetni. A vízben emulzió formájában levő olaj és lebegőanyag szemcséire tapadt olaj a vegyszeres derítéssel távolítható el. A Duna vízében pl. szennyvízbevezetések alatt 500 m-re 2-4 g/m³ olajat is mérnek. A bevezetéstől távolabb az öntisztítás és elkeveredés folytán nagyrészt eltűnik az olaj és maximális értéke sem haladja meg a 0,2-0,3 g/m³-t. Ez vegyszeres derítéssel távolítható el.

A lebegőanyagok és az oldott szennyeződések eltávolítása

A vízben található szennyeződés legnagyobb részét a lebegőanyagok képezik. A nagyon finom szemcséjű és kolloid lebegőanyag eltávolítására vegyszeres koagulálással derítést alkalmaznak. A derítés után még maradhat kevés lebegőanyag a vízben, ezt szűréssel lehet eltávolítani.

A tisztításnál olyan koaguláló, adszorbens és fertőtlenítő hatású vegyszeradagolás kombinációk alkalmazása szükséges, hogy elő lehessen állítani a kifogástalan vízminőséget a folyó vízének változó minőség ellenére is. A derítés előtt vegyszerbekeverő illetve reakciós tartályokat célszerű alkalmazni, melyek lehetővé teszik, hogy a vegyszereket a kémiai reakciók lejátszódásához szükséges sorrendben és időközökben adagolhassák.

Példa: 6 különféle jellegzetes minőségű nyers víz tisztításához alkalmazható vegyszerezés kerül bemutatásra, mivel a nyersvíz csekély eltérése a vegyszerezés lényeges módosítását teheti szükségessé.

1. *Nyersvíz típus: Közepes hordaléktartalmú, jól koagulálható.* A biológiai élet korlátozott. Az íz és szag csak csekély mértékű. Az oxigénfogyasztás alacsony (2-3mg/dm³). A víz hőmérséklet 10-15°C. Vegyszerezés: A kismértékű szín és szag levegőztetéssel eltávolítható, az aránylag meleg víz alumínium szulfáttal jól koagulálható, a derítés előtt adagolt klór a derítést is elősegíti az utóklórozás után alkalmazott levegőztetés az esetleges keletkező kellemetlen klórvegyületeket eltávolítja (di-és triklór amin).
2. *Nyersvíz típus: kevés lebegőanyag tartalom.* A biológiai eredetű íz és szag közepes erősségű. Az oxigénfogyasztás (3-6mg/dm³). A víz hőmérséklet: 16-20°C. Vegyszerezés: Az íz és szag eltávolítására levegőztetés és kálium-permanganát adagolás. Koagulálás alumínium-szulfáttal és az elsősorban biológiai szervezetekből álló könnyű lebegőanyag koagulálásának és derítésének elősegítésére aktivált kavasv-adagolás. Klórozás csak a derítés után azért, hogy a klórozásnál a biológiai szervezetek ne legyenek jelen, és így ne keletkezhessen kellemetlen íz és szag. Szükség szerint utóklórozás és levegőztetés is alkalmazható.
3. *Nyersvíz: kevés-lebegőanyag tartalom.* Igen erős biológiai élet, amit elősegít a víz fokozott szennyeződése, (mezőgazdasági területekről származó műtrágya). Erős mellékíz és szag. Színeződés. Oxigénfogyasztás (4-6mg/dm³). A víz hőmérséklet 18-22°C. Vegyszerezés: az íz a szag és a színeződés eltávolítására aktív szénpor adagolás, megfelelő reakcióidő után kálium-permanganát adagolás. A szűrt víz levegőztetése az esetleges kellemetlen klór-aminok eltávolítására.
4. *Nyersvíz típus: kevés lebegőanyag tartalom. Dohos íz és szag.* Oldott oxigénben hiányos. Ammóniumtartalmú. Az oxigénfogyasztás 2-4mg/dm³). A hőmérséklet alacsony (0,1-0,3°C), mert a folyó tartósan be van fagyva, alacsony vízállás.

Vegyszerezés: A hiányzó oldott oxigén pótlására és az íz és szag csökkentésére levegőztetés. Koagulálásra vassó (vas(III)-klorid, vas(III)-szulfát) adagolás. Az íz és szag eltávolítására kálium-permanganát adagolás. A klórozás előtt olyan mennyiségű ammóniaadagolás, hogy diklór és triklór-amin ne keletkezessen. Szükség szerint utóklórozás és levegőztetés.

5. *Nyersvíz típus: kis lebegőanyag tartalom.* Ipari szennyeződésből származó erős íz és szag, fenolos vegyszeres és dohos mellékíz. Oldott oxigénben hiányos. Oldott mangán(III)-ion tartalom. Az oxigénfogyasztás magas $6-8\text{mg/dm}^3$). A hőmérséklet alacsony ($0,1-0,3^\circ\text{C}$) tartósan befagyott folyó.

Vegyszerezés: A hiányzó oldott oxigén pótlásra levegőztetés. A mangán és a szerves anyagok oxidálására kálium-permanganát adagolás (adszorpciós hatása külön hasznosul). Koagulálásra alumínium-szulfát és aktivált kovasav adagolás, ez utóbbi a hideg víz és a nehezen ülepedő kis sűrűségű biológiai szennyeződés miatt. Az ipari szennyező anyagok és az oxigénfogyasztás csökkentésére ózonos kezelés. A maradék íz és szagrontó anyagok adszorbeálása aktív szén por adagolással a szűrő elé. A makacsul ellenálló maradék szerves anyagok lebontására ózonos kezelés a szűrő után. A hálózatba táplált víz, tartós fertőtlenítése utólagos klórozással $0,1-0,3\text{g/m}^3$ klór adagolással.

6. *Nyersvíz típus: közepes mennyiségű lebegőanyag tartalom.* Nagyon kis sebességű vízmozgás, közepes biológiai élet. A biológiai élet lecsökkenti a víz keménységét és szén-dioxid tartalmát. Az oxigénfogyasztás közepes. Víz hőmérséklet 15°C . Vegyszerezés: Az alumínium-szulfátból és a vas(III)-szulfátból álló kombinált koaguláló szer működéséhez előzetesen mésztejadagolás szükséges a víz alacsony hidrogén-karbonát keménysége miatt. A kálium-permanganát adagolásra a mikroorganizmusok adszorpciójának elősegítése érdekében van szükség. A derítés előtti klórozás a derítést is elősegíti mert mozgásképtelenné teszi a mikroorganizmusokat és így lehetővé teszi a koagulációnál a pelyhekbe történő befogásukat.

A szűrés hatásosságát aktivált kovasav kondicionálással fokozzuk. Szükség esetén utóklórozást esetleg levegőztetést alkalmazunk. Klór helyett klór-dioxid, az aktivált kovasav helyett szintetikus derítést elősegítő szerek, továbbá mesterséges iszapsűrítő anyagok, pl. bentonit.

Összefoglalva:

Az íz és szagprobléma megoldása sokféle vegyszer adagolását igényli, és azt is állandóan változtatni kell a nyersvíz minőségi változásának megfelelően, ami az üzemeltetést megnehezíti és magas színvonalon képzett üzemelő személyzetet igényel.

Ivóvíz előállítása felszíni vízből előtisztítással és lassú szűréssel

Ennél a tisztítási eljárásnál a víz derítésével és szűréssel a mechanikai tisztítást végzik el, és a kifogástalan ivóvizet az ezt követő lassúszűréssel érik el. A vegyszeradagolás egyszerűbb, mint amit a csak derítéssel és gyorszűréssel működő tisztítóműveknél alkalmaznak. Ebben az esetben mindig mérlegelni kell, hogy az egyszerűbb vegyszeradagolás előnye arányban áll-e a nagymértékű lassúszűrők létesítési költségével, amit a hazai éghajlati viszonyok mellett drága a kivitelezése. A lassúszűrőket feltétlenül le kell fedni, mivel a nyári időben a szűrőkben túlzott biológiai burjánzás kezdődik és a szűrő gyors eltömődését okozza.

Ivóvíz előállítása felszíni vízből rapid koagulációs szűréssel

Kis és közép max 50g/m³ lebegőanyag tartalmú folyóvíztisztításnál alkalmazzák, ha a víz kellemetlen ízt és szagot adó anyagot nem vagy csak nagyon kis mennyiségben tartalmaz, az oxigénfogyasztás sem haladja meg a (2 mg/dm³) és esetleg a (4 mg/dm³) ekkor alkalmazzák a rapid koagulációs szűrést. A vizet először zárt homokfogón vezetik át a 0,1 mm-nél nagyobb méretű lebegőanyag kiülepítésére. Utána adagolják a derítőszer alumínium-szulfátot vagy vas(III) –kloridot esetleg vas(III) szulfátot és kálium-permanganátot kombináltan. A koaguláció és a derítés az első szűrőrétegben játszódik le a 2-4 mm szemmagyságú kavics szűrőrétegben. A második szűrő 0,8-1,2 mm szemmagyságú homokszűrő végzi a finomszűrést. A víz fertőtlenítésére a klórt célszerű a második szűrés előtt adagolni, mert ez egyben elősegíti az első szűrőn átjutott lebegőanyag koagulálását és szűrését. A második szűrés után szükség szerint utóklórozást kell alkalmazni. A derítőszer szükséglet általában kevesebb, mint a lebegőiszapos derítésnél 15-30 g/m³. A klór mennyisége 1,5-5 g/m³.

Példa élővíz kivétel és tisztításra

Számos település vízellátása napjainkban vízforrásokból (pl. karsztvíz, rétegvíz) megoldhatatlan, vagy csak részlegesen biztosítható, mint a fővárosé, számos nagyobb folyóparti városé és a nyári időszakban a Balaton környezetének az üdülő lakosságáé is. Ezeknél felhasználható az állóvizek és folyók megfelelően előtisztított vize is a vezetékes vízellátásra.

Természetesen a tisztítás ilyenkor bonyolultabb, mint egy egyszerű vas- és mangántalanítás, vagy ammónium és arzénmentesítés. A vízből a lebegő anyagai mellett az oldott, többnyire biológiailag nehezen bontható, egészségre káros szerves komponenseit is el kell távolítani. Az utóbbi kémiai, többnyire ózonos oxidációt is igényelhet. Ez történhet szimultán is a koagulációval, de meg is előzheti azt. Gyakori a kisebb szennyezettség esetén az ózon helyett a kálium-permanganát használata is. Sajnos az oxidációk termékei kisebb szerves molekulák, az ózonos oxidáció végterméke pedig ecetsav. Az utóbbi az emberre ugyan nem veszélyes, a vízellátó rendszerbe bekerülő mikroorganizmusok szaporodásához ugyanakkor tápanyag. A finom kolloid méretű lebegőanyagok koagulációjához, eltávolításhoz felhasznált alumíniumsók (alumínium-szulfát, poli-alumínium-klorid – PAC) keletkező finom hidroxid pelyhekhez tapadó egyéb kolloid részeket előbb ülepítéssel (derítés), majd egy befejező gyors homokszűréssel kell eltávolítani a vízből. A nyersvizek kémiai oxidációját követően aktív szén szűrésre is szükség lehet. Azt a gyors homokszűréshez hasonló töltött tornyokban valósítják meg a szűrő, vagy adszorbens rétegek ciklikus visszamosásával, öblítésével. (Kárpáti, 1998). Ilyen komplex tisztítás történik a csepeli vízműben, amely dél-Pest vízellátásához járul hozzá döntő részben.

9. Mikroszennyezők és szermaradványok eltávolítása ivóvizeinkből

9.1. Mikroszennyezők és szermaradványok jellemzése

A mikro-szennyezőknek azokat a vízben mikrogramm/liter koncentrációban található anyagokat nevezzük, amelyek az életfolyamatok feltételeit és a víznek az ember számára való felhasználhatóságát csökkentik, esetleg megszüntetik. A mikro-szennyezők biológiailag nem, vagy nehezen bonthatók, tehát a szennyezőforrástól a felszíni vizek közvetítésével gyakorlatilag változatlan formában jutnak el a későbbi vízhasználókhoz. A mikroszennyezők alapvetően két csoportba sorolhatók: a **szerves** és a **szervetlen** mikroszennyezők közé.

A **szervetlen mikroszennyezők** közé soroljuk a nehézfémeket, a báriumot, az arzént és a cianidokat. A nehézfémek közül kiemelten kezelik a higanyt, a kadmiumot, az ólmot, a krómot, a nikkelt a rezet és a cinket. A réz és a cink megítélése azonban nem egyértelmű, hiszen mind a réz, mind a cink nagyon sok élőlény számára létfontosságú nyomelem, de a réz pl. a halak számára néhány $\mu\text{g/L}$ koncentrációban már mérgezést okozhat.

A *nehézfémek* könnyen felhalmozódhatnak az élő szervezetekben. A nehézfémek szoros kapcsolatba lépnek a szerves vegyületek (elsősorban a fehérjék) kén atomjaival, és a felhalmozódás során denaturálják a fehérjék, elsősorban az enzim-fehérjék jelentős részét. Különösen veszélyes a higany, a kadmium, az ólom és a króm, de nem sokkal marad el tőlük a nikkellel sem.

A szervetlen mikroszennyezők közé tartozik az *arzén*. A hazai rétegvizek – és helyenként a talajvizek – ivóvízellátási szempontból elfogadhatatlanul nagy arzén koncentrációja természetes eredetű és oldott állapotú.

A **szerves mikroszennyező** anyagok száma nagy, ezért különböző alcsoportokat különböztetünk meg:

1. *Kőolaj és kőolaj-származékok csoportja*

Ezek az anyagok erősen hidrofób jellegük miatt csak rendkívül korlátozott mértékben elegyednek és oldódnak a vízben. A vízi élővilág szempontjából veszélyességük elsősorban abban mutatkozik meg, hogy viszonylag kis sűrűségük, és erősen víztaszító képességük miatt csaknem monomolekuláris réteg kialakítása közben kerülnek szét a felszíni vizek felszínén, megakadályozva az oxigén levegőből történő beoldódását a vízbe.

2. *Többgyűrűs aromás szénhidrogének*

Rendkívül veszélyesek, és korlátozott vízoldhatóságuk miatt elsősorban felszíni vizek üledékében halmozódnak fel a többgyűrűs aromás szénhidrogének (PAH-vegyületek). Jelenleg a felszíni vizek PAH-vegyület forrása elsősorban az üledék. A poli-klórozott bifenileket (PCB-származékokat) a XX. század első felében széleskörűen alkalmazták transzformátor olajok stabilizátoraként, illetve fa-anyagok állati kártevők elleni védőanyagaként, de jelenleg a felhasználásuk lecsökkent. Vízben való oldódásuk korlátozott, ennek megfelelően elsősorban a felszíni vizek üledékében jelennek meg.

3. *Fenolok és fenol-származékok*

Elsősorban a kőszén és barnaszén intenzív vegyipari feldolgozásának időszakában kerültek az ipari szennyvízzel a felszíni vizekbe. A fenolok és a származékaik vízben ugyan oldódnak, de nem jól. Ezért a felszíni vízbe kibocsátott fenolok elsősorban az üledékben jelennek meg. Az üledék felkeveredése során azonban a pórúsvízből oldott állapotú fenolok jutnak a vízterbe, és ennek következtében koncentrációik helyenként néhány $\mu\text{g/L}$ -t is elérhetik.

4. *Növényvédőszer*

A klasszikus növényvédőszer, melyek nagy része kontakt idegméreg (DDT, HCH) nagyon stabil szerkezettel rendelkeznek, nem bomlanak le, ennek következtében több száz évig is

változatlan formában megmaradhatnak a természetben. Ezeknek a termékeknek az alkalmazását a XX. század második felében betiltották. A klórozott szénhidrogén típusú növényvédőszerkezetet a rövid idő alatt szerkezetet változtató, azaz lebomló anyagok váltották fel (pl. foszforsav-észterek).

5. Detergensek

A detergensek (felület aktív anyagok) elsősorban közvetett veszélyt jelentenek az élővilágra. A detergensek veszélyessége elsősorban, hogy a hidrofób anyagokat látszólag hidrofíllé képesek változtatni, így könnyebben bejuthatnak az élő szervezetekbe.

6. Trihalo-metán (THM)

Ezek a vegyületek elsősorban az ivóvíz klórozásakor képződnek, ennek megfelelően legfontosabb forrásuk a háztartási és intézményi szennyvizek kibocsátása. Illékony szerves anyagok, szennyvíztisztító telepek levegőztető rendszereiben koncentrációjuk csökken. A biológiai tisztítást nem végző szennyvíztisztító telepekről, illetve csatornahálózatból közvetlenül kibocsátott szennyvizekben jelen vannak a trihalo-metánok. A THM kibocsátás szabályozása az ivóvíz megfelelő tisztításával oldható meg.

A mikro szennyező anyagok a vízben oldott és/vagy szilárd állapotban jelenhetnek meg. Ismerni kell, hogy az adott víztérben milyen körülmények befolyásolják az egyes komponensek megoszlását az oldott és szilárd állapot között. A környezeti feltételek, az adott víz fizikai és kémiai jellemzői, valamint azok változása alapvetően megváltoztathatja az egyes mikro szennyezők megoszlását az oldott és szilárd állapot között. A viszonylag kis sűrűségű, nagy fajlagos felülettel rendelkező szerves lebegőanyagok kitűnő adszorpciós képességgel rendelkeznek, mind szerves, mind a szervesetlen mikroszennyezők tekintetében. A nagyobb sűrűséggel, de kisebb fajlagos felülettel rendelkező szervesetlen lebegőanyagoknak kisebb az adszorpciós kapacitásuk, elsősorban a szerves komponensek adszorpciója gátolt. Az ásványi eredetű lebegőanyagok adszorpciós kapacitását – különösen a nehézfémek tekintetében – nagymértékben növeli, ha az adott lebegőanyag részecske felülete ioncserélő képességekkel rendelkezik. Az ioncsere adszorpció jelentős mértékben csökkenti az oldott állapotú nehézfémek koncentrációját, de növeli a szilárd állapotban megjelenőket.

Xenobiotikumok (xenos=idegen; bios=élet) a biológiai rendszerekben fellelhető olyan anyagokat értünk, amelyek normálisan működő biológiai rendszerekben nem termelődnek. A vegyipar évről évre növekvő számban és mennyiségben gyárt új gyógyszerhatóanyagokat, tisztítószerkezeteket, festékeket, kozmetikai termékeket, amelyek mind a xenobiotikumok családjába tartoznak. Ezen anyagok a felhasználást követően változatlan formában vagy metabolitként jutnak a kommunális szennyvíztisztítóba, ahol a szerves mikroszennyezők biodegradációja nem, vagy csak részben valósul meg, így azok a befogadó felszíni vizekbe jutva, elérhetik ivóvízbázisainkat.

A xenobiotikumok káros hatásait eredetüktől függetlenül mennyiségük, gyakoriságuk és biológiai aktivitásuk határozza meg. Szervezetünk biotranszformáció révén szabadul meg ezen anyagoktól, amelyért a májenzimek a felelősek és kiürülés epével vagy vizelettel.

Ivóvízben kimutatott gyógyszermaradványok: diclofenac, ibuprofen, phenazon, clofibrin sav. Tekintettel arra, hogy a klímaváltozás miatt csökkenő csapadékvíz-mennyiséggel és ezáltal növekvő szermaradvány-koncentrációval, a növekvő átlagéletkor miatt növekvő gyógyszerfelhasználással és a várható életszínvonal-emelkedés miatt nagyobb detergens- és kozmetikaiszer-felhasználással kell számolnunk, alapvető jelentőségű a víztisztítási technológiák fejlesztése a vízbázisok és az ökológiai rendszer védelme érdekében.

9.2. Előfordulásuk

Felszíni vizek tisztításakor szükséges a szerves mikroszennyezők eltávolítása. Hazai felszíni vizeinkben a szerves mikroszennyezők koncentrációja jelenleg nem közelíti meg az ivóvízszabványban rögzített határértéket. Külföldi eredetű folyóink vizében azonban nem zárható ki koncentrációjuk növekedése. A Balatonban, illetve hegyvidéki tározóink vizében megfelelő vízvédelmi, környezetvédelmi intézkedésekkel elkerülhető a szerves mikroszennyezők koncentrációjának növekedése.

A felszíni vizekből el kell távolítani (vagy koncentrációját jelentős mértékben csökkenteni) az oldott állapotú szerves anyagokat. A felszíni vizekben található szerves anyagok elsősorban természetes eredetűek, de folyók esetében egy részük kommunális és ipari szennyvizekből is származhat. A folyók vizébe jutó ipari eredetű szerves anyagok nagy része a szerves mikroszennyezők családjába sorolható. A természetes eredetű szerves anyagok nagy része közvetlen egészségügyi kockázatot nem jelent az emberi szervezetre, de a fertőtlenítőszerként adagolt klórral reagálva rákkeltő hatású trihalo-metán vegyületeket, illetve mutagén hatást kifejtő klórozott szénhidrogéneket alkotnak. Tavak, tározók vizében egyes szerves anyagok nagyon kellemetlen ízt és szagot okozhatnak. A szerves mikroszennyezők felszíni vízbe jutása egyértelműen az emberi tevékenység következménye, elsősorban ipari eredetűek, de a növényvédőszeres mezőgazdasági területekről származó bemosódásokból is származhatnak. Felszíni-víz tisztító üzemünk vízbázisainak ismeretében elmondhatjuk, hogy tározóink vízminősége jelenleg (a Komra-völgyit kivéve) nem igényli a szerves mikroszennyezők eltávolítására való felkészülést. A Balatonra és folyóinkra települt felszíni-víz tisztító üzemünk esetében azonban már ma is szükséges a szerves mikroszennyezők eltávolítására is alkalmas technológiai egység jelenléte. A természetes szűrőréteg visszatartja a szilárd állapotú anyagokat, beleértve a kolloid disperziók szilárd részecskéit is. Hasonló sorsra jutnak az emulgeált részecskék is. A folyó vizében jelenlévő oldott állapotú anyagok (beleértve a szerves és szerves mikroszennyezőket is) azonban a szűrőréteg vastagságától, valamint a víz szűrőrétegen történő átjutásának sebességétől függően hosszabb vagy rövidebb idő alatt elérhetik a kutakat. Erre a jelenségre a számtalan külföldi mellett sajnos hazai példa is van (Vác déli vízbázis elszennyeződése gyógyszergyártásból származó szerves mikroszennyezőkkel a nyolcvanas évek elején). Tény azonban, hogy a folyóban a viszonylag kis koncentrációban és rövid ideig megjelenő mikroszennyezőket a szűrőréteg korlátozott mértékben vissza tudja tartani. A partiszűrés folyamata vízkezelési technológiának is tekinthető.

A szerves mikroszennyezők között a partiszűrésű vízbázisok estében kiemelt jelentőségük van a kőolajszármazékoknak. Ennek elsősorban az az oka, hogy a folyókon - különösen ahol intenzív hajóforgalom van - szénhidrogén szennyezés nagy gyakorisággal előfordulhat. A különböző kőolajszármazékok azonban ipari szennyvízkibocsátásokból is származhatnak. A természetes parti szűrőréteg a tartós szennyezés visszatartására csak korlátozott mértékben alkalmas, telítődését követően a szénhidrogének csaknem akadálytalanul jutnak el a kutakba.

9.3. Mikroszennyezők és szermaradványok eltávolítása

A nehézfémeket derítéssel majd azt követő szűréssel lehet eltávolítani a bekerülő nyersvízből. A szerves mikroszennyezőket aktív szénszűréses módszerrel.

Adszorpciót (jelenti az oldott anyagok és gázok tartós megkötődését szilárd felületen) alkalmaznak a szerves anyagok eltávolítására különösen tekintettel a szerves mikroszennyezőkre. A leghatékonyabb adszorbens erre a feladatra a megfelelő módon kezelt aktív szén, mely por vagy granulátum formájában kerülhet alkalmazásra. Az aktív szén fajlagos felülete 1000-1200 m²/g. A vízkezelés szempontjából az oldott anyagok megkötődése fontos. Adszorpciók eljárásoknak a speciális területe az ioncsere adszorpció.

Az aktív szenes tisztítás célja kezdetben a kellemetlen szín-, szag- és íz rontó hatások megszüntetése volt. Az utóbbi években az analitikai eljárások és műszerek fejlődésének eredményeként az egyes szennyezőanyagok még igen kis koncentrációban is kimutathatók, hasonlíthatók lettek és egyre több vízben lévő anyag eddig nem ismert élettani hatására is többé-kevésbé fény derült. Emiatt ma már az organoleptikus tulajdonságok (szag, íz) javítása mellett elsődleges cél a krónikus toxicitást (huzamosabb időn át tartó mérgező hatás) és mutagenitást (az örökítő anyagban/génekben, kromoszómákban kialakuló változást) okozó szennyező anyagok eltávolítása. További cél, hogy a vezetékrendszerben is fennmaradjon a megfelelő vízminőség, amit a mikroszervezetek tápanyagául szolgáló anyagok megfelelő mértékű kivonásával lehet elérni, így megakadályozva azok újraszaporodását a csőhálózatban.

Az **aktív szénporként (PAC = powdered activated carbon = aktív szén por)** történő alkalmazásához külön tisztítóberendezésre nincs szükség, csupán egy bekeverő berendezésre a szénpor szuszpendálásához. Hátránya az eljárásnak, hogy a szénport a tisztítási folyamat egy későbbi szakaszában el kell majd távolítani, ami a kis szemcseméret miatt gondot okozhat. A szénport ezért az előtisztításkor, illetve a derítéskor alkalmazzák leginkább. A derítés előtt adagolt szénpor a derítőszer pelyhekkkel és a szennyeződéssel kiülepszik, azonban még rendelkezik adszorpciós hatással, ezért visszaforgatható (recirkuláció) és többször (4-5 alkalommal) is felhasználható.

A **szemcsés (granulált) aktív szén (GAC)** nagy felületét nemcsak a szemcsék felszíne, hanem főként a belső, csőszerű szerkezete adja. A szénszemcsékben lévő legnagyobb (makro) pórusok a kolloid méretű lebegő anyagokat, a közepes méretű pórusok a nagyméretű molekulákat, míg a legkisebb méretű (mikro) pórusok az oldott anyagok felületi megkötésére is alkalmasak lehetnek. A szemcsés anyagú aktív szenes szűrést leggyakrabban az utótisztítás egyik eljárásaként alkalmazzák, a homok gyorsszűrők után elhelyezve a technológiai sorban, mivel így a szénszűrők védve vannak a lebegőanyagok káros hatásaitól.

A granulált aktív szenes szűrők zárt-, nyomás alatti-, vagy nyitott kialakításúak és gravitációs működésűek lehetnek, hasonlóan a nem aktív szűrőanyagú (homok) szűrőkhöz. A nyomás alatti zárt szénszűrőket inkább a kisebb kapacitású, felszín alatti vizet kezelő telepeken alkalmazzák, míg a felszíni vizek tisztítására inkább a nagyobb kapacitású nyitott gyorsszűrőket használják. Az adszorpció mellett az ózonos tisztítás hatékonynak bizonyult a szerves mikroszennyezők eltávolításában.

Összefoglalva a szerves mikroszennyezők eltávolítására alkalmazható utótisztítási technológiák:

- Oxidáció [O₃; O₃+UV; H₂O₂+UV; Fe(VI)]
- UV + TiO₂ katalizátor
- Szonolízis + TiO₂ katalizátor
- Víz radiolízise ionizáló sugárzással
- Adszorpció aktív szénen
- Fordított ozmózis, Membrán (ultra, nano) szűrés

9.4. Ivóvíz arzéntartalma és egészségügyi hatásairól

A vízbiztonság fontos kihívást jelent az emberiség számára a 21. század küszöbén. Az ősi küzdelem, hogy megbirkózzunk a vízellátással, kapcsolatos nehézségekkel, a globális éghajlati, társadalmi és gazdasági változások által napjainkra felerősödött. Az EU jogharmonizáció következményeként jelentős szigorítás lépett életbe az ivóvíz megengedett arzéntartalma tekintetében: a korábbi 50 mg/l határérték 10 mg/l-re csökkent (201/2001. Korm. rendelet). A szigorítás több mint négyszáz települést érint, melyek vízellátása jellemzően kis vízműveken alapul. A jogszabály a 30 mg/l arzéntartalmat meghaladó vízzel ellátott települések esetében 2006. december 25-i, a 10-30mg/l arzéntartalmú vizek esetében pedig 2009. december 25-i határidőt ír elő a 10 mg/l-es határérték teljesítésére. A jogszabályi szigorítás következtében jelentős mértékű igény jelentkezik a nem megfelelő határértéket produkáló arzénmentesítő telepek és berendezések intenzifikálása, ill. új telepek létesítése tekintetében. Jelen előadás célja, hogy a hatékony arzénmentesítés érdekében, hazánk adottságainak figyelembevételével, áttekintést nyújtson a korszerű technológiai megoldásokról.

Arzén mentesítési lehetőségek

Az arzénmentesítés lehetséges technológiai megoldását döntően meghatározza az, hogy az arzén milyen formában van jelen a tisztítandó vízben. Ezért célszerű röviden áttekinteni az arzén eredetének és kémiájának alapjait. A 201/2001. Kormányrendelet 6. sz. mellékletében felsorolt érintett települések vízellátása magas arzénkoncentrációjú rétegvizekből történik. A rétegvizekbe az arzén természetes úton, a vízbázissal érintkező geológiai formációkból történő lassú oldódási folyamat során került be. (Arzén általában olyan ásványokban található, melyek szulfidot, rezet, nikkelt, ólmot vagy kobaltot is tartalmaznak.) Az arzén a vízben oldott és partikulált (szilárd csapadék) formában lehet jelen. A mélységi vizekre jellemző redukív környezetben az arzén jellemzően három vegyértékű (arzenit, As(III) , As^{3+}), oldott formában fordul elő, a partikulált, öt vegyértékű frakció (arzenát, As(V) , As^{5+}) általában elhanyagolható mértékű. A nagy arzéntartalmú felszín alatti vizek általában enyhén lúgosak ($\text{pH}=8-9$). Ebben a pH tartományban az arzenit természetes formája töltéssel nem rendelkezik (H_3AsO_3), az arzenát pedig anionos ($\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}$). Bár az arzenit előfordulása redukált, az arzenáté pedig oxidált környezetben jellemző, bizonyos esetekben az arzenát jelentős mértékben fordulhat elő redukáltnak tekintett vizekben (pl. hidrogén-szulfid vagy nagymennyiségű oldott vas jelenléte esetén). Az arzénmentesítés technológiájának megválasztásához elengedhetetlenül szükséges a tisztítandó vízben jelenlévő arzénformák ismerete, tehát a tisztítástechnológia megválasztásához a tisztítandó víz arzéntartalmának fizikai és kémiai formáit meg kell határozni. Az arzénformák határozzák meg az alkalmazható technológiát, az előoxidáció szükségességét. Arzénnel, mint az ivóvízben geológiailag jelen lévő félfémmel és annak élettani hatásaival foglalkozott, célja a lakosság hiteles tájékoztatása volt. Koagulációs technikával sikerült megoldani a határérték alatt tartják az arzént ($10\mu\text{g/l}$). Magyarország ivóvíz ellátás ivóvíz minőség.

A jelenleg rendelkezésre álló arzénmentesítési technológiák három nagy csoportba oszthatók, melyek

- hagyományos technológiák (koaguláció, vas-mangán eltávolítás, meszes lágyítás),
- szorpciós eljárások (ioncsere, aktivált alumínium),
- membrántechnológiák (fordított ozmózis, nanoszűrés, mikro- vagy ultraszűrés).

Hagyományos arzénmentesítési technológiák

A nagy vas-, ill. vas-mangán tartalmú felszín alatti vízbázisok vizét elsősorban hagyományos technológiai megoldásokkal tisztítják. Hazánkban is a hagyományos technológiák terjedtek el,

jelesül az arzenát vassal együtt történő eltávolítása, szükség szerinti derítőszer (vasklorid) adagolása mellett. Az arzenmentesítés jellemzően kompakt kisberendezésekben történik.

Az előlevegőztetés a vas, a vegyszeres (elsősorban KMnO_4 , esetenként Cl_2 vagy O_3) oxidáció az arzenit oxidálására szolgál. A negatív töltésű arzenát molekula a vashidroxid pelyhekbe épülve szűrhető ki. A hatékony arzenáteltávolításhoz adott nyersvízre (10:1),(20:1) vas:arzen arány szükséges, a priori viszonyszám biztonsággal nem állapítható meg (AWWA RF, 2002). Elégtelen természetes vastartalom esetén vaskloridot (FeCl_3) kell a nyersvízbe adagolni. A jellemző arzeneltávolítási hatásfok kisberendezésekre 60-80%, mely optimalizálással akár 95%-ra növelhető. Meglévő arzenmentesítő hatékonyságának növelésekor, ill. a telep optimalizálásakor az alábbi fő szempontokat célszerű figyelembe venni:

1. A technológia arzenit eltávolítására nem alkalmas, így kritikus az optimális oxidálószer-mennyiség beállítása. Előlevegőztetéssel az oxidálószer mennyisége csökkenthető.
2. Optimális vas:arzen arány beállítása az adott nyersvízminőségre és üzemelési körülményekre (félüzemi kísérlettel).
3. Vasklorid adagolás esetén a szűrés hatékonysága és a gyorszűrő üzemidejének növelése céljából célszerű kétrétegű (antracit-homok) gyorszűrőket alkalmazni. Nagy kapacitású telepek hatékonysága a fázisszétválasztás ülepítéssel történő kiegészítésével tovább növelhető.
4. pH-beállítás sweep-koaguláció céljából.

Arzenmentesítési membrán technológiával

A membrántechnológia területén bekövetkezett és jelenleg is folyó jelentős fejlődés reális alternatívává teszi a membránok alkalmazását egyes kommunális célú víztisztítási feladatok megoldásakor is. Arzenmentesítés esetén az alkalmazható membránszűrési eljárások az alábbiak szerint jellemezhetők:

1. Mikroszűrés: kizárólag arzenáteltávolításra alkalmas, csak a vaspelyhekbe már beépült arzenátot távolítja el. Oxidáció és koaguláció szükséges a mikroszűrés előtt.
2. Ultraszűrés: szintén kizárólag a vaspelyhekbe már beépült arzenátot távolítja el. Azonban a mikroszűrő membránnál kisebb pórusméretei miatt jelentősebb derítőszer-mennyiségek mellett a membrán könnyen eltömődik. Arzenmentesítéshez a mikroszűrő membránok alkalmazása jobb megoldás.
3. Nanoszűrés: jó hatékonyságú arzenát-, és kisebb hatékonyságú arzeniteltávolítást biztosít. Koagulánsra nincs szükség.
4. Fordított ozmózis: a nanoszűréshez hasonlóan jó hatékonyságú arzenát-, és kisebb hatékonyságú arzeniteltávolítást biztosít, koaguláns alkalmazása nélkül. A nanoszűrésnél nagyobb üzemi nyomás és a kisebb tisztítottvíz-mennyiség ellensúlyozza a fordított ozmózis kedvezőbb szűrési hatékonyságát.
5. Figyelembe véve a membránok arzeneltávolítási hatékonyságát, az üzemeltetés célszerűségét, valamint a beruházási és üzemelési költségeket, elsősorban a koagulációval kiegészített mikroszűrés (CMF) jelenthet alternatívát a hagyományos eljárásokkal szemben. Jelenleg jelentős üzemeltetési tapasztalatok az arzenmentesítésben alkalmazott membrántechnológiákról a nemzetközi szakirodalomban nem állnak rendelkezésre.

A 10 $\mu\text{g/l}$ határértéket teljesítő arzenmentesítő technológia megválasztásához figyelembe kell venni a nyersvíz minőségi paramétereit, a benne lévő arzen fizikai-kémiai jellemzőit, a tisztítandó víz mennyiségét, a meglévő létesítményeket, a fejlesztési igényeket és feltételeket. A tisztítástechnológia megválasztásakor az arzeneltávolításra vonatkozó konkrét műszaki paraméterek mellett szem előtt kell tartani a létesítési, az üzemelési és fenntartási költségeket, valamint az adott technológiával a nyersvízből eltávolított arzen elhelyezésének lehetőségeit és költségét. A határérték teljesítéséhez meglévő telepek esetén célszerű a létező technológia

optimalizálásában, ill. intenzifikálásában gondolkodni. Jelentős amortizációjú műtárgyak, berendezések esetén, új tisztítótelep létesítésekor nem szükségképpen indokolt a legújabb csúcstechnológia alkalmazása (pl. a CMF membrántechnológiával elérhető hatások a hagyományos, optimalizált eljárással is biztosítható). A hagyományos technológiával szemben az aktivált alumínium alkalmazása főként alacsony vastartalmú, ill. igen magas arzéntartalmú nyersvizek esetén lehet indokolt. A 10 µg/l arzénhatárérték teljesítése/teljesíthetősége elsősorban az adott technológia optimális kihasználásán, vagyis az üzemeltetés módján, minőségén fog eldőlni.

10. Kémiai és elektrokémiai módszerek és alkalmazásuk az ivóvíz előállításnál

10.1. Kémiai módszerek az ivóvíztisztításban

A kémiai eljárások alkalmazásakor a vegyszerhasználat következtében, a tisztítás során kémiai folyamatok játszódnak le. A víz- és szennyvíz-technológiában a vegyszerek egyrészt a fizikai (mechanikai) eljárások hatásfokának javítására (intenzifikálásra), másrészt oxidálásra (pl. fertőtlenítés), valamint az oldott, nem szerves szennyezőanyagok eltávolítására (kicsapatás, ioncsere) kerülnek alkalmazásra.

A vízművek technológiájában gyakran találkozhatunk vegyszerhasználattal illetve kémiai eljárásokkal, ugyanis az ivóvízre előírt minőségi követelményeket kémiai eljárások alkalmazása nélkül a jelenlegi műszaki – technológiai szinten még nem lehet biztosítani.

A kémiai módszerek csoportosítása:

1. DERÍTÉS
2. KICSAPATÁS (vas, mangán eltávolítás, csapadékos lágyítás, foszfor eltávolítás)
3. IONCSERE
4. OXIDÁCIÓ
 - 4.1 Fertőtlenítés klórral
 - 4.2 Ózonos oxidáció
 - 4.3 Oxidáció KMnO_4

Az 1 és a 2 csoportot együttesen koagulációs eljárásoknak is nevezzük.

1. DERÍTÉS

A **DERÍTÉS** fő *célja* a vízben (elsősorban a felszíni vízben) lévő nem (vagy csak gyenge hatásfokkal) ülepihető kolloid méretű (10^{-4} mm-nél kisebb) lebegőanyagok eltávolítása. Emellett a derítés az ivóvíz előállítás során hozzájárul a zavarosság, a szín, a szerves anyag tartalom, valamint az oldott szennyező anyagok mennyiségének csökkentéséhez is. A derítés több eljárásból álló technológiai folyamat.

Főbb *eljárásai és műveletei* a következők:

- vegyszerbekeverés,
- koaguláció,
- flokkuláció,
- ülepítés.

A felsoroltak közül csak a koaguláció a kémiai eljárás, a másik három fizikai, a derítés hagyományosan mégis a kémiai eljárások közé került besorolásra, bár felfogható lenne egy vegyszerrel segített (intenzifikált) ülepítésként is.

A kolloid lebegőanyag részben szerves, de főleg szervesetlen *iszapból, agyagból, élő és élettelen mikroorganizmusokból tevődik össze*. A vízben levő **kolloid méretű lebegőanyagok** (szemcseméretük 10^{-4} mm-nél kisebb) vegyszeres kezelés nélkül gyakorlatilag nem ülepihetőek. Ennek az oka a szemcséknek vízhez képest *kicsi a sűrűsége*, másrészt a kolloidszemcsék *azonos (negatív) elektromos töltésűek*. Az azonos töltésű szemcsék egymást taszítják, és ezért nem tudnak egymással ülepihető sűrűségű szemcsékké összetapadni.

Koagulálás folyamata: A kolloidszemcsék elektromos semlegesítését és a mikropelyhek képződését koagulációnak nevezzük. A koagulálás kémiai eljárás.

A *koagulálás* során vegyszeradagolással az egymást taszító, azonos töltésű kolloid részecskék *elektromos töltése semlegesíthető*, illetve az elektromos töltés olyan mértékben csökkenthető, hogy a kolloidszemcsék már egymáshoz, illetve a derítőszer pelyhekhez tudnak tapadni.

A koagulálás kémiai folyamata nagyon rövid idő alatt lezajlik. A szemmel nem látható *mikropelyhek* és ezek adszorpciós hatásának kialakulása is nagyon rövid idő (néhány tized másodperc) alatt megtörténik. A derítő vegyszert nagyon gyorsan és minél egyenletesebben elkeverve juttassuk be a vízbe. Ha *erőteljes keveréssel* nem biztosítjuk, hogy egyrészt a koaguláló vegyszer a teljes vízmennyiségben egyenletesen elkeveredjék, másrészt a kolloid szennyeződés és a koaguláló vegyszer találkozását nem segítjük elő, akkor a koaguláló vegyszerből nagy mennyiségű olyan elektromosan semlegesített pelyhek képződik, amelyek nem vesz részt a szennyező kolloidok koagulálásában. A megfelelő bekeverést nagy sebességű, kavarázó mozgással áramló víznél tudjuk megvalósítani. A vegyszer erőteljes és gyors bekeveréséhez 1 -5 s keverési idő szükséges. Amennyiben a derítőszerből keletkezett mikropelyhek elektromos töltése a kiülepítendő kolloidokéval ellenkező előjelű, így a különböző elektromos töltés a két szemcsét egymáshoz vonzza és az ekkor keletkező elektromosan semleges apró pelyhek most már nagyobb, ülepezhető méretű, pelyhekké is össze tudnak tapadni.

Flokkulálásnak vagy **polyhesítésnek** nevezzük több kisebb koagulált szemcsé összetapasztását, a szemcsék ülepezhető nagyságúra növelését. A flokkulálást a víz lassú keverésével segítjük elő. A flokkulálás mechanikai művelet. A flokkulálás során a lassú keverés hatására kellő méretű és sűrűségű, már ülepedőképes szemcsék, pelyhek keletkeznek. A hatásos flokkulációhoz 10 - 30 perc keverési idő szükséges. A vegyszeradagolás szabályozása mellett a flokkulátor mozgási sebességének és a visszavezetett iszap mennyiségének szabályozásával lehet módosítani a flokkulálás hatásosságát. A flokkulálás sebességét csak annyira lehet növelni, hogy a korábban keletkezett, megfelelő tömörségű pelyhek újra össze ne törjenek. Ezért a flokkulátorban nem célszerű 0,4 - 0,8 m/s sebességnél nagyobbat megengedni. Jó flokkulálásnál a flokkulátorból kivett vízmintában ötperces ülepezés után min. 20-30 tf% iszapnak kell lennie.

A különböző típusú derítésnél a flokkuláció vagy külön flokkulátor medencében vagy a derítőnek a flokkuláció számára elhatárolt részében, vagy magában a derítőben játszódik le.

A flokkuláció szabályozása szükséges, ha változik a nyersvíz lebegőanyag-tartalma, a lebegőanyag minősége, ha változik a víz hőmérséklete, és ha változik a derítőn átfolyó vízmennyiség (a derítő teljesítménye).

A zéta-potenciál a kolloid szemcsékre jellemző elektromos töltés nagysága. Értéke a kolloid szennyeződés anyagi minőségétől függően 8 – 20 mV (millivolt).

Megfelelő polyhesítés eléréséhez nem szükséges a részecskék teljes mértékű semlegesítése, hanem általában elegendő a zéta-potenciált 5 mV alá csökkenteni. A zéta-potenciál a pH értéktől függően is változik. Izoelektromos pontnak nevezzük azt a pH-értéket, amelyiknél a kolloidszemcsék elektromos töltése olyan mértékben semlegesítődik, hogy a szemcsék összetapadnak, és a koaguláció megtörténik. Az izoelektromos pont a víz kémiai összetételétől függően változik, ezért a megfelelő koagulációt adó vegyszeradagolást csak próbaderítésnél lehet meghatározni.

Derítőszer és alkalmazásuk: A leggyakrabban alkalmazott derítőszer a három vegyértékű alumínium és a három vegyértékű vas sói, elsősorban az alumínium-szulfát [$Al_2(SO_4)_3$] és a vas(III)-szulfát [$Fe_2(SO_4)_3$]. Ezeknek a három vegyértékű fémsóknak az előnye a derítésnél a hidrolizáló sajátosságaikból adódik, ugyanis vízbe adagolásukat követően pozitív töltésű közbenső termékek keletkeznek, melyek szükségesek a kolloid méretű szennyező szemcsék semlegesítéséhez. A fém-hidroxidok a koagulációs hatást elsősorban a vízben oldhatatlan csapadék formájában tudják kifejteni, ezért nagyon fontos a derítőszer oldhatósági tartományát megállapítani.

- A **vas(III)-hidroxid pH=4 fölött** már gyakorlatilag nem oldódik, tehát a pH=4 fölötti vizeknél (igen tág határok között) alkalmazható koaguláns (koaguláló szer).
- Az **alumínium-szulfát tehát pH=5-7,5** határok között alkalmazható koagulálásra. A magyarországi felszíni vizeknél az alumínium-szulfát általában eredményesen alkalmazható.
Az alumínium-szulfáttal végzett koaguláláshoz szükséges, hogy a víznek kellő mértékű változó keménysége legyen. Ezért lágy víznél az alumínium-szulfáthoz mésztejet is kell adagolni.
- A **vassók** alkalmazása: A **ferri-szulfát** mellett a **ferri-kloridot** is használják a víztisztítási gyakorlatban. A koagulációhoz a ferri-kloridnál is megfelelő mértékű változó keménység szükséges a vízben.

A felszabaduló szén-dioxid csökkenti a víz pH-ját. Kis keménységű víznél a ferri-szulfáthoz és a ferri-kloridhoz egyaránt mésztejet is kell adagolni a hidrolízis elősegítésére. A **két vegyértékű fero-szulfát** (ezt nevezik a hazai víztisztítási gyakorlatban közönséges vas-szulfátnak) csak **pH=9 fölötti vízben** használható, ezért a ferro-szulfátot csak a víz lágyításánál alkalmazzák, mivel ott eleve kell meszet adagolni.

Kombinált (kettős) vegyszerek adagolása:

Igen jó eredményt értek el kombinált vegyszeradagolással, alumínium-szulfát és vas(III)-klorid 1:1 arányú keverékével. De ugyanilyen jó hatást lehet elérni, ha a két vegyszert egymás után adagolják.

Segéd-derítőszer alkalmazása.

A kis mennyiségű lebegőanyagot és főleg a mikroorganizmusokat tartalmazó vízben a kis iszapsűrűség hátrányát **segéd-derítőszerrel** is ellensúlyozni lehet.

A segéd-derítőszer, pl. az aktivált kovasav és számos műanyag készítmény, melyeken negatív vagy pozitív töltésű, a kolloidok semlegesítésére alkalmas aktivált részek is vannak.

Az ivóvíztisztításban általában negatív töltésű segéd-derítőszeret alkalmaznak, a leginkább bevált aktivált kovasav is ilyen. A segéd-derítőszer elősegíti, és nagyon meggyorsítja a derítőszer mikropelyheinek koagulálását és mechanikailag is összeköti a pelyheket, ezzel fokozva szilárdságukat.

Derítőberendezések: A derítőberendezés az a műtárgy, ahol a derítés technológiájából legalább az ülepítés, vagy más, további eljárás, művelet is, történik.

A kezdeti időszakban a vegyszerbekeverés, a koagulálás, a flokkulálás és az ülepítés folyamatai elkülönülve, más és más műtárgyban, berendezésben lettek végrehajtva. A későbbiek során arra törekedtek, hogy a derítés mind a négy részművelete egy műtárgyban legyen végrehajtva. Napjainkban az a korszerű derítő műtárgy, ahol egy berendezésen belül megvalósítható a vegyszer bekeveréstől az ülepítésig mind a négy részfolyamat. A derítők, az ülepítőkhöz hasonlóan, csoportosíthatók az átfolyási irány szerint:

- vízszintes átfolyású derítők,
- függőleges átfolyású derítők.

Tulajdonképpen mindegyik ülepítő típus alkalmas lehet a derítőszer pelyhek kiülepítésére.

A tisztítandó víz és az ülepítendő iszappelyhek mozgási iránya szerint a derítő lehet:

- ellenáramú a derítő, ha a vízáramlás felfelé, az iszappelyhek mozgása (üledése) lefelé történik
- egyenáramú a derítő, ha az iszap is és a víz is felfelé mozog a derítőtérben (iszapföldrős derítő)

2. KICSAPATÁS

Kicsapatás, amikor a vízben, szennyvízben lévő oldott szennyező anyagokat úgy távolítjuk el a vízkezelés – szennyvízkezelés során, hogy megfelelő vegyszerek hozzáadásával vízben oldhatatlan csapadékká alakítjuk át azokat. A csapadék mennyiségétől vagy minőségétől függően a fázisszétválasztás (a csapadék elkülönítése a víztől) ülepitéssel és/vagy szűréssel történhet.

A kicsapatás gyakran alkalmazott eljárása a víz- és szennyvíz-technológiának, mivel sokféle oldott állapotban lévő szennyeződés fordul elő a tisztítandó-, kezelendő szennyvizekben illetve nyersvizekben. A kicsapatásos eljáráson alapuló szennyező anyag eltávolítási technológia a felszín alatti vizekből az ivóvíz előállításánál során a vasat és a mangánt lehet eltávolítani ezzel az eljárással.

A vas és a mangán fogyasztása nem káros az emberi szervezetre (vasra szüksége van), azonban esztétikai okokból ezeket a komponenseket is el kell távolítani. A vas a felszín alatti vizekben, redukzív körülmények között oldott állapotban van jelen. A felszínre kerülve azonban amint oxidálódik, rosszul oldódó vegyületté válik, és barnás színű csapadék formájában jelenik meg. A vas előfordulási helyei: talajvíz, védett rétegvíz, parti szűrésű víz. Ezekben a vízbázisokban a redukzív jelleg miatt a vízben jól oldódó vas (II) vegyületek dominanciája érvényesül. Ahhoz, hogy a vasat valamilyen szilárd/folyadék fázisszétválasztási technológiával el tudjuk távolítani a vízből, először rosszul oldódó vas(III) vegyületté kell alakítani.

A csapadékképzés módjától függően két technológiai eljárása ismert. Az oldatban lévő szennyező anyagokat pH emeléssel vagy oxidálással oldhatatlan csapadékká alakítják, majd ezt a csapadékot a mennyiségétől és a minőségétől függően a legmegfelelőbb fázisszétválasztó eljárással (szűrés, ülepités, derítés) elválasztják a víztől.

- Nagy vas- és mangán koncentráció esetén előfordulhat kétlépcsős fázisszétválasztás (pl. ülepités és utána szűrés),
- Alacsony koncentráció esetén pedig az oxidáció és a szűrés is történhet egy lépcsőben is (pl. egy szűrőtartályban az oxidáció és a szűrés).

A vastalanítási technológia a következő alapfolyamatokból áll:

- oxidáció
- kémiai kicsapatás
- szilárd/folyadék szétválasztás

A vizekben a vas és a mangán, a víz oldott oxigén tartalomtól és a pH-tól függően két vegyértékű oldott formában, vagy vízben nem oldódó, három vegyértékűvé oxidálódott vas- és mangán csapadék alakjában található.

- A természetes felszíni vizekben a víz viszonylag magas oldott oxigén tartalma miatt oldott formában lévő vas- és mangán vegyületek nem találhatók.
- A tározók vizében az évszakoktól függően különböző, de gyakran az 1g/m³ koncentrációt meghaladó mennyiségben is előfordulhatnak.
- A felszín alatti vizekbe a vas és a mangán a kőzetekből történő oldódás útján kerül, és az oxigénhiányos állapot miatt oldott formában van jelen.

A magyarországi felszín alatti vizek 90%-ában, beleértve a parti szűrési vizet is, a vas és a mangán az előírt határérték felett van, így vas- és mangántalanítani szükséges.

Előfordulásuk az ivóvízben, még gyakran a határérték alatti koncentráció esetén is kifogásolható a következők miatt:

- esztétikai problémákat okoz a kicsapódott vöröses, barnás vas- és mangáncsapadék (pl. a víz és a berendezések elszíneződése, a zavarosság megnövekedése),
- a vas- és mangánbaktériumok elszaporodnak a vezetékhálózatban, íz-, szag- és színproblémákat, esetleg eltömődést okoznak,

- a fertőtlenítési céllal adagolt oxidáló szerek egy részét lekötik,
- nagyobb koncentrációban „vasas” mellékízt okoznak.

Vastalanítás folyamatai:

1. A **pH emeléssel történő vastalanítást** a szulfát formában FeSO_4 lévő vas eltávolításánál alkalmazzák.

A pH érték emelésén alapuló vastalanítási technológia Magyarországon nem elterjedt, mivel viszonylag ritkán fordul elő vizeinkben a szulfátos kötésben lévő vas. A pH értékét mésztej (kalcium-hidroxid) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adagolással növelik meg. Ekkor még a két vegyértékű vasat tartalmazó vas-hidroxid $\text{Fe}(\text{OH})_2$ keletkezik, amely azonban a vízben oldott oxigén hatására könnyen három vegyértékű lesz és a vízben nem oldódó vashidroxiddá $\text{Fe}(\text{OH})_3$ alakul. A keletkező vas- és mésziszapot először gyakran ülepitik és csak ezt követően vezetik a vizet homokszűrőre, mert ülepités nélkül a szűrő a túlterhelés miatt igen rövid idő alatt eltömődhet. *Ha meszes kicsapatásos lágyítást is kell a technológiában alkalmazni, ahhoz nem szükséges külön vastalanítani, mivel a vas eltávolítása is megtörténik a lágyítás során.*

2. **Vegyszeres oxidációra a vastalanításnál** akkor van szükség, ha a levegőztetéssel a vízbe bevitt oxigén nem, vagy csak nagyon lassan, hosszú reakcióidővel képes oxidálni a vasvegyületet.

A tapasztalatok szerint a vegyszeres oxidáció a levegős (oldott oxigénes) oxidációnál gyorsabban játszódik le. Az **oxidációs vastalanítási eljárásoknál** a vasvegyületek oxidációs sebessége függ:

- a pH értéktől (nagyobb értéknél gyorsabb a reakció),
- az oldott oxigén koncentrációjától (nagyobb értéknél gyorsabb a reakció),
- a katalizátorok esetleges jelenlététől (pl. a leválasztott, de visszaforgatott vas-hidroxid iszap felgyorsítja az oxidációs folyamatokat),
- az agresszív szén-dioxid jelenlététől (rontja az oxidációs hatást, mert csökkenti a pH értéket).

A vastalanításnál alkalmazható oxidáló szerek, és az alkalmazásuk jellemzői:

- **szabad klór** (HOCl - klóros sav) a két vegyértékű vasat gyorsan (10 - 15 másodperc alatt) oxidálja, még a pH 5 alatti tartományban is. A pH 5 feletti tartományban a kis oldott szerves széntartalmú vizek is jól vastalaníthatók a klóros oxidáció segítségével. A szerves kötésben (humín- és fulvinsavak nagyobb koncentrációjánál) lévő vas csak kevesebb, mint 25%-a távolítható el a klór segítségével.
- **klórdioxid** (ClO_2) a két vegyértékű vasat 2 - 3 másodperc alatt oxidálja. A szerves kötésű vasat nem képes hatékonyan oxidálni.
- **kálium-permanganát** (KMnO_4) alkalmazásakor a két vegyértékű vas oxidációja pillanatszerű, azonban a szerves kötésű vasat 30 perces behatási idő alatt is csak 25%-nyi mértékben oxidálja.
- **ózon** a kis oldott szervesanyag-tartalmú vizek esetében hatékony vas oxidálószer, de költségei miatt nem versenyképes a klórral szemben.

Tehát a vas oxidálása a fent említett vegyszerek alkalmazásával megoldható. Amennyiben csak a vasat kell oxidálni (más, oxidációt igénylő eltávolítandó szennyező nincs határérték feletti koncentrációban a vízben), a levegő alkalmazása is elegendő lehet. Ilyenkor a technológia egy egyszerű levegőztetésből, majd ezt követő szilárd-folyadék fázisátválasztásból (szűrés, esetleg azt megelőzően ülepités is) áll.

Amennyiben a vas mellett más vegyületet is kell oxidálni (pl. arzént, mangánt), valamilyen erősebb oxidálószer alkalmazása is javasolt, úgymint klór, ózon, kálium-permanganát.

A fázisszétválasztásra alkalmazott vastalanító szűrők 6-12 méter/óra szűrési sebességű (leggyakrabban) zárt, nyomás alatti gyorsszűrők, 15-30 órás ciklusidővel, víz- illetve levegő-víz visszaöblítéssel.

A vastalanítás technológiai berendezéseit tehát egyrészt a víz agresszív szén-dioxid tartalma, másrészt az eltávolítandó vasvegyület koncentrációja alapján kell megválasztani.

- Vastalanítás levegő bekeveréses oxidációval és egyrétegű szűrővel.
- Vastalanítás fűvókás levegőztetési oxidációval és előszűrős szűrővel.

A víz mangántartalmának eltávolítása

A víz mangántalanítása során hasonlóan járunk el, mint a vastalanításkor, ugyanis a mangán leggyakrabban a vassal együtt fordul elő és hasonló kémiai jellemzőkkel is rendelkezik, csak lényegesen lassabban oxidálódik, valamint kisebb koncentrációban található a vízben. A mangán előfordulási helyei: talajvíz, védett rétegvíz, parti szűrésű víz. Ezekben a vízbázisokban a redukzív jelleg miatt a vízben jól oldódó mangán (II) vegyületek dominálnak. Ha a víz oldott mangántartalma kevesebb, mint 1 g/m^3 nem szükséges külön mangántalanítani, mivel ekkor a vastalanítással együtt megtörténik a mangán eltávolítása is.

Ahhoz, hogy a mangánt valamilyen szilárd/folyadék fázisszétválasztási technológiával el tudjuk távolítani a vízből, először vízben rosszul oldódó mangán(IV) vegyületté kell alakítani.

A mangántalanítás technológia a következő alapfolyamatokból áll:

- oxidáció
- kémiai kicsapatás
- szilárd-folyadék szétválasztás

Az oxidálószerrel tehát a levegő önmagában a mangán oxidálására nem alkalmas, valamilyen erősebb oxidálószer (ózon, kálium-permanganát) alkalmazására van szükség.

A redox-potenciál értékek alapján elvileg a klór is alkalmas a mangán oxidálására, azonban ez egy nagyon lassú folyamat.

Amennyiben a vízben jelen lévő mangán koncentrációja nem haladja meg a $0,4-0,5 \text{ mg/L}$ értéket, a vízben jelen lévő mangán erős oxidálószer alkalmazása nélkül, a levegő oxigénjének felhasználásával is oxidálható. Az eljárás lényege, hogy a szűrőszemcsék felületén egy speciális katalitikus réteget kell kialakítani. A katalizátor réteg KMnO_4 vagy MnCl_2 oldat szűrőhomokon való keringetésével alakítható ki. Ezáltal a szűrőszemcsék felületén MnO_2 réteg alakul ki, amely már katalizátorként biztosítani tudja, hogy a mangán a levegő oxigénjének hatására oxidálódjon. Az így előkészített szűrőt bedolgozott szűrőnek nevezik. A szűrő bedolgozását bizonyos időközönként meg kell ismételni (regenerálás KMnO_4 oldattal), hiszen a katalizátor csak akkor működik, ha folyamatosan megújul.

Mangándioxiddal aktivált szűrővel történő mangán eltávolítása során a vas- és mangántalanításra olyan előszűrős gyorsszűrőt használnak, melynek az első szűrőrétege a vasat, a második a mangánt távolítja el. **A mangántalanító** második szűrőréteget mangándioxiddal MnO_2 aktivált homokszűrő. A mangándioxid (barnakő) a homokszemcsékben kivált mangáncsapadék, mely **katalizáló** és **felületi megkötő** (adszorpciós) **képességgel rendelkezik**. Azonban a természetes mangándioxid bevonat nagyobb szűrőterhelésnél a rövidebb kontakt idő miatt már nem képes megfelelő oxidációs hatást kifejteni és a mangántalanító hatása csökken.

A mangándioxiddal aktivált szűrőknél mesterségesen kell a szűrőhomok szemcséken a mangándioxid réteget mangán-kloriddal (MnCl_2) és kálium-permanganáttal (KMnO_4) kialakítani, vagyis a szűrőréteget **be kell dolgozni**. A hatásfok csökkenésekor a szűrőréteget mindig **regenerálni** kell kálium-permanganáttal.

Az alkalmazható berendezések:

- Levegőztetési oxidációs, kettős szűrős, mangándioxiddal aktivált szűrőrétegű vas- és mangántalanító berendezés. A kettős szűrő felső rétege a vas-, az alsó aktivált

szűrőrétege a mangán csapadékot tartja vissza. Mindkét réteg tisztítása ellenáramú öblítéssel történik. Gyakran adagolnak folyamatosan kálium-permanganátot a vízhez az előzőekben bemutatott vas- és mangántalanítók esetében, mivel a levegőztetés oxidációs hatását kiegészíti, és segíti az adszorpciós réteg kialakulását a szűrőhomok szemcsék felületén. **Folyamatos kálium-permanganát adagolás** esetén nincs szükség a már egyszer bedolgozott mangándioxidos szűrőréteg regenerálására, mivel ezt a vegyszer folyamatosan végzi.

- A „**Fermasicc**” vas- és mangántalanítónál a vizet a szűrőtartályban lévő durvaszemcsés szűrőanyagra permetezik, de azt nem árasztják el teljesen vízzel, miközben az oxidációs levegőt is adagolják. A berendezés üzemelése egyszerű, ugyanis nem kell rendszeresen visszaöblíteni, illetve regenerálni. A karbantartás során 1-2 évente a szűrőhomok réteg felső részét kell csak kicserélni.

A „Fermanic” eljárás hátránya, hogy 3 g/m^3 -t meghaladó oldott vas- és mangánkoncentráció esetén nem tömörödik be a szűrőrétegbe a kivált iszap, ezért néhány hetenként a visszaöblítést el kell végezni. A berendezésben elszaporodhatnak a mikroorganizmusok is, melyek eltömődést okozhatnak. A jelenség ellen időszakos klórozással lehet védekezni, de az is előfordulhat, hogy rendszeres levegő-, víz visszaöblítést is kell alkalmazni néhány naponként.

10.2. Elektrokémiai módszer az ivóvíztisztításban

Az elektrokatalizátor filmek gyakorlati jelentősége az, hogy adott áramsűrűség kisebb potenciál (amely a gyakorlatban általában kisebb túlfeszültséget is jelent) mellett érhető el, így a fajlagos költségek csökkenthetők. Az elektrokatalizátor filmek ipari alkalmazása a klórkáli elektrolízisnél használt úgynevezett mérettartó anódok (**DSA - Dimensionally Stable Anode**) bevezetésével kezdődött. A titánlemez-hordozón néhány mikron vastagságban kialakított $\text{RuO}_2/\text{TiO}_2$ – összetételű vegyesoxid bevonatot az elektrokémiai ipar máig legfontosabb területén, a klórgyártásban anódként alkalmazzák, kiváltva ezzel a hagyományos higanykatódos technológiát. Az elektrokatalizátor fejlesztés fő célja olyan elektród kompozitok kifejlesztése, melyek segítségével a katód és az anód közötti potenciálkülönbség a lehető legközelebb van a termodinamikailag számított értékhez (ez a gyakorlatban a túlfeszültségek minimalizálását jelenti), illetve amelyek segítségével a mellék- és parazita reakciókra vonatkozóan a szelektivitás növelhető. A gyakorlatban használható elektród bevonatoknak rendkívül szigorú technológiai követelményeknek kell megfelelniük. Az elektrokatalitikus aktivitás mellett jó elektromos vezetőképességgel, mechanikai stabilitással, korrózióállósággal és megfelelő élettartammal kell rendelkezniük. A jelenleg alkalmazott bevonatok kétkomponensű rendszerek (szilárd oldatok). A katalitikus aktivitású és elektromosan vezető komponens a RuO_2 és az IrO_2 . Stabilizáló oxidként TiO_2 -ot, Ta_2O_5 -ot, ZrO_2 -ot, vagy SnO_2 -ot alkalmaznak. Az élettartam, a szelektivitás növelése és az előállítási költségek csökkentése céljából az utóbbi időben háromkomponensű rendszerek fejlesztése került előtérbe.

A klór előállítás mellett a DSA-anódok egyre nagyobb szerepet kapnak az ivóvíztisztításban, a szennyvízkezelésben és a sterilizálásban is. Az ivóvíz hagyományos klórozása számos kellemetlen mellékhatással jár (pl. szag és íz), s az alternatív módszerek (ózonos kezelés, ultrahelyes besugárzás) sem teljes értékűek.

Az elektrokémiai vízfertőtlenítő módszerek két változata ismeretes:

A **direkt elektrolizáló cellák** közvetlen érintkezést tesznek lehetővé a tisztítandó vízzel. Az **indirekt működésű vegyes oxidálószer generátorok** tömény sóoldatból úgynevezett anolit-ot állítanak elő, amely szabad klórt, hipokloritot, klór-dioxidot, hidrogén-peroxidot és egyéb, rövid élettartalmú gyököket tartalmazó erős oxidálószerkelegye. Az ivóvíz fertőtlenítése szempontjából a bomlékony klór dioxidnak kitüntetett szerepe van, mivel a hipokloritnál hatékonyabb és a csővezetékek falán megtapadó biofilmet is eltávolítja. További előnyt jelent,

hogy a semleges anolitban nem keletkeznek olyan termékek, amelyek a vízben lévő szerves anyagokból toxikus vegyületeket képeznek. Az elektrokémiai vízfertőtlenítésre kidolgozott technológiai megoldások egy része a gyakorlatban is gazdaságosan alkalmazható. A módszer előnye, hogy környezetkímélő (az alkalmazott tiszta” reagens az elektron) és a bakteriálisan nehezen lebontható anyagokra is alkalmazható. A gyakorlatban részleges lebontás (toxicitás csökkentés), illetve teljes (szén-dioxidig végbemenő) lebontás lehetséges. Az alkalmazott módszerek két csoportba sorolhatók: közvetlen oxidáció az anódon, illetve közvetett oxidáció anódosan előállított oxidáló szerekkel (klór, hipoklorit, klór-dioxid, peroxidok, peroxidiszulfát, Fenton reagens). Az elektrokémiai úton sterilizált víz orvosi és egyéb biológiai célokra is felhasználható. A mikroorganizmusok elpusztítása szempontjából az anolitos vízkezelés határfoka a hagyományos klórozás és az ózonos kezelés között van. A módszer alkalmazható az élelmiszeriparban is zöldségek, gyümölcsök sterilizálására, gabonafélék esetében a gombabetegségek (pl. mikotoxinos fertőzések) kezelésére. A felület fertőtlenítésére 0.4-2% közötti hipoklorit koncentráció esetén kb. 2 perc elegendő.

11. Biológiai szerves anyag eltávolítás az ivóvíz előkészítésnél

Ivóvíztelepi lassúszűrő – főként szerves anyag eltávolítás

A lassúszűrőben a szűrési sebesség 0,1-0,3m/h nagyságrendű a nyersvíz minőségétől függően. A tisztítási mechanizmus jelentős részét a biológiai folyamatok képezik: a vízben lévő szerves anyagokat a baktériumok bontják le. A felső 1-2 cm vastag eltömődött, biológiailag aktív réteget (úgynevezett Schmutzdecke-t) időszakonként el kell távolítani.

Talajvízdúsítás

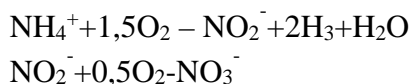
A lassúszűrővel azonos technológiai cél elérésére alkalmazzák a talajvízdúsítást, amikor természetes szűrőréteget használnak és a felszíni vizeket a talajba szivároztatják. Ezzel a módszerrel nem csupán tisztítást érnek el, hanem a talajvízkészlet növelését is.

BAC (Biological Activated Carbon) – főként szerves anyag eltávolítás

A szerves anyag jellegétől és mennyiségétől függően megfigyelték, hogy az ózonizálást követő aktív szénen nem csak adszorpció játszódik le, hanem (nagy mennyiségű tápanyag jelenléte miatt) biológiai folyamatok is végbemennek. Amennyiben az aktív szén, mint biológiai rendszer is működik, BAC-nak (Biological Activated Carbon), azaz biológiailag aktivált szénnek nevezik.

Biológiai ammóniumeltávolítás

Ha a víz jelentős ammóniumtartalommal rendelkezik, akkor a víztisztító telepen nitrifikációs folyamatok játszódhatnak le, amelyek az ivóvíz ammóniumtartalmát csökkentik. A nitrifikáció kétlépcsős folyamat: az első az ammónium oxidálása nitritté a Nitrosomonas baktériumok által, míg a második a nitrit oxidálása nitráttá a Nitrobacter baktériumok által.



A nitrifikáció általában a szűrőkön megtelepedő nitrifikáló baktériumok tevékenysége következtében játszódik le. A nitrifikáció végbemeneteléhez szükség van elegendő mennyiségű oxigénre, azonban számos más tényező jelenléte/hiánya is gátolhatja/elősegítheti a nitrifikáció végbemenetelét. Ezen tényezők a megfelelő pH, megfelelő hőmérséklet, a biológiai folyamatokat gátló anyagok (pl. fertőtlenítőszer) hiánya vagy jelenléte csupán alacsony koncentrációban, bizonyos tápanyagok jelenléte, stb. A nitrifikáció lejátszódásához enyhén lúgos közeg szükséges, az optimális pH 7 és 8,5 közötti. Télen a nitrifikáció határfoka romlik, ugyanis a lejátszódásához megfelelő hőmérséklet is szükséges.

A módszer hátránya, hogy a nitrifikáció szabályozására egyelőre még nem megoldott, általában spontán módon következik be az ivóvíztisztító telep szűrőin. Problémát okozhat ha a Nitrosomonas életfeltételei jók, azonban a Nitrobacter mikroorganizmusoké nem megfelelő, ekkor ugyanis a kezelt vízben nitrit (NO_2^-) halmozódhat fel, ami közvetlen egészségügyi kockázatot jelent.

Mikrobiológiai oxidáció

Biztosítani kell a nitrifikáló mikroorganizmusok megfelelő életfeltételeit

- Nitrosomonas
- Nitrobacter

Ehhez megfelelő pH, hőmérséklet, oldott oxigén koncentráció, Fix ágyas vagy fluid ágyas rendszer kell biztosítani.

Előnyök: Nincs melléktermék, Nem kell vegyszereket adagolni, Biológiai rendszert alkalmazunk, Költségkímélő eljárás

Hátrányok: A folyamat nem szabályozható, Nem megoldott az on-line monitoring, Semmi sem garantálja, hogy a nitrifikációs folyamat nem reked meg a nitrit képződésnél, Nincs a kezünkben megfelelő ellenőrzési és vezérlési módszer.

Biológiai folyamatok a vízelosztó hálózatban (másodlagos szennyezések)

A hálózatban lejátszódó mikrobiológiai tevékenységek visszaszorítása érdekében az ivóvíztisztító telep technológiájának korszerűsítése a következő lépésekből áll:

- a telepet elhagyó részecskék számának minimalizálása,
- a telepet elhagyó víz partikulált, kolloid, illetve oldott vas-, mangán- illetve alumíniumvegyületek mennyiségének minimalizálása (hiszen felületükön mikroorganizmusok tapadhatnak meg),
- a biológiailag hozzáférhető szervesanyag tartalom minimalizálása (mivel azok a mikroorganizmusok táplálékul szolgálhatnak),
- az elosztóhálózat anyagának figyelembe vételével a telepet elhagyó víz korróziós potenciáljának csökkentése (a vezeték korróziójának visszaszorítása érdekében),
- a maradék fertőtlenítőszer koncentrációját befolyásoló anyagok mennyiségének csökkentése,
- a hálózatban maradó fertőtlenítőszer koncentrációjának meghatározása a helyi viszonyok és hőmérséklet függvényében,
- monitoring rendszer kiépítése a vízelosztó hálózaton

Gyakori szerves vegyületek a felszíni vizekben és talajvízben

| Típus | Vegyület |
|------------------------------------|--|
| szénhidrogének | ciklohexán, hexadekán, benzinszénhidrogének; benzol, toluol, sztirol, benz[a]pirén, krizén, naftalén |
| halogénezett szénhidrogének | kloroform, vinil-klorid, tetraklór-etén, hexaklór-ciklohexán, hexaklór-benzol, poliklórozott bifenilek |
| poliklór-dibenzo-dioxinok | 2,3,7,8-tetraklór-dibenzo-dioxin |
| szerves foszforvegyületek | tributil-foszfát |
| szerves nitrogénvegyületek | akril-amid, akrilnitril, o-nitro-toluol |
| fémorganikus vegyületek | metil-higany-klorid |
| szerves kénvegyületek | metil-merkaptán |
| tenzidek | alkil-benzol-szulfonsavak |
| alkoholok, éterek | 2-etil-hexanol, difenil-éter |
| aldehidek, ketonok, savak | formaldehid, aceton, benzoosav |
| fenolok | fenol, krezol |
| természetes anyagok | szénhidrátok, zsírok, aminosavak, fehérjék |

12. Korszerű vízlágyító eljárások – ioncsere és fordított ozmosis

A víz lágyítására minden olyan esetben szükség van, ahol gőztermelés történik. De ezt igénylik bizonyos technológiai folyamatok is (pl. gyógyszergyártás).

A víz lágyításának két lapvető módszere van:

- 1) a keménységet okozó sok eltávolítása termikus, vegyszeres vagy ioncserélő úton (az első két módszert együttesen csapadékos lágyításnak is nevezzük).
- 2) a keménységet okozó sók kiválásának megakadályozása vegyszerekkel

Termikus vízlágyítás:

A legegyszerűbb csapadékképző módszer. A vízben lévő hidrogén-karbonátok melegítés hatására karbonátokká és CO₂-dá alakulnak. A rosszul oldódó karbonátok kicsapodnak.

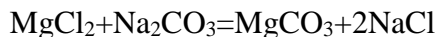
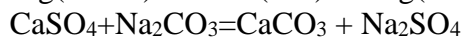
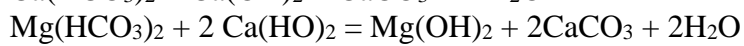
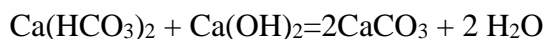


Teljes eltávolítás csak karbonát keménység mellett lehetséges.

Vegyszeres eljárások

A mész-szódás klasszikus eljárás (1-3NK°) és a trinátrium-foszfátos (trisós) eljárás (0,1-0,2NK°)

Mész-szódás eljárás: Ca(OH)₂-dal és Na₂CO₃-tal dolgozik. A mész a karbonát (változó) keménységét a szóda a nemkarbonát (állandó) keménységét távolítja el.



A MgCO₃ kissé oldódik vízben, de a Ca(OH)₂-dal Mg(OH)₂-dá és CaCO₃-tá alakul és ezek oldékonysága lényegesen kisebb. Enyhe melegítés kedvez a reakcióknak. A meszet 2-4%-os mésztej vagy telített mészvíz a szódát 5-10 %-os oldat formájában adagolják a vízhez. A vegyszereket és a nyersvizet egy kónuszos aljú reaktorban jól összekeverik. A csapadék a reaktor alján összegyűlik.

A reaktor tetején elfolyik a lágyított víz, melyet a csapadéknomoktól kavicsszűrőn megsűrnek. E módszerrel 1-3NK°-ig lehet lágyítani a vizet, egy 25 bar nyomáson működő kazán viszont 0,2 NK°-nál lágyabb vizet igényel. Jobb hatásfokú a trisós eljárás, ezzel 0,1-0,2 NK° is elérhető. Ez a reagens reagál valamennyi keménységet okozó sóval, de sajnos elég drága. pl.



A víz NaHCO₃ képződése miatt lúgosodik, könnyen habzik, ez problémát okoz.

A keletkezett foszfátok vízben oldhatatlanok. A hőmérséklet emelése ezeknek a reakcióknak is kedvez.

A trisós eljárást gyakran a mész-szódás eljárással összekapcsolva az után alkalmazzák. A csapadékos eljárásoknak az említetteken kívül más előnyös hatásuk is van. A mész pl. eltávolítja a szabad CO₂-t a kiváló csapadék magával ragadja a lebegő szennyezéseket a vas és szilikátvegyületeket, sőt a szerves anyagok jórészét is.

Ioncserével

A csapadékos eljárásokkal teljesen keménységmentes vizet nem lehet előállítani. Teljes lágyítás kb 0 NK° csak ioncserével valósítható meg.

0,1NK° -nál lágyabb vizek előállítása ioncserével valósítható meg. Erre a célra kezdetben Na-Al hidroszilikát alapú természetes ioncserélőket használtak (zeolitok), később ezeket mesterségesen állították elő (ezek az úgynevezett permutitok)

Na₂-Permutit + CaCl₂ odavissza nyíl Ca-permutit+ 2NaCl (de lehet Mg só is)

Ezek az ioncserélők tehát Na-ra cserélik ki a Ca és Mg ionokat, a vízben Na só marad s ez rendszerint nem zavar, keménység tulajdonképpen 0-ra csökkenthető.

Ma már főleg műgyantákat használnak ioncserélőnek.

A vízelőkészítésben használt kationcserélők szulfo-, vagy karboxil-csoportot, az anioncserélők amino-csoportot tartalmaznak. A műgyanta váza sztirol-divinil-benzol kopolimer.

Az ioncsere megfordítható folyamat, az ioncserélő anyagok adott esetben regenerálhatók és ismét felhasználhatóak. A 0,3-1,2 mm szemcsenagyságú ioncserélő gyantát hengeres álló tartályban rendszerint kavicsrétegre helyezik. A vizet felülről vezetik a rétegre és ott adott tartózkodási időt alakítanak be. Ha az elfolyó vízben megjelennek a keménységet okozó sók, a gyantát regenerálni kell.

A vízlágyítás másik módja a keménységet okozó sók kiválásának megakadályozása. Ezt vegyszeres úton lehet megoldani.

Ilyenkor a vízhez polifoszfátokat, nátrium-meta-foszfátot, nátrium-hexameta-foszfátot adagolnak. Ezek a Ca- és Mg kationokkal vízben tökéletesen oldódó komplex vegyületeket adnak pl. Na₂(Ca(PO₃)₄).

13. UV fertőtlenítés elmélete és gyakorlata az ivóvízelőkészítésben

Az UV fertőtlenítés története 1877 a napfény csírátlanító hatása, 1910 Marseilles az UV első üzemi alkalmazása ivóvíz fertőtlenítés céljára.

Meghatározott hullámhossz tartományban az ultraibolya sugárzás (100-400 nm) erős fertőtlenítő hatással rendelkezik. Ez a típusú fertőtlenítés nem kémiai, hanem fizikai úton hatástalanítja a mikroorganizmusokat. Az UV fényt a sejtek DNS-e nyeli el, miáltal a DNS-ben egyes bázispárok közötti kötések módosulnak. A fertőtlenítés szempontjából legjelentősebb a timin nukleotidok dimerizációja. A kialakult timin dimerek ugyanis megakadályozzák a DNS-szal olvasását, ezáltal a DNS replikációja megakad, a sejtosztódás megáll. A fertőtlenítés hatékonysága nem függ a kezelésre kerülő víz pH értékétől. Az UV sugárzással történő fertőtlenítés során nem képződnek egészségre ártalmas melléktermékek, a kezelés hatékonyságát az ammónium, vagy egyéb ionok jelenléte nem befolyásolja.

Az ultraibolya sugárzás azonban csak néhány centiméteres vízrétegben tudja fertőtlenítő hatását a kívánt mértékben kifejteni. A sugárzás fertőtlenítő hatását csak a sugárzás időtartama alatt tudja kifejteni, a hálózatbeli mikroorganizmus-elszaporodást nem tudja megakadályozni. Ezért az ózonhoz és a klóraminhoz hasonlóan vezetékes ivóvíz-ellátásban fertőtlenítőszerként csak más anyagokkal kombinálva alkalmazható. Az UV fertőtlenítés a vízhozamtól függően zárt vagy nyitott rendszerben történhet. Összefoglalva az UV fertőtlenítés előnye:

- fizikai úton hatástalanítja a mikroorganizmusokat
- egészségre ártalmas fertőtlenítés melléktermékek nem keletkeznek
- rövid kontakt idő

Hátránya:

- maradék fertőtlenítőszer hiánya
- vízminőség hatása a fertőtlenítés hatékonyságára (vas, magnézium, kalcium lerakódás, biofilm képződés, fényelnyelés, részecskék hatása)

13.1. Fertőtlenítés és vezetékes vízellátás

Mindenféle alapanyagból előállított víz esetében az utólagos klórozás (klórdioxid) biztonsági okokból válhat szükségessé. Az oxigént is szállító vízvezeték rendszerben az gátolja a mikroorganizmusok szaporodását, s ezáltal esetleges szennyezőanyag termelését, vagy annak a fertőző hatását. Minden lakossági vízellátó rendszerhez szükségszerűen tartozik egy megfelelő méretű víztároló rendszer is, elsősorban a fogyasztás egyenetlenségeinek a kompenzálására. A biztonsági fertőtlenítés ennek az egészséges állapotát is biztosítani hivatott. Az ilyen klórozás 0,2-0-5 mg/l szabad klórtartalmat jelenthet annak a bekeverési pontján. Sajnos az ivóvízben sem a maradék klór, sem annak a szerves anyagokkal képzett reakciótermékei nem egészségesek. Ennek az eltávolítására azonban már csak a fogyasztás helyén van lehetőség, ami nem a vízellátó, hanem a fogyasztó feladatát képezi. Erre az ivóvíz szolgáltatójának a garanciális kötelezettségei már nem terjednek ki (Kárpáti, 1998).

A lakosság ennek megfelelően a részére szolgáltatott ivóvizet (pontosabban annak a közvetlen fogyasztásra, főzésre használt részét) különböző előkezeléseknek vetheti alá a fogyasztást megelőzően. Lehet ez a lebegőanyagok szűrése (vezetékiszap kihordásának a vízből történő eltávolítására), cinkötvözettel történő deklórozás, aktív szerves anyag adszorpció, de lehet akár sómentesítés is fordított ozmózissal (és visszasózás az egészségre kedvezőbb sótartalom beállítására érdekében). A forgalmazók nagyon sok ilyen házi víztisztító berendezést reklámoznak, ami elektronikusan elérhető, ezért nincs értelme egyik típusuk bemutatásának sem.

Ezek a berendezések nem jelentenek egyértelműen nagyobb biztonságot a fogyasztó részére, hiszen a vízben levő mikroorganizmusokat csak a membránok szűrik ki egyértelműen. Azok sem ölik azonban ki azokat a vízből. Megtelepedve az egyszerűbb szűrőkön könnyen elképzelhető időszakos átjutásuk, vagy a membránoknál a lebontási termékeikkel történő továbbszennyezés. Ilyen értelemben akár bakteriális szennyezők is lehetnek. Használatuk ezért erősen megfontolandó, hiszen működésük ellenőrzésére a fogyasztónak nincs módja. Az ellenőrzés a gyártó által javasolt kezelt vízmennyiséget követő szűrőcserével, membrántisztítással lehetséges csupán. Mivel ez költség, a felhasználó hajlamos lehet megfélekedezni arról, így tulajdonképpen nem hasznot, hanem kárt okoz magának. Az RO berendezés gyakorlatilag sótalaítást is végez, ami egyáltalán nem jelent előnyt a felhasználónak. A gyártók, forgalmazók ezért rendszerint a visszasózásra további költséggel is terhelik a felhasználót.

Gyakran alkalmazott az ivó és főzővízen túli vizek lágyítása is megfelelő vegyszerekkel (trisó, stb.), speciális mágneses és elektromos vízkezelő berendezésekkel. Az utóbbiak napjainkban féttiszított változatai az egészségvédelemben, gyógyászatban is felhasználásra kerülnek.

14. Vízelosztás, diagnosztika és a meghibásodások gyors javítási lehetőségei

Magyarországon valamennyi településen van közműves ivóvíz ellátás. A lakosság 95%-ka használ vezetékes ivóvizet. A fennmaradó 5% egyedi vízellátással jut ivóvízhez. Magyarországon a vízdíjak emelkedésével a vízhasználat lecsökkent az utóbbi években. A 2011-es adatok szerint ez átlagosan 100-110 liter/fő/nap körüli Magyarországon, de az egyes területek között jelentős eltérés lehet. A szomszédos Ausztriában 150 liter/fő/nap, míg Svájcban 250 liter/fő/nap a vízfogyasztás.

A vizet a fogyasztókhoz vezetékhálózaton juttatják el, amely egy víznyerő helyből és a hozzácsatlakozó vízműtelepből valamint egy tározóból áll. A két létesítményt egy nagy átmérőjű fővezeték köti össze. A rendszert a fővezetékől leágazó különböző átmérőjű csőhálózat teszi teljessé. A víz útját (irányát) távirányítással lehet szabályozni. A megtisztított vizet először nagy medencékbe vezetik, ahol összegyűjtik. Így mindenhol egységesen lehet elosztani a vizet, illetve tartalékolni lehet a száraz időszakokra valamint azokra az esetekre, amikor a termelésben valamilyen fennakadás történne. Innen kerül az elosztóhálózaton a végleges rendeltetési helyére, a fogyasztókhoz.

A ma ismert módszerek közül a legköltséghatékonyabb és legbiztonságosabb eljárás annak érdekében, hogy biztosak legyünk a szolgáltatott ivóvíz megfelelőségében, ha kockázat alapon elemezzük a szolgáltatást, majd a legjellemzőbb paraméterek folyamatos ellenőrzését, monitoringját végezzük. Nagyon fontos, hogy a kockázat elemzésnek teljes körűnek kell lennie, és a teljes rendszert le kell fednie a vízbázistól a fogyasztóig.

14.1. Vízbiztonsági terv

A vízbiztonsági terv (VBT) célja, hogy veszélykezelési és kockázatcsökkentési módszert biztosítson az ivóvízszolgáltatók részére. Vízbiztonsági rendszer működtetése elsősorban a közegészségügyi kockázatok csökkentését célozza, és a napi üzemeltetési körülményeken túl kiterjed a rendkívüli események kezelésére is.

A vízbiztonsági terv célszerűen a WHO vonatkozó irányelvei alapján készül, és kiterjed a vízellátó rendszer egészére - így a víztermelés, víztisztítás és vízelosztás alrendszerekre egyaránt. Így a rendszer lehetőséget biztosít a vízellátás feladatainak dokumentált módon, integrált szemlélettel történő ellátására, a szolgáltatás minőségének folyamatos javítására.

Kötelezettségek:

A 65/2009. (III. 31.) Korm. rendelet szerint: Az 1000 m³/nap-nál nagyobb kapacitású vagy 5000 főt meghaladó állandó népességet ellátó vízellátó rendszerek vízbiztonság-irányítási rendszerét ivóvízbiztonsági tervben kell rögzítenie az üzemeltetőnek.

Üzemeltetési előnyök

A vízbiztonsági terv célja a vízszolgáltatás kockázatainak csökkentése, a szolgáltatási biztonság javítása. A vízminőségi eredményeken felül a vízbiztonsági terv nyilvánosan demonstrálja az egészség érdekében tett lépéseket, ami a szolgáltató megítélésének javítását eredményezi.

14.2. Vízbiztonsági rendszer létesítésének fő elemei

- A vízellátó rendszer elemzése

A vízellátó rendszer minden egyes pontján azonosítani kell a lehetséges veszélyeket (legegyszerűbb a víz útját követve) az ezekből adódó kockázatokat és súlyosságukat, hozzájuk kell rendelni a megfelelő kontrollméréseket, hogy biztosítva legyen az ivóvíz biztonsága a fogyasztó egészségének védelme, a jogi és egyéb követelményeknek való megfelelés.

- Veszélyelemzés, kockázatértékelés

Veszély: Minden olyan fizikai, kémiai, mikrobiológiai összetevő, mely egészségkárosító illetve minőségrontó potenciállal rendelkezik.

Kockázat: Az azonosított veszély okozta valószínűsíthető kár.

Kockázat-értékelés: Az azonosított veszélyekből adódó kockázatok súlyosságának és a bekövetkezésük gyakoriságának értékelése, egészséghatás szempontú rangsorolás.

- Felügyeleti módszerek meghatározása
- Üzemeltetési határértékek meghatározása
- Monitoring

Megfelelő és kellő gyakoriságú ellenőrző mérések elvégzése a rendszer-értékelése alapján meghatározott pontokon, biztosítva, hogy bármely működési vagy egyéb zavar azonnal detektálható, felismerhető legyen.

- Preventív tevékenységek meghatározása
- Korrekciós intézkedések meghatározása
- Vészhelyzeti intézkedések bevezetése
- Feljegyzéskezelés kialakítása
- Kockázatsökkentést eredményező működtetés kialakítása
- A rendszer értékelése
- A 65/2009. (III. 31.) Korm. rendelet szerinti OTH jóváhagyó határozat megszerzése

Az ivóvíz-biztonsági rendszer kiépítéséhez feltétlenül szükséges, hogy ismerettel rendelkezünk:

- A vízellátó rendszer minden egyes elemének, illetve a szolgáltatott víz minőségére gyakorolt hatásának tökéletes ismerete, különösen a szolgáltatott ivóvízre vonatkozóan követelmények, a fogyasztó egészségét befolyásoló kockázatok megítélésnek szempontjából.
- Lehetőség szerint az összes ismert veszély, illetve az ezekből adódó kockázat összegyűjtése, értékelése a vízellátó rendszerben.
- Pontos, ésszerű, egyértelműen meghatározott kontroll mérések minden egyes azonosított veszély ellenőrzésére.
- A rendszer folyamatos fejlesztése a kontroll mérések mindennapi rutin vizsgálatok közé történő beépítésével, illetve azok módosításával, amennyiben nem érik el a kívánt célt.
- A monitoring rendszer értékelése, megerősítése abból a szempontból, hogy alkalmas-e követni lehet-e vele az ivóvíz-biztonsági tervrendszerrel elvárt teljesítményt
- Független személlyel vagy szervezettel elvégzett felülvizsgálat, annak igazolására, hogy az ivóvíz-biztonsági tervrendszer a megfelelő módon lett-e felépítve, biztosítja-e a szolgáltatott víz biztonságosságát, továbbá, hogy megfelel-e az egészségügyi, illetve egyéb követelményeknek.

14.3. Veszélyelemzés-kockázatértékelés

A veszélyelemzésben a WHO ajánlás szerinti kétdimenziós kockázatértékelő módszert kell alkalmazni: a kockázat mértékét az előfordulás valószínűségének és a következmény súlyosságának szorzata határozza meg. A vízbiztonsági rendszer üzemeltetése során meg kell valósítani a vízellátó rendszerrel kapcsolatos veszélyek kockázatainak fokozatos csökkentését. A kockázatsökkentést a rendszer működtetésébe beépített visszacsatolási eljárásokkal, valamint többszintű rendszerauditálással lehet elérni.

14.4. Vízbiztonsági terv fejezetei

Víznyerő hely, nyersvíz-források védelme

1.1. Rendszerleírása

1.1.1. Víznyerő terület

1.1.2. Felszíni víz

1.1.3. Felszín alatti víz

Veszélyek azonosítása

Kockázatértékelés

Beavatkozás, ellenőrző pontok

Értékelés, ellenőrző mérések

Vízkezelés

Rendszer leírása

Veszélyek azonosítása

Kockázatértékelés

Beavatkozás, ellenőrző pontok

Értékelés, ellenőrző mérések

Elosztóhálózat

Rendszer leírása

Veszélyek azonosítása

Kockázatértékelés

Beavatkozás, ellenőrző pontok

Értékelés, ellenőrző mérések

Fogyasztói pontok

Vízellátó rendszer leírása a felhasználási pontokon a fogyasztói csapig

Veszélyek azonosítása

Kockázatértékelés

Beavatkozás, ellenőrző pontok

Értékelés, ellenőrző mérések

ESETTANULMÁNY

Vízminőség javító programok és azok eredményei a Bakonykarszt Zrt. üzemeltetési területén.

A Bakonykarszt Zrt. Veszprém megye meghatározó víziközmű szolgáltatójaként 121 településen üzemeltet ivóvízhálózatot, 71 településen szennyvízcsatornát.

Üzemeltetési területükhöz 103db vízbeszerző létesítmény tartozik.

A vízbázisok 82%-ka kiváló minőségű karsztvíz, amely vízbázisokból közvetlenül az ivóvízhálózatra juttatja a vizet.

Víz keménység szempontjából 2 településen (Noszlop és Devecser a víz keménysége meghaladja a 350mg/l CaO határértéket.

Noszlop:360-390 mg/l CaO; Devecser 355mg/l CaO

Vas és mangántalanító berendezések a Bakonykarszt Zrt. területén. (17 településen; vastalanító típusa: Fermasicc; Culligan; Komprad;Vitaqua; Fermago)

A területen a következő vízminőségi problémákat kell megoldani: vas, mangán, ammónia (12 település érintett) a 65/2009 (III.31) Korm. rendeletben határérték feletti összetevővel szerepel.

Megoldás: vas, mangán, ammónia mentesítő technológia kiépítése

- nitrát (2 település)- Nagyobb vízellátó rendszerre való rákötés
- arzén (1 település) – Nagyobb vízellátó rendszerre való rákötés
- fluorid (4 település)- Másik vízbázisra való átállás. Új vízbázis és/vagy új víztisztító mű létesítése

Határérték feletti nitrit tartalom miatt üzemeltetési területükön 7 települési önkormányzat kötelezett csecsemővíz ellátására. A vízminőségi probléma végeleges megoldásáig a csecsemővíz ellátásához a Bakonykarszt Zrt. az érintett településekhez legközelebb eső határértéknek megfelelő ivóvizet szolgáltató telephelyein biztosítja a vízvételzési lehetőséget. Állami beruházás keretében 2 településen (7,3 m³/h és egy 5 m³/h kapacitású) biológiai vas mangán és ammónia mentesítő technológiát építettek ki.

Egy településen 10m³/h kémiai vas, ammónia mentesítő technológia valósult meg, Culligan technológia kiépítésével. 130m³/d vas-mangántalanító valamint ammónia mentesítő berendezés technológiai elvi sémája, Vízkivétel: mélyfúrású kútból

Q=6,67m³/h

Fe=0,75 mg/l

Mn²⁺=0,08 mg/l

NH₄⁺=1,17mg/l

Légtelítő/légváltó gység

Nitrifikáló tartály 2 db 2*0,5m

UV csírátlanító egység 700J/m²

Biztonsági homokszűrő 1 db 700 mm

NaOCl (vegyszeradagolás)

Víztározó medence (udvari) 1 db 100m³

Nyomásfokozó szivattyúk (2 db)

Víztározó medence (magaslati) 2 db 2*100m³