

Biológiailag tisztított szennyvizek újra hasznosítása terciér vízkezelési technológiával

Borsos Krisztina, Dr. Lakner Gábor, Dr. Rácz Gábor

Sok vizünk van-e vagy kevés?

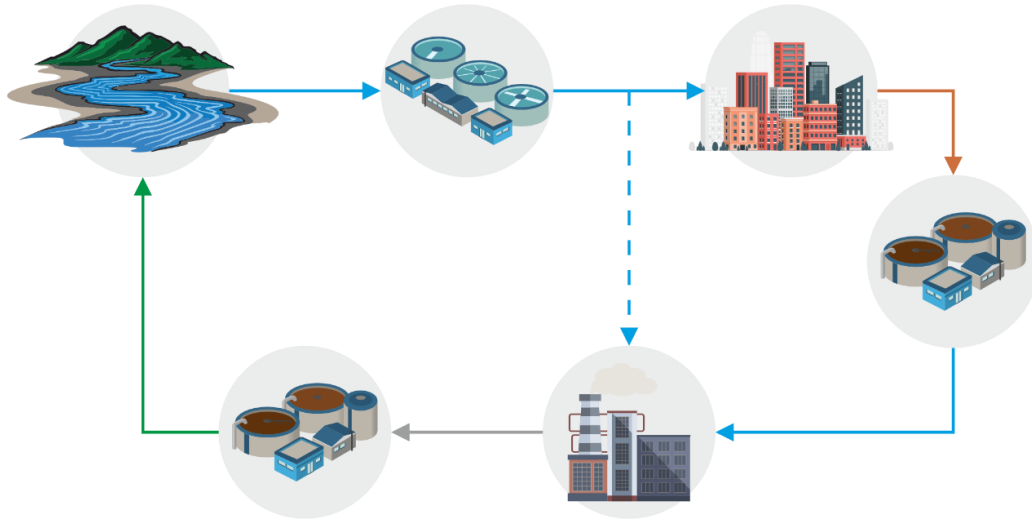
Az összes rendelkezésünkre álló vízkészletünk jelentősnek mondható, mert a környező országokból a víz a Kárpát-medencébe folyik össze, viszont a megújuló vízkészletünk, amely az ország területére hulló csapadékból táplálkozik igencsak szegényes. Mindezek mellett a nettó vízmérlegünk negatív, azaz több vizet engedünk el, mint amennyi az ország területére bejut. Ez azt jelenti, hogy jelentős mértékben fogyasztjuk a lassan megújuló rétegvizeinket, ugyanakkor nem tartjuk vissza a lehulló csapadékvizeket, valamint a folyókon beérkező árhullámokat sem. Évente több, mint három Balaton mennyiségű édesvizet engedünk ki az országból elsősorban a Duna vízrendszerén keresztül. Tesszük mindezt annak ellenére, hogy jól tudjuk folyóvizeink mennyisége és minősége 95%-ban szomszédaink jóindulatától függ. Az éves csapadék 90%-a nagyjából 70 nap alatt esik le, azaz az év majd 300 napján nem esik számottevő eső. A téli csapadék alig hasznosul, mert az élővilág nem veszi fel. Az alföldön a párolgás 800 mm lehetne, de csak 500 mm csapadék hullik. A különbséget elsősorban rétegvízből pótoljuk, másod sorban folyóvízi öntözéssel. E mellett az ipari és lakossági vízellátás nagy része is rétegvízen alapul. A legnagyobb vízigény akkor keletkezik, amikor a legkevesebb a rendelkezésre álló víz (nyári aszályos időszak). Kevés vizet tartunk vissza a városi lebetonozott felületek miatt és az intenzíven szántott, egész évben nem takart mezőgazdasági területeink miatt, pedig a legjobb vízbank maga a talaj lehetne.

A vízhasznosítás mielőbb megvalósítandó gyakorlata (sorba kötött rendszerek)

A jelenlegi súlyosan vízpazarló gyakorlatot meg kell változtatni és ahol mód van rá az ipari folyamatok vízellátását biológiailag tisztított szennyvíz újra hasznosításával célszerű megoldani. Az így sorba kötött rendszerek jelentős vízmegtakarítással járnak védve ezáltal természetes vízkészleteinket. Természetesen a biológiailag tisztított kommunális szennyvíz kisebb-nagyobb mértékű ún. „terciér” kezelést kíván mielőtt az tovább hasznosításra kerül. Öntözővízes és természetes vízpótlási feladatok megoldásához más jellegű tovább kezelésre van szükség, mint az ipari vízellátás esetén. Az ipar vízigényei is különbözőek, eltérő vízminőségekre van szükség iparáganként. Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy az ipari vízellátás jelenleg is az esetek nagy többségében rendelkezik specifikus víztisztító berendezésekkel, melyek kiegészítésekkel ugyan, de tudják kezelni a biológiailag előtisztított kommunális szennyvizet.

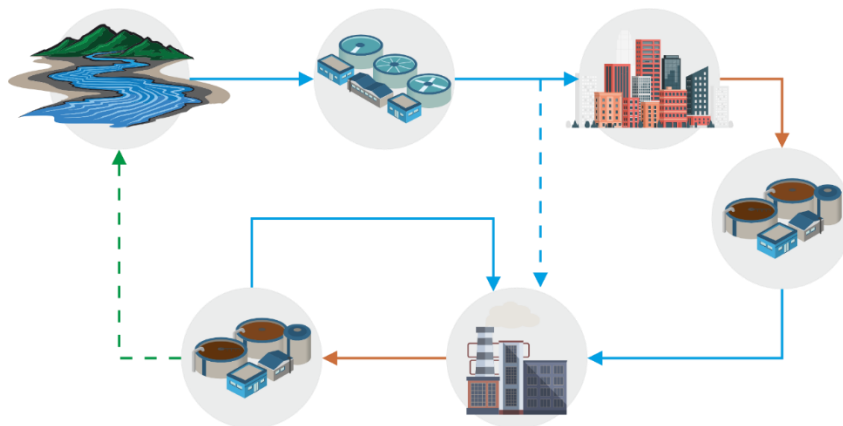
Javaslat rövid távon is már megvalósítható vízfelhasználási gyakorlatra

Ebben a rendszerben természetes eredetű nyersvizet csak a vízművek vételeznek kizárólag lakossági felhasználásra, majd a biológiailag tisztított szennyvizet terciér kezelést követően átadják az ipar számára. Az ipar ezt a saját igényei szerint tovább kezeli és felhasználja, majd tisztítást követően kibocsátja. Mint az ábrán látható, a víz és szennyvíztisztító rendszerek száma nem csökken ebben a kapcsolásban, sőt némileg a terciér kezelési miatt nő is a komplexitás, de a sorba kötött rendszernek köszönhetően jelentősen csökken a nyersvíz kivét a természeti környezetből.



Javaslat hosszabb távon a teljeskörű ipari hulladékvíz visszaforgatására épülő sorba kötött vízfelhasználási gyakorlatra

Ezen gyakorlat az előző rendszer továbbfejlesztéseként értelmezhető. A kommunális vízkezelő rendszerek ipari vízellátással való sorba kötése mellett az ipari szereplők teljes mértékben visszaforgatják hulladékvizüket (ZLD – zero liquid discharge, azaz nulla folyadék kibocsátású rendszereket üzemeltetnek). Ez azt jelenti, hogy az ipar vízfogyasztását kizárólag a párolgási veszteség és a termékbe beépülő veszteség pótlására a kommunális tisztított vízből fedezzük.



Mit értünk biológiailag tisztított kommunális szennyvíz alatt?

Az alábbi táblázat bemutatja a jelenlegi magyar gyakorlat szerinti biológiailag tisztított szennyvizekre vonatkozó legfontosabb vízminőségi értékeket, valamint a mezőgazdaság és az ipar által elfogadható vízminőséget. Az értékek szennyvíztisztítónként erősen változhatnak attól függően, hogy az adott üzem melyik vízminőségi kategóriára tisztít.

Paraméterek	Tisztított szennyvíz	Mezőgazdaság	Ipar
pH	6,5 – 8,8	6,5 – 8,8	6,5 – 8,8
Zavarosság NTU	1 - 30	<30	<200
Összes lebegőanyag mg/l	35 - 200	<50	<100
Kémiai oxigénigény KOI _k mgO ₂ /l	50 - 200	<90	<30
Biokémiai oxigénigény BOI ₅ mgO ₂ /l	15 - 50	<45	<10
Összes nitrogén mg/l	20 - 55	<30	<30
Összes foszfor mg/l	0,7 - 10	<20	<1
SZOE (szerv. old. ext. - zsírok, olajok) mg/l	2 - 10	<0,5	<0,5
Összes sótartalom mg/l	500 - 2000	<450	<1000
Coliform szám CFU/100 ml	10 – 10 ⁷	<200	<200
Aktív klór mg/l	csak ha tesznek bele fertőtlenítés miatt	<1	<1

A táblázat adataiból jól látszik, hogy az ipari és a mezőgazdasági hasznosítás esetén is van egy olyan közös metszet a legtöbb érték tekintetében, ahol gyakorlatilag további kezelésre nincs szükség. A szűk keresztmetszet minden esetben azonban a mikrobiológiai fertőzöttség szintje, valamint a zsírok-olajok koncentrációja. Ezen kívül, esettől függően a szervesanyag tartalom, a lebegőanyag tartalom és az összes sótartalom csökkentése is szükséges lehet. Az említett paraméterek, azaz a lebegőanyag-, szerves anyag tartalom és az olaj-, zsírtartalom csökkentésének, valamint a mikrobiológiai fertőzöttség csökkentésének követelménye nem is feltétlenül a fogyasztói oldalon elsődleges, de a tisztított víz, mint alapanyag szállítása, illetve kezelhetősége szempontjából is mindenképpen figyelembe veendő követelmény. A sótartalom és egyes elemek koncentrációjának csökkentésének igénye esetről esetre változhat.

Biológiailag tisztított kommunális szennyvizek lehetséges hasznosítási módjai

A biológiailag tisztított kommunális szennyvizek esetében az alábbi hasznosítási módokra van példa a világban:

1. Mezőgazdasági hasznosítás öntözővízként, ökológiai célú vízpótlás vizes területek rehabilitációjához.
2. Ipari hasznosítás tápvízként (elsősorban energetika, vegyi és petrokémiai ipar)
3. Ivóvíz célú hasznosítás

Az első két pont reális alternatíva Magyarországon és komoly környezeti, gazdasági nyereséggel jár, a harmadik pont a világ egyes nagy vízhiánnyal küzdő területein sokszor az egyetlen alternatíva, ilyen hely például Namíbia fővárosa Windhoek, valamint Szingapúr is.

Mezőgazdasági hasznosíthatóság öntözővízként, ökológiai célú vízpótlás

A biológiailag tisztított kommunális szennyvíz mezőgazdasági hasznosításán alapvetően az öntözési hasznosítást értjük, elsősorban szántóföldi kultúrák, esetleg gyümölcsös, szőlő esetében. A tisztított szennyvíz maradék tápanyag tartalma (szerves anyag, nitrogén, foszfor, egyes nyomelemek) támogatja a növénykultúrák tápanyagellátását csökkentve a műtrágya szükségletet. Ökológiai vízpótlás esetén szükség lehet az egyes tápanyagok szintjének további csökkentésére. Természetesen a korábban elmondottak alapján a vezetékek és öntöző műtárgyak eltömődésének megelőzésére szükséges a lebegőanyag, SZOE és szervesanyag tartalom csökkentése, valamint a mikrobiológiai fertőzésveszély elkerülése miatt a csíraszám csökkentés. A növénykultúrák az aktív klórtartalmat nem viselik el ezért itt a hagyományos hipós, klórgázos fertőtlenítés nem jöhet szóba. Speciális igény lehet a Na-sótartalom csökkentése a szikesedés elkerülése érdekében, valamint a kommunális szennyvizeknél nem jellemző esetlegesen előforduló nehézfém-tartalom csökkentése. Ezen feladatok megoldására harmadlagos kezelésként komplex membrántechnika használható.

Esettanulmány – Kommunális biológiailag tisztított szennyvíz kombinált membrántechnológiai tisztítása öntözővíz céljából Párosz-szigetén.

A helyi szennyvízkezelő telep összegyűjtött biológiailag tisztított szennyvize került tovább kezelésre a Hidrofilt Kft. által tervezett és legyártott ultraszűrésen alapuló kombinált membrántechnológiai rendszerrel. Mely a rendelkezésre álló 250 m³/nap szennyvizet 80%-os kihozatal mellett tette újra felhasználhatóvá mezőgazdasági célra. A vevő immáron két éve használja a technológiát elsősorban a nyári vegetációs időszakban

5.Ábra – vízminőségi adatok a Párosz-szigetén lévő biológiailag tisztított szennyvíz újra hasznosító technológiából.

	Tisztított szennyvíz	Követelmény	Értékek
pH	7,36	6,5 – 7,6	7,1
Zavarosság NTU	25	<2	<2
Összes lebegőanyag mg/l	30	<2	<2
Biokémiai oxigénigény BOI ₅ mgO ₂ /l	25	<10	<8
Összes nitrogén mg/l	8,86	-	4,13
Összes foszfor mg/l	1.48	-	1.48
E.Coli szám CFU/100 ml	-	<2	<1
Összes Coliform szám CFU/100 ml	-	<20	5

6.Ábra - A 250 m³/napos rendszer a leszállításra várva



7. Ábra - És a helyszínen



Hasznosítás kisebb léptékben – avagy gondolkodhatunk-e egyedi megoldásokban a közcatorna helyett, vagy egyszerűen csak a helyi talajvíz szintjének stabilizálásában?

Épületgépészeti szempontból megvizsgálva a kérdést, kis léptékű (lakóépületek, irodaházak, szállodák stb.) esetében is lehet értelme a biológiailag tisztított szennyvíz újra hasznosításának. Ebben az esetben a legolcsóbb és legpraktikusabb megoldás az öntözési/talajvízpótlásos hasznosítás. Elsősorban olyan esetekben amikor a közcatornára való rákötés költséges, problémás, vagy egyszerűen a megbízó 100%-ban szeretné hasznosítani a megvásárolt/kinyert vizet. Általában helyben föld alá telepíthető kisméretű biológiai tisztító berendezésekkel megoldható a szennyvíz kezelése csatorna rákötés nélkül is. Jellemző méret a 2 – 60 lakos egyenérték tartományban található. Ezek a szennyvíztisztítók önálló vezérléssel minimális ráfordítással üzemeltethetők. Kiegészítésként utóülepítőt és gyökérvonás kezelőművet követően az így nyert víz elöntözhető a kertben szikkasztásos módszerrel, vagy talajvíz pótlásra használható.

Biológiailag tisztított kommunális szennyvíz, mint ipari alapanyag

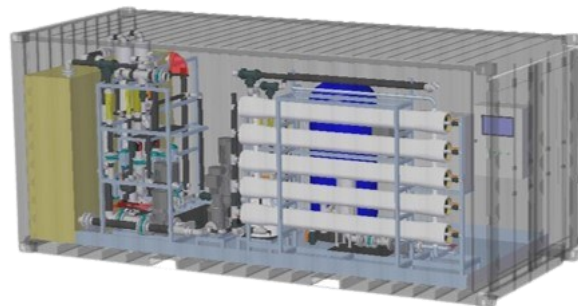
A legnagyobb potenciál a nagy kommunális szennyvíztelepek tisztított elfolyó vizeinek ipari hasznosításában van. ennek okai az alábbiak:

1. Koncentráltan jelen lévő nagy térfogatáramok 10 000 – 100 000 m³/nap.
2. Az öntözéshez képest lazább a követelményrendszer a nyersvízzel kapcsolatban. (mikrobiológiai tisztaság, nehézfém, mikroszennyezők jelenléte kevésbé fontos). A lakosság számára pszichés okokból is jobban elfogadott az ipari hasznosítás.
3. Az ipari üzemknél általában már rendelkezésre áll nyersvíz tisztító rendszer, mely képes a beérkező (folyó, tó, kút) vizet az adott technológiai célra előkezelni. Ráadásul az ipari üzemek számára általában az ún. csapvíz minőség nem is elegendő, mindenképpen saját hatáskörben tovább kell kezelniük a vizet például lágyvíz, sótalan víz minőségre. Ezen tovább kezelési költségek általában jóval meghaladják az előkezelés/vízbeszerzés költségeit.
4. Sok üzem esetében az elérhető víz minősége sok esetben alig haladja meg a biológiailag tisztított víz paramétereit például áradó folyóvíz.
4. Jól illeszthető a vállalatok társadalmi felelősségvállalási politikájába, valamint komoly marketing értékkel is bírhat.
5. Megfelelő jogi szabályozás / engedélyek kiadása „ösztönözheti” a vállalatokat a tisztított szennyvíz felhasználására.
7. Kiegészítő jövedelemforrás a vízműveknek

Technológiai megvalósítás

Az ipari alapanyagvíz igényeknek való megfelelés érdekében a biológiailag tisztított szennyvizet utókezelni kell ún.: harmadlagos (tercier) tisztító egységek beépítésével. Ezen egységeket – egységes technológia részeként - egyedileg kell betervezni az igények és a lehetőségek figyelembevételével. Általánosságban elmondható, hogy membránszűrő berendezésekről vagy azok kombinációjáról van szó esetleg hagyományos eljárásokkal kiegészítve. A membrántechnológiai berendezések alkalmasak a csíraszám, a **szervesanyag** és a sótartalom csökkentésére egyaránt. Alapvető feladat a szervesanyag visszatartása és visszavezetése a biológiai tisztítási folyamatba úgy, hogy a sótartalom ne emelkedjék meg drasztikusan.

Kis léptékben konténeres változatban mintegy 200 m³/nap teljesítményig van lehetőség a technológia elhelyezésére, míg nagyobb léptékekben az épületben történő kialakítás előnyösebb.



Húsipari szennyvizek tisztítására, MBR technológia alapú, moduláris szennyvíztisztító berendezés kifejlesztés

A „Húsipari szennyvizek tisztítására, MBR technológia alapú, moduláris szennyvíztisztító berendezés kifejlesztése (2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00310)” című, Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által finanszírozott projekt eredményterméke egy konténerbe építhető, nagy megbízhatóságú és magas lebontási fokú LPMBR technológia és azon alapuló szennyvíztisztító berendezés.

A kialakított technológia újdonságtartalma abban mutatkozik meg, hogy extrém alacsony transzmembrán nyomáson működik, annak érdekében, hogy hosszútávon kis karbantartásigénnyel, eltömődés mentesen lehessen alkalmazni a membránokat. A kis transzmembrán nyomás és a fajlagosan nagy membránfelület következtében a berendezés energia hatékonyan üzemeltethető.

A membránok újszerű elrendezésével, amely lehetővé teszi, hogy több párhuzamosan üzemeltetett permszelektív mikroszűrő membránt követően sorosan üzemeltetett, extrém nagy membránfelületű, ultraszűrő membrán alkalmazásával a legjobb energiahatékonyságú LPMBR technológiájú kialakítást értük el. A minimális energiaigényű keringtetési rendszer, az LPMBR technológiájú membránstruktúra és a bioreaktor integrációjával állt elő az új, innovatív technológiát alkalmazó prototípus termék.

A projekt eredményeként megvalósult technológia és berendezés alkalmazásával a húsipari cégek a jövőben modernizálni lesznek képesek meglévő víztisztító és - újrahasznosító rendszereiket és gazdaságosan tudják újra hasznosítani a hulladékvizüket. A projekt eredményeként előállt újítás magas piaci potenciállal rendelkezik – különös tekintettel azon régiókra, ahol szigorú szabályozások mentén működnek a hasonló vállalatok - és ezáltal közvetlenül értékesíthető lesz Magyarországon és a világpiacon egyaránt.



Megéri? Nem éri meg?

Jogos a kérdés, mennyire éri meg jelenleg Magyarországon biológiailag tisztított szennyvizet felhasználni? Ha figyelembe vesszük a 2022-es aszályos év tanulságait, amikor egyes területeken a lakossági vízfogyasztást is korlátozni kellett és azt a tényt, hogy esetleg a nyári aszályok állandósulhatnak a jövőben akkor ez a kérdés nem kerül napirendre, mert megkerülhetetlen lesz a kommunális szennyvíz minél nagyobb arányú újra hasznosítása.

Tisztán üzleti alapon mérlegelve is van létjogosultsága a víz ezen új(ra) hasznosítási módjának. Ha nem is lesz azonnal egy szűkös erőforrás, az ára mindenképpen emelkedni fog egyenes arányban az energia árakkal és az engedélyeztetési, környezeti terhelési, vonalas infrastruktúra beruházási költségekkel. Az idő előrehaladtával, a vízkezelő technológiák rohamos fejlődésével egyre könnyebben és gazdaságosabban lehet megoldani a bonyolultabb vízkezelési feladatokat is. A tapasztalat az, hogy a városi vezetékvesztéssel összehasonlítva már most is sokkal kedvezőbb a biológiailag tisztított szennyvíz kezelése és technológiai felhasználása a vállalatok számára. A kútvíz és a felszíni vízkivétel és kezelés költségeivel, összehasonlítva sem túl nagy a különbség. Ugyanakkor a természetből való vízbeszerzést várhatóan fokozatosan korlátozni fogja a hatóság - különös tekintettel a bővülő ipari vízfelhasználásra.

Tehát jobb időben felkészülni, a vízkezelés egyes alrendszerait úgy kialakítani, hogy képesek legyenek akár több különböző nyersvízminőség (ivóvíz/rétegvíz, felszíni víz, biológiailag tisztított szennyvíz, esővíz) egyidejű fogadására és feldolgozására, valamint a képződött ipari hulladékvizek minél nagyobb arányú visszaforgatására.

Összefoglalás

Bárhogyan is nézzük – kényszerből, gazdaságossági alapon, vagy ökológiai szemlélettel – a biológiailag tisztított lakossági szennyvíz ipari, mezőgazdasági, ökológiai vízpótlási célú újra hasznosításának megkezdése már most elkerülhetetlen. Ez nélkül aligha leszünk képesek megfelelni az előttünk álló vízügyi kihívásoknak, hogy Magyarországot élhető, vízben gazdag, zöldellő országgént tudjuk jellemezni a jövőben is. A feladathoz a technológiák készen állnak, a legtöbb esetben a gazdaságosság és a környezeti szempontok sem jelentenek akadályt. Csak lépni kellene.