

# Hírsatorna

A MAGYAR VÍZ- ÉS SZENNYVÍZTECHNIKAI SZÖVETSÉG LAPJA  
2017/4. szám



**CÉLKERESZTBE A SZENNYVÍZ ÉS  
SZENNYVÍZISZAP HASZNOSÍTÁSA**

# HIRDETÉSI FELHÍVÁS!

Hirdessen az Ön cége is a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség HÍRCSATORNA című szakmai lapjában!

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség (MaSzeSz) közel egy éve új arculattal, és a kor követelményeinek megfelelően, elektronikus formában jelenteti meg szakmai lapját, a Hírcsatornát.

A Hírcsatorna széles körben történő terjesztésével célunk, hogy a több száz MaSzeSz tagon túl, a települési vízgazdálkodás széleskörű szakember csoportját is hatékonyabban elérjük – legyen szó a víziközmű és vízipari cégekről, valamint a minisztériumok és szakhatóságok mellett az önkormányzatok és a témában érintett oktatási intézményekről egyaránt.

Szakmai lapunk célja a közel két évtizede megjelenő szakmai-tudományos tartalmak méltó keretek között történő megjelentetése a széles publikum részére, de elsősorban a MaSzeSz egyre növekvő aktivitásának színes és informatív bemutatása.

A szakmai körökben lapunk elismertsége töretlen, amelyben továbbra is lehetőséget biztosítunk olyan vízipari cégeknek, akik hirdetések elhelyezésével kívánják felhívni a vizes szakma képviselőinek figyelmét a legújabb fejlesztéseikre, eredményeikre, szolgáltatásaikra.

Áraink:

- 1/1-es oldal 50 000 Ft + áfa
- 2 db 1/1-es 80 000 Ft + áfa

Elkötelezettek vagyunk a friss, aktuális és professzionális szakmai lapunk működtetése mellett, és bízunk benne, hogy olvasóink is pozitívan értékelik a törekvéseinket.

Reméljük, az Ön szervezete is lehetőséget lát a Hírcsatornában való hirdetések megjelentetésében!

Bővebb információ:  
titkarsag@maszesz.hu

# IMPRESSZUM

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség kiadványa

1134 Budapest, Váci út 23-27 MSZ 608

Megjelenik minden második hónapban

A fordításokat Simonkay Piroska okl. mérnök és Dr. Borsos Béla készítették

Kiadó és terjesztő: MaSzeSz

Főszerkesztő: Dulovics Dezsőné dr.

A főszerkesztő munkatársa: Madarász Emese

Tördelés: Két Zsiráf

## TARTALOM

MaSzeSz Hírhozó	4
Beköszöntő	5
<b>SZAKMAI - TUDOMÁNYOS ROVAT</b>	
<b>Dr. Kárpáti Árpád:</b> Hagyományos eleveniszapos szennyvíztisztítás bővítése ultraszűrős iszapszeparációval	6
<b>Dr. Tóth András József:</b> Technológiai hulladékvizek hasznosítása extraktív heteroazotrop desztilláció alkalmazásával	25
<b>MASZESZ HÍREK, AKTIVITÁSOK</b>	
<b>Szennyvíziszap-energia újrahasznosítása:</b> Egy MaSzeSz lépéssel közelebb a körforgásos gazdaság és a víztudatos társadalom felé	35
Előkészítés alatt az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósággal kötendő együttműködési megállapodás	43
MaSzeSz taggal bővült a Kormány által létrehozott Akkreditációs Tanács	44
<b>NEMZETKÖZI KITEKINTÉS</b>	
<b>Korrespondenz Abwasser júliusi összefoglaló</b>	<b>46</b>
Masahiro Furuichi, Dr. Kovács Antal Ferenc, Dr. Ebie Yoshitaka, Dr. Yamazaki Hiroshi: A Dzsókaszó külföldi elterjedésének kilátásai és a kapcsolódó műszaki kérdések	49
Dr. Gayer József: Az IWA Stockholmi Junior Water Prize 2017 díj hazai pályázójának kiválasztása	64
<b>ÁGAZATI KÖRKÉP</b>	
Innovációs Díjat kapott a nem levegőztetett reaktorok úszófedlappal lefedésének technológiája	66
Gampel Tamás: A Magyar Hidrológiai Társaság XXXV. Vándorgyűlése	68
Elhunyt Éhn József, a VÍZITERV utolsó vezérigazgatója	70
Települési Szennyvízgazdálkodási Szakmérnök-képzés az Óbudai Egyetemen	71

## MASZESZ HÍRHOZÓ

### KEDVES KOLLÉGA!



Immár közeledik az ősz és ez évi 4. számunkkal jelentkezünk, a perzselő nyári kánikulából.

Szövetségünk széles programajánlatot tervezett az őszi félévre, melyre szeretettel várjuk majd érdeklődő Kollégáinkat.

Most is testes lapszámot foghat a kezébe, mert szakterületünk számos aktivitásáról, sok oldalról kívánjuk tájékoztatni Olvasóinkat.

Jelen számunkból a következő szakmai tudományos cikkeket ajánlom szíves figyelmükbe:

- **Dr. Kárpáti Árpád: A hagyományos eleveniszapos szennyvíztisztítás bővítése ultraszűrős iszapszeparációval**, mely tanulmány a membrántechnológia szennyvíztisztítás során alkalmazott módszereit foglalja össze, és
- **Dr. Tóth András József: Technológiai hulladékvizek hasznosítása extraktív heteroazotróp desztilláció alkalmazásával**, mely cikk tartalmának előadása a MaSzeSz 2017. évi „Dr. Dulovics Dezső Junior Szimpóziuma” során a második díjat nyerte el.

Ebben a lapszámunkban is olvashatja szokásos híradásainkat Szövetségünk, és hazai társszervezeteink fontosabb megmozdulásairól, valamint a 2017. márciusi KA-ben megjelent cikkek válogatott összefoglalóiból. Ez alkalommal nemzetközi kitekintésként közöljük **Masahiro Furuichi, Dr. Kovács Antal Ferenc, Dr. Ebie Joshitaka és Dr. Yamazaki Hiroshi** kollégáink japánból magyarra fordított cikkét: *A Dzsókaszó külföldi elterjedésének kilátásai és a kapcsolódó műszaki kérdések* címmel.

Örömmel tájékoztatjuk **személyi híreink** között Tisztelt Olvasóinkat arról, hogy Innovációs díjat nyert el **Prof. Dr. Jobbágy Andrea** vezet-

te kutató-team, a nem levegőztetett reaktorok úszófedlapon lefedésének kifejlesztéséért, akinek ezúton gratulálunk címzetes egyetemi tanári címe elnyeréséhez is.

És **szomorú szívvel búcsúzunk Éhn József** kollégánktól, a VÍZITERV időrendben utolsó vezérigazgatójától, elhunytá alkalmával.

**Együttműködésüket megköszönve:**

**Budapest, 2017. augusztus 8.**

**Prof. Emerita Dulovics Dezsőné dr.**  
a Szerkesztő Bizottság tagja, főszerkesztő

## FŐTITKÁRI KÖSZÖNTŐ

### AZ ELISMERT FEJLŐDÉS ÚTJÁN

### KEDVES KOLLÉGA!

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség éves konferenciáján, Lajosmizsén öröm és büszkeség töltött el, amikor a közgyűlés részére beszámolhattam az idén húsz éves MaSzeSz megújulásának eddigi eredményeiről.

Bár a közgyűlésen a 2016. évi eredmények bemutatására volt alkalmam, mégis azt gondolom, hogy a MaSzeSz egész szervezetének formálódásáról adott tanúbizonyosságot az a jó pár slide, amely olyan eredményeket mutatott be, amire méltán lehetünk büszkék. A Hírcsatorna előző lapszámában már részletesen beszámoltunk ezekről az aktív szerepvállalással és stratégiai jövőtervezéssel elért sikerekről, de itt most a tendenciát szeretném kiemelni, ami 2017. évben is tovább folytatódik.

Növekvő tagságunk, elismert szakmai programjaink, aktiválódó munkacsoportjaink, kormányzati, szakhatósági és önkormányzati együttműködéseink, hazai és nemzetközi társszervezetekkel való élő kapcsolataink mellett, a fiatal szakemberek összefogása, a vízipari cégek szerepvállalása; összességében a települési vízgazdálkodás széleskörű érintettjeinek összefogása, mind a MaSzeSz karakterének egyre könnyebben értelmezhető és értékelhető megszilárdulását eredményezik.

Idén is több rendezvényünk zajlott már nagy sikerrel, és az ősz során még több vár az érdeklődőkre. Éves konferenciánkon a körforgásos gazdaság témaválasztása nem csak formabontó, de előremutató is volt, ami nem csak inspirálta a szakembereket, de egy új szemlélet csíráját is elültette bennük. Az önkormányza-

tokkal és fogyasztókkal való víz (és a mögötte álló szolgáltatás) értékének kommunikációján kiemelt fontossággal dolgozunk összefogásban civil és üzemeltető szervezetekkel. Képzéseink, tréningjeink szintén új szolgáltatásként kerültek idén a MaSzeSz tevékenységi körébe. Aktivitásainkról és elért sikereinkről aktív kommunikációval, a Hírcsatornán kívül, folyamatosan frissülő honlapunkon, és a hamarosan megjelenő hírlevél-folyammal tájékoztatjuk jelenlegi és leendő tagjainknak, míg bővülő szolgáltatásainkkal együttesen kívánjuk segíteni az ágazat szakembereit.

Munkánk elismerése, hogy tagságunk olyan tagokkal bővül - mint a DMRV Zrt. és számos vízipari cég -, akik mind az innovatív előregondolás, az összefogás és a fejlődés lehetőségét látják a MaSzeSz működésében.

Hálás vagyok mindazoknak, akik elképzeléseinket, ágazatért való tenni akarásunkat tettekben is támogatják, és köszönöm mindazoknak, akik tagságukkal, szponzorációjukkal mindennek a munkának gazdasági lehetőséget biztosítanak! **Van mit tenni az ágazatért, és mi igyekszünk a munkánk úgy végezni, hogy méltók legyünk az Önök támogatására!**

**Sinka Attila**  
főtitkár



## HAGYOMÁNYOS ELEVENISZAPOS SZENNYVÍZTISZTÍTÁS BŐVÍTÉSE ULTRASZŰRŐS ISZAPSZEPARÁCIÓVAL - ISMERETANYAG ÁTTEKINTŐ

**DR. KÁRPÁTI ÁRPÁD**  
PHD. EGYETEMI DOCENS  
PANNON EGYETEM, KÖRNYEZETMÉRNÖKI INTÉZET

**Kulcsszavak:** eleveniszapos szennyvíztisztítás, membrán bioreaktor, ultraszűrés, anoxikus/oxikus (MLE) kiépítésű szennyvíztisztítás, Hyunday kiépítés, UCT kialakítás, lépcsős táplálású rendszerek, membrámszűrés áttételes hatásai

### Összefoglalás

Napjainkban a membrán bioreaktor (MBR) a szennyvíztisztításban nagyon korszerűnek tűnő megnevezés. Az ilyen rendszerek egy hagyományos eleveniszapos bioreaktorból, és az ahhoz valamiképpen kapcsolódó, utóülepítést helyettesítő ultraszűrő membrán egységből állnak. Az ultraszűrő lehetővé teszi, hogy a gravitációs utóülepítőshöz képest a bioreaktor iszapkoncentrációja 3-4-szeresére növelhető legyen. Természetesen az utóülepítésnek, s az ultraszűrésnek is szükségszerűen jelentkeznek a bioreaktorra gyakorolt hatásai, üzemeltetési következményei. Az ülepítésnél ez az iszap szűrőhatása, valamint sűrűsödése, az ultraszűrésnél a permeabilitás változása, csökkenése a felületen kialakuló iszap, valamint az iszap rétegszűrését rontó komponensei koncentrációjának a növekedésével. Hogy az

ultraszűrővel történő iszapszeparáció milyen változásokat okoz az eleveniszapban, s azok milyen módosításokat igényelnek a nitrogén és foszfor tápanyagok eltávolítása gyakorlatában, kialakításában, üzemeltetésében, ritkán magyarázzák a túlzottan általános berendezés leírások. A biológiai részletek pontosabb megismerése érdekében összegyűjtött alábbi rövid ismeretanyag az Olvasó ilyen irányú ismereteit próbálja kibővíteni.

### Bevezetés

Az eleveniszapos szennyvíztisztítóknak a mára kialakult egy, kettő, vagy három különböző környezetet is biztosító, folyamatos betáplálású (átfolyású), és iszaprecirkulációjú változatait napjainkban a hagyományos eleveniszapo-

pos megnevezéssel (Conventional Activated Sludge – CAS) illetjük. A szakaszos betáplálású rendszerekben (SBR) a mikroorganizmusok váltakozó környezetigényét a betáplálás és levegőztetés, és velük együtt az utóülepítés ciklizálása biztosítja. Ezeknél az iszap ciklikus ülepítése is a reaktortérben történik. Ettől függetlenül eleveniszapjuk minőségében a hagyományos eleveniszapos rendszerekével megegyező, így gyakorlatilag hagyományos eleveniszapos tisztításnak tekinthetők. A biofilmes tisztítókat (BF) a biofilmjük eleveniszaposétól jelentősen eltérő oxigénellátottsága, munkája, összetételbeni rendezettsége miatt külön megnevezés illeti. Mindkét változatuknál (rögzített -fixed film-, vagy mozgó biofilm), de különösen a mozgó biofilmes megoldásoknál (Moving Bed Bioreactor – MBBR) a biofilm mellett jelentős mennyiségű lebegő iszap is részt vesz a tápanyagok eltávolításában. A lebegő iszap és a biofilm lebegő iszap – hibrid rendszerek - ultraszűréssel és lebegő iszap recirkulációval történő összekapcsolása ma még hiányzik a palettáról. Ezeknél a biofilm hordozót szükségszerűen még egy mechanikai szűréssel kell visszatartani a biofilmes reaktortérben, hogy ne zavarja az iszap szeparációját.

A fél mikron alatti résméretű ultraszűrő membrán beépítése a hagyományos, folyamatos betáplálású eleveniszapos tisztításba, a gravitációs utóülepítés helyére, kezdetben talán csak az iszapszeparációt kívánta egyszerűbbé, hatékonyabbá tenni. Ez természetesen a tisztított víz minőségében is jelentős javulást eredményezett. Hamarosan kiderült azonban,

hogy hatása nem csak az ilyen rendszerekben kialakítható iszapkoncentrációra van, hanem magát az iszapot, annak szerkezetét, összetételét is alapvetően befolyásolja. A levegőztető kis iszapkoncentrációja mellett kialakuló pelyhes iszap az MBR-ben egy sokkal finomabb szerkezetű, szinte teljesen homogén fázissá alakult. Mivel a szűrés a medencetérből sok-sok vékony, szűrőblokkba függőlegesen rögzített szűrő csövecskébe belső terében történik, a külső felületükön kialakuló, koncentrálnodó szűrőréteg folyamatos eltávolításáról is gondoskodni kell, hogy a szűrőmembránok visszamosására ne legyen túl gyakran szükség. Ezt a membránok körüli folyadéktér alsó levegőbevitellel történő folyamatos mozgatásával, folyadékcsereje biztosítja. Ez részben módosítja a medencekialakítást, esetleg szeparált szűrőtér és megfelelő iszaprecirkuláció kialakítását teszi szükségessé. Elengedhetetlen az is, hogy az iszap összetételét, szerkezetét kedvezőbbé tegye a technológia a membrán eltömődésének a minimalizálása érdekében. Ezt az iszapban elszaporodó, kedvezőtlen szűrést eredményező mikroorganizmusok illetőleg extracelluláris mikrobiális termékek részarányának a visszaszorításával lehet elérni.

A két, funkciójában alapvetően eltérő egység tervezése is szükségszerűen részben egymástól függetlenül történik, azonban elengedhetetlen, hogy a kölcsönhatásaikat is megfelelően ismerjük, pontosítsuk, figyelembe vegyük. Ennek megfelelően az MBR technológia részletezése előtt a hagyományos eleveniszapos rendszer főbb jellemzőit veszem sorra röviden.

## Hagyományos eleveniszapos szennyvíztisztítás gravitációs utóülepítéssel

Valamennyi fent említett szennyvíztisztító típusnál a tisztítóba érkező szennyvíz homokfogás, majd előülepítést követően, vagy esetleg az utóbbi nélkül kerül a biológiai tisztítási lépcsőre. Az előülepítő a gyorsan ülepedő lebegő részeket távolítja el, s azokkal a biológiai terhelés jelentős részét is, csökkentve ezáltal a biológiai lépcső bontható szerves anyag és iszapterhelését. A szennyvíz szerves anyagait, redukált és oxidált nitrogénformáit és foszfát tartalmát ezután a lebegő, vagy biofilmben rögzült mikroorganizmusok együttese (kevert iszapkultúra) immobilizálja, alakítja szennyvíziszappá (folyamatosan megújuló sejtjeivé és elhaló maradványukká valamint extracelluláris poliszacharid termékévé), miközben a szerves széntartalom mintegy felét széndioxidá oxidálja.

Az ülepített eleveniszapnak a döntő része ugyanakkor az utóülepítő recirkulációs eleveniszapos rendszer 1914 évi első szabadalmaztatása óta visszakerül a tisztítás elejére biztosítva a folyamatos mikrobiális beoltást a friss szennyvíz tisztítására. A keletkező iszapfázis (fölösizap) C:N:P aránya a tisztítóban kialakuló iszapkortól, s magától a rendszerkialakítástól is függ, de elég pontosan behatárolható. Az eleveniszapos rendszerek ilyen munkáját, teljesítményét biztosító kiépítés a ma már általánosan használt, anaerob, anoxikus és oxikus medenceterek kombinációja (-A/O vagy A2/O technológiák – Kárpáti et al., 2014).

A tisztításnál keletkező iszapfázis (fölösizap) utóülepítés után fenékiszapként távolítható el a rendszerből. Az ülepítés hatékonysága (lebegőanyag eltávolítás és sűrítés) az iszap-pelyhek flokkulációjától, kialakuló pehelyszerkezetétől függ. Ez részben a vízfázis szűrését, részben az iszapfázis sűrűsödését biztosítja. Javítására esetenként koagulánsokat, flokkulánsokat kell adagolni az iszapos vízhez az ülepítés előtt. Az így ülepített tisztított szennyvíz utószűrésére (homokszűrés) ritkán van szükség, így az általában nem is kerül kiépítésre.

Az SBR tisztítás időben ciklizálja a hagyományos eleveniszapos reaktorsoron kialakított műveleteket, az anaerob/anoxikus/oxikus környezetet, valamint az iszapszeparációt is. Ez eleve biztosítja az iszap visszaoltását. A biológiai tisztítások fölösizapjai (szekunder iszap) mechanikai elővíztelenítés után az előülepítő gravitációsan elősűrített iszapjával (primer iszap) együtt rendszerint anaerob iszaprot-hasztásra kerülnek energiatartalmuk egy részének hasznosítása, illetőleg mennyiségük csökkentése érdekében.

A biofilmes rendszereknél kisebb az „iszapterhelés”, s így a filmből leszakadó iszap-halmaz is. Ettől függetlenül a víz által lemosott „fölösizapot” az ilyen rendszereknél is vissza kell tartani a tisztított vízből, amire ugyancsak az utóülepítés szolgálhat. Az integrált eleveniszapos – biofilmes tisztításnál (IFAS) a keletkező fölösizap részben a lebegve növekvő,

szaporodó mikroorganizmusokból, részben a leszakadó biofilm részekből áll. A mozgó biofilm hordozókat (MBBR) szükségszerűen az utóülepítés előtt ki kell szűrni az iszapos vízből egy megelőző durvább szűréssel. Nagy biofilm hányad esetén nem is mindig szükséges az utóülepítőből iszapot visszaforgatni.

Megjegyzendő, hogy hagyományos eleveniszapos tisztítók korábban oxidációs árkos kialakítással is nagy számban készültek az olcsóbb kiépítési költség miatt. A tápanyagbevitel és a levegőztetés terület menti váltakozó kialakítása eredményezett tisztább elfolyóvizet ezeknél is. Ma már lényegesen mélyebbek az ilyen elvű egységek, sőt belső „holt terek” kialakításával a foszforeltávolítás hatékonysága is fokozható lett azokban. Mindegyiknél szükségszerű azonban az utóülepítés, valamint az iszap recirkulációja, az így kialakított térben ciklikus eleveniszapos tisztításnál.

A fenti hagyományos eleveniszapos tisztítók egyszerűek és széles körben alkalmazottak ugyan a szennyvíz szennyezőinek eltávolítására, azonban az ülepítéssel számos problémájuk is jelentkezik:

- Az utóülepítés a kisméretű partikuláris anyagok, a szabadon úszó egyedi sejtek és makromolekulák eltávolításában korlátozott hatékonyságú. Ez esetenként jelentős tisztított víz szennyezettséget eredményezhet. Az időszakosan változó

hidraulikai és biológiai terhelés jelentős romlást okozhat az iszap flokkulációjában és sűrűsödésében. A fonalasodás okozta rosszabb flokkuláció és ülepedés ugyanakkor jobb iszapszűrő hatást biztosít. Ezeket a hatásokat, pontosabban azok előidézőit a gyakorlat fonalasodás, iszapduzzadás, iszaphabzás néven ismeri, s a tisztítás hatékonysága tekintetében nagyon kritikusnak tartja.

- A hagyományos eleveniszapos tisztítók utóülepítőit jól ülepedő iszapra tervezik. Jól ülepedő iszap kialakulása viszont nagymértékű szerves anyag mineralizációt, túlzott mértékű lebontást (oxidációt), túlzott mennyiségű iszaptömeget, s ahhoz iszaptérfogatot igényel, ami a beruházási költségeket, és az amortizációt jelentősen növeli. Elvileg a tisztítás kisebb térfogatban is megoldható, ha az utóülepítés gyorsabb lenne, és sűrűbb iszapot termelne.

## Utóülepítés kiváltása iszapszűréssel - MBR technológia

A felsorolt problémák valamelyest csökkenthetők a gravitációs utóülepítés ultraszűrésre történő cseréjével. Ehhez persze a szűrők megfelelő finomítására, kialakítására volt szükség. Olyan szűrőket kellett kialakítani, melyek a megfelelően kis részméret mellett nagy szűrőfelülettel rendelkeznek. Ezen túl olyan kialakításuk, amely a szűrt iszaprészt

visszaöblítés nélküli hosszabb távú eltávolítását is biztosítják a szűrőfelületről (ritka vízszamosási igény). Alapvető természetesen, hogy a szűrőmembrán az iszap mindenkori jellemzőitől függetlenül képes legyen olyan szűrésre, amely a befogadókra előírt minőségi követelményeket teljesíti. Mindezekkel a mai ultraszűrők folyamatos iszapsűrítést, iszap visszatartást is biztosítanak a tisztító reaktortérben. Az ilyen szűrést sok-sok vékony membráncső megfelelő párhuzamos összekapcsolásával, kötegelésével sikerült biztosítani. Üzemeltetésük részletes ismertetésére napjainkig számos áttekintő könyvkiadvány is vállalkozott (Brepols, C., 2011; Judd and Judd, 2011; WEF, 2011; Park, H. D. et al., 2015; Yoon, S. H., 2016).

A korábbiakban említett utóülepítő limitációt az ilyen szűrés ma már megszünteti. A szűrő térfogatigénye kisebb lévén, a térfogat és alapterület igény is csökken, ami költségcsökkentő hatású. Hasonlóan csökken a levegőtető és összes iszaptérfogat, vagy tömeg is, hiszen az iszapkoncentráció három-négyszeresére is nő a rendszerben. Sajnos ezzel szemben a szűrő ára jelentős költségnövelő tétel. Ezen túl az is bebizonyosodott, hogy a membrán-szeparáció és a biológiai folyamatok, pontosabban a kialakuló iszap szerkezete között is jelentős kapcsolat van. Végül is az iszapkoncentráció csak mérsékelten növelhető, hogy a membrán megfelelő permeabilitással üzemelhessen. A relatív iszapterhelésnek az MBR-ban kisebbnek kell lennie, mint a hagyományos eleveniszapnál, hogy ne okozzon a keletkező iszap túlzott membrán eltömődést,

s azzal jelentősen kisebb permeabilitást, teljesítmény csökkenést. Ennek biztosítása érdekében a három-négyszeres iszapkoncentráció ellenére a levegőtetőmedence térfogata csak általában 25-50 %-al csökkenthető az MBR esetén, a hagyományos utóülepítő CAS rendszerekéhez képest. Egyidejűleg a hagyományos előülepítőket is célszerű kiváltani az MBR rendszerekénél 0,5-3 mm résméretű előszűréssel. Mindezekkel összességében 50-70 %-os alapterület igény csökkenés lehetséges a CAS rendszerekéhez képest. Az MBR megoldás így kevesebb iszapot is termel, mint a CAS, a kisebb iszapterhelés és nagyobb iszapkor révén, az iszapelvétele azonban a jobb lebegőanyag eltávolítás miatt mégis alig kevesebb a CAS rendszerekénél.

Fontos talán az MBR tisztítók iszapösszetétele vonatkozásában, hogy az eleveniszapos rendszerekénél a lassúbb szaporodásuk és kimosódásuk miatt alig jelenlevő prokarióta mikroorganizmusok és magasabb rendű szervezetek a szűréssel azokban feldúsulnak. Az utóbbiak valamilyen mértékben az iszaphozam csökkentéséhez a kis iszapterhelésen túl is hozzájárulnak. Talán célszerű azt is kiemelni, hogy az ultraszűrés esetében a tisztított víz szerves anyag szennyezettsége lényegesen kisebb, mint az utóülepítésnél. A membrán részméretének megfelelően visszatartja a vízből a baktériumokat, s ugyanez igaz az egyéb igen apró lebegő részecskékre, és a vízben levő 1 mikronos kolloid mérethatárnál kisebb makromolekulák egy részére is. A baktériumok eltávolítása a vírusok (0.02-0.3 µm) baktériumokkal együtt történő eltávolításával

99 % fölötti vírus eltávolítást is eredményez. Ez különösen jelentős a tisztított víz fertőzésveszélyének csökkentése tekintetében.

#### Az eleveniszap mikroorganizmus összetételének változása ultraszűrős visszatartása esetén

Az ultraszűrő valamennyi baktériumot visszatartja a vízből, így a fonalasok kimosódását is megakadályozza. Ennek az eredménye, hogy a fonalas mikroorganizmusok száma az MBR rendszerek iszapjában egy nagyságrenddel nagyobb, mint a CAS rendszerekében. Mint ismeretes, az utóbbiak utóülepítőjében az iszap jó flokkulációját, ülepedését, sűrűsödését éppen ezek a mikroorganizmusok zavarják leginkább. Elszaporodásukat általában mikro-tápanyag / oxigénhiány (kis koncentráció), kis BOI ellátottság a kis szervesanyag terhelés következtében, vagy toxikus anyagok jelenléte is okozhatja (jelentős króm-, vagy szulfid-terhelés). Tápanyaghiány fonalásodást gerjesztenek például a Thiothrix, type 021N, valamint a Nostocoida limicol túlzott elszaporodásával (Jenkins et al., 2004).

A fonalas mikroorganizmusok, hogy jobban hozzáférjenek a tápanyaghoz, sejtjeikből hosszú fonalakat növesztenek különbözőbb irányokba, részben összekapcsolva azzal az iszappelyhek belső részeit, részben viszont egymástól távol is tartva az így kialakuló nagyobb iszappelyheket. Az első hatásukra nagy szükség van a jó flokkuláció, iszapszűrés eléréséhez, az utóbbi viszont nagyon káros az iszap tömörödésében, ülepedésében. A fonalas mikroorganizmusok növekedési sebes-

sége kis tápanyagkoncentrációknál nagyobb, mint a flokkulum képzőké, így túlszaporodhatják azokat, akár lehetlenné is téve az iszap gravitációs ülepedését. Ez a nagyobb fonalas részarány ugyanakkor az ultraszűrésnél nem szükségszerűen okoz olyan iszaptömörödést, amely a szűrőréteg ellenállásának a jelentős növekedésével járna. A lazább fonalas iszapréteget a környezet megfelelő turbulenciája könnyebben eltávolítja, „visszamossa” a szűrőfelületről, mint a tömörebb iszaprészeket, kompaktabb szűrőréteget. A fonalasok áttételes hatásai viszont károsak is lehetnek. Ilyen például a fonalasok robbanásszerű elszaporodása, ami egyidejűleg jelentős extracelluláris polimer-anyag (Extracellular Polimeric Substrate - EPS) termeléssel is jár, ez viszont okozhat jelentős szűrő eltömődést, eldugulást. Az ilyen eltömődést elsősorban az mikrobák felületéhez lazábban kötött EPS az úgynevezett oldott mikrobiális termék (Soluble Microbial Product – SMP) szűrőfelület blokkoló hatása okozza. Az iszapduzzadás tehát elsősorban nem a fonalas mikroorganizmusok koncentrációjának növekedése kapcsán problémás az MBR reaktoroknál. Ezeknél ugyanis az iszapindex (SVI) meglehetősen kicsi, még ha az iszap nem is ülepedik jól. Persze MBR esetén nincs is szükség az ülepedésre. Akkor lehet gond a szűrésnél, ha változó terhelések mellett robbanásszerű az elszaporodásuk és vele az SMP termelésük.

Ennek megértéséhez elengedhetetlen ismereni a szerves anyaggal táplálkozó prokarióta mikroorganizmusok (heterotrófok) szaporodását, alak, összetételbeli kiépülését. A sejt



anyagátalakítási folyamatainak (oxidáció és asszimiláció) helye sejtmembránnal körülvett sejtközi állomány. A szerves tápanyag ehhez kis molekulákra aprítva jut át a sejtmembránon. Aprítását a sejtben termelt és abból a környezetébe kijuttatott enzimek végzik. Az oxigén, az ammónium és a foszfát közvetlenül, molekuláris oxigénként, illetőleg ionokként jut be a sejtbe a sejtmembránon. A keletkező széndioxid a sejtől azon keresztül fordított irányban kerül ki a környező vízfázisba. A sejtközi állomány 80 %-a fehérje. Annak a 6,24-ed része nitrogén. A sejt belső állományának tehát a nitrogén tartalma egy tizedesre kerekítve  $(100/6,24) \times 0,8 = 12,8\%$ . Ezzel szemben a szennyvíziszap nitrogén tartalma csak 6-7 % körül alakul, a mindenkor iszapkortól függően. A szennyvíziszap szerves anyagának ennek megfelelően csak mintegy a fele a sejtközi állomány. A többi kisebb részében a peptidoglikán sejtmembrán, nagyobb részében a sejtnek a döntően poliszacharidokból álló extracelluláris terméke (EPS), amely a sejtmembránon kívül van, de a sejtben termelődött, részben feltehetően időszakosan tárolt tápanyag. Fontos szerepe van ugyanakkor a partikuláris tápanyag megfelelő rögzítésében az exoenzim bontás hatékonyabb megvalósulása érdekében. A sejtbe jól rögzülő, nyálkás poliszacharid részt kapszulának is nevezik. A lazábban kötött, jobban oldható, s talán tápanyagként újra-felhasználható poliszacharidok és fehérje vegyületek az SMP-t alkotják. Valószínűsíthetően ezeknek a hidrolízise az újrafelhasználás előtt ugyanúgy elengedhetetlen, mint a szennyvíz egyéb bontható szerves szennyezői. Az iszapösszetétel

ilyetén alakulására egyébként jó bizonyíték a mikroorganizmusok elemi összetételére felírt átlagos képletből ( $C_5H_7O_2N$ ) számolható százalékos nitrogéntartalom is, ami 12,4 %. Ebből megegyező eredményre jutunk az iszap egyéb szerves anyag, tehát az EPS tartalmára vonatkozóan.

A fent idézett mikroorganizmus összetételből számíthatóan az eleveniszap szerves részének a tömegfajlagos KOI-je 1,42 g KOI/g MLVSS. Mivel az ilyen iszapok szárazanyagának csak a 80 %-a a szerves anyag, a KOI/MLSS fajlagosa 1,14 g KOI /gMLSS. Az MBR reaktorok iszapjának ez a fajlagos értéke ugyanakkor 1,0-1,1 érték között van. Az egészséges iszapösszetétel egyébként 100:5:1 BOI:TKN:TP tápanyag arányok esetén alakul ki az ilyen bakteriális tisztításnál. A sejt ugyanakkor több BOI-t is el tud távolítani, de akkor abból nagyobb mennyiségű EPS-t temel. Ez képes növelni a szűrő eldugulását. Különösen veszélyes ez, ha az ilyen mikroorganizmusok ragadós poliszacharid terméket termelnek.

Mindezeketől függetlenül a kevert iszap mikroorganizmusai a CAS és MBR esetében döntően azonosak, de a kis tápanyag/mikroorganizmus (F/M) arány és a nagy iszap tartózkodásiidő (SRT) miatt arányaikban különböznek.

- A MBR iszapjában a mikroorganizmus konglomerátumok jóval kisebbek, mint a hagyományos eleveniszapban, ami talán a fonasok teljes visszatartásának, s az iszapkolloidra eltérő nyíróhatásának is következménye. Egyidejűleg a fonasok

szaporodásának az iszap kis tápanyagellátottsága is kedvező. A két rendszer között a fonasok részaránya nagyságrendileg különbözhet.

- Zoogloea fajok jelenléte az MBR tisztítóknál jelentéktelenebb. EPS fogyasztásuk miatt viszont kedvezőek a membrán eltömődés csökkentésére.
- A nagy iszaptartózkodási idő és lebegőanyag visszatartás következtében magasabb rendű szervezetek, mint a rotiferek, nematodák, amőbák és sziliátok száma az MBR iszapjában jelentősebb. Ezek a sejtmaradékokat és baktériumokat fogyasztva csökkentik a membrán eltömődésének veszélyét (Luxmy et al., 2000).

A fonasok nagy száma önmagában nem jelenti szükségszerűen a membrán eltömődésének gyorsulását. Ha azonban külső tényezők hatására elszaporodásuk robbanásszerű, nagyon gyors iszapduzzadás, felhabzás jelentkezhet. Ilyenkor az SMP koncentráció megnő, növelve a membrán eltömődésének mértékét. Ilyen tapasztalatok elsősorban laboratóriumi kísérleteknél voltak jellemzőek. Ezzel szemben ipari MBR tisztítóknál ezt a jelenséget talán a nagyjából folyamatos terhelés, üzemeltetés miatt nem tapasztalták.

A *Nocardia*, *Microthrix parvicella*, type 1863, általánosan ismert hatása az iszap habosodása. A *M. parvicella* leggyakrabban télen, kis vízhőmérsékletnél jelentkezik, míg a *Nocardia* sokkal inkább nyáron, s elsősorban a CAS rendszereknél. Hatása zavaró az üzemeltetés-

nél a túlfolyásakor, szennyező hatása, síkossága miatt. MBR tisztítóknál azért növelhetik a membrán eltömődés veszélyét, mert velük az SMP koncentráció is növekszik az iszapos vízben (Luxmy et Yamamoto, 2003). Erősen hidrofóbok lévén egyértelműen habzást okoznak, de az egyidejű membrán eltömődés is megfigyelhető túlzott elszaporodásukkor (Meng et al., 2006; You and Sue, 2009; Meng et al., 2017). Membránt blokkoló hatásukat illetően ellenkező tapasztalatok is voltak (Sharp et al., 2006; Cosenza et al., 2013). A hidrofób fajok ugyanis a habban összegyűlve csökkentik a koncentrációjukat a mélységi vízfázisban. Tehát erős habzáskor javulhat is a szűrés. Esetükben a habzáscsökkentő anyagok alkalmazása általános, bár éppen a membránok esetében nem különösebben ajánlott. Alkalmazásuk ugyanis garanciális problémákat eredményezhet. A hidrofób, nyálkás iszaphab mindig fokozott poliszacharid termelést jelent, ami növeli a membrán eltömődésének veszélyét. Ilyenkor az iszapban a Zoogloea populáció is jelentősen elszaporodhat. Az apró iszapgolyócskák részarányának növekedése (Pin point flocculation -  $<50 \mu m$ ) ugyanakkor nem jelent veszélyt az ultraszűrésnél (Chang et al., 1999), mert ezek is könnyen lemosódnak a szűrőrétegből, illetőleg nem csökkentik jelentősen a permeabilitást.

#### Biológiai tápanyageltávolítás problémái az MBR-nél

A tápanyageltávolítása elvében ezeknél is a hagyományos eleveniszaposéval megegyező. Néhány szükségszerű kialakításbeli eltérést

(denitrifikáció és többletfoszfor eltávolítás) azonban mindenképpen figyelembe kell venni (Daigger et al., 2010; WEF, 2011; In-Soung et al., 2015, Yoon, S. H., 2016).

- *Jelentősebb az oxigén visszavitel az anoxikus medencetérbe* – Az ultraszűrő környezetében az alulról történő intenzív levegőztetés, folyamatos membrántisztítási igény miatt nagy a vízben (mintegy 4-8 mg/l) az oldott oxigén koncentrációja (DO). Ha a kevert iszapot onnan vezetjük közvetlenül az anoxikus medencébe mintegy négyszeres recirkulációval (érkező nyers szennyvízre vonatkoztatott érték), 16-36 mg/l oxigén kerül vissza abba a nyers szennyvíz térfogategységére számolva. Ez azonos mennyiségű könnyen hasznosítható KOI-t fogyaszt abból az anoxikus medencetérben. Feltételezve, hogy a nyers szennyvíz csak 50-100 mg könnyen hasznosítható KOI-t tartalmaz, a visszaforgatott oxigén annak jelentős hányadát elfogyasztja, rontva ezzel a denitrifikáció sebességét. Ez viszont nagyobb anoxikus medencetérigényt eredményez.
- *A recirkuláció szabályozási lehetőségének romlása* – A módosított Ludzack–Ettinger féle elődenitrifikációs (MLE) elvű MBR tisztítóknál a kevert iszap koncentrációja a szűrt víz elvétele eredményeként a levegőztető/membrán medencetérben következik be. Innen az iszapos vizet valamilyen ütemben vissza kell forgatni a többi medenceterekbe. A szükséges recirkuláció nagysága ugyanakkor nem szükség-

szerűen optimális a biológiai tápanyageltávolításhoz. Ezt a gondot egy elkülönített szűrőtér kiépítésével lehet csökkenteni. Ebből visszavezetve a koncentrált kevert iszapot a levegőztető medencébe, abban csökkenthető a DO, s azzal az onnan az anoxikus medencébe visszaforgatásra kerülő oxigén mennyisége.

- *Viszonylagosan kisebb iszapkoncentráció (MLSS) kialakítási lehetősége az anaerob/anoxikus medencetérben* – Az anoxikus medencetérbe történő oxigénvisszavétel minimalizálására kettős recirkuláció kiépítése célszerű. Első az ultraszűrő blokk teréből a levegőztető medencébe, második onnan az anoxikus medencetérbe. Ez jelentős iszapkoncentráció csökkenést eredményez ezen a vonalon, miközben a legkisebb koncentráció az anoxikus medencében alakulhat ki. Ez szükségszerűen megnöveli a denitrifikáló medence szükséges térfogatigényét.
- *A vegyszeres és biológiai foszforeltávolítás egymást zavaró hatása* – A szennyvíz foszfor tartalmának iszappal felvételre nem kerülő hányada kicsapatására a jól ismert koagulánsok alkalmasak. Ezek hatása ugyanakkor a biológiai többletfoszfor eltávolítást zavarja az adott rendszerekben, hiszen a foszforkoncentráció csökkenése a többletfoszfor felvételére képes foszfor akkumuláló heterotrófok (PAH) szaporodási sebességét is csökkenti. Csökkenésével viszont a foszfor határérték eléréséhez szükséges vegyszer fajlagos mennyisége

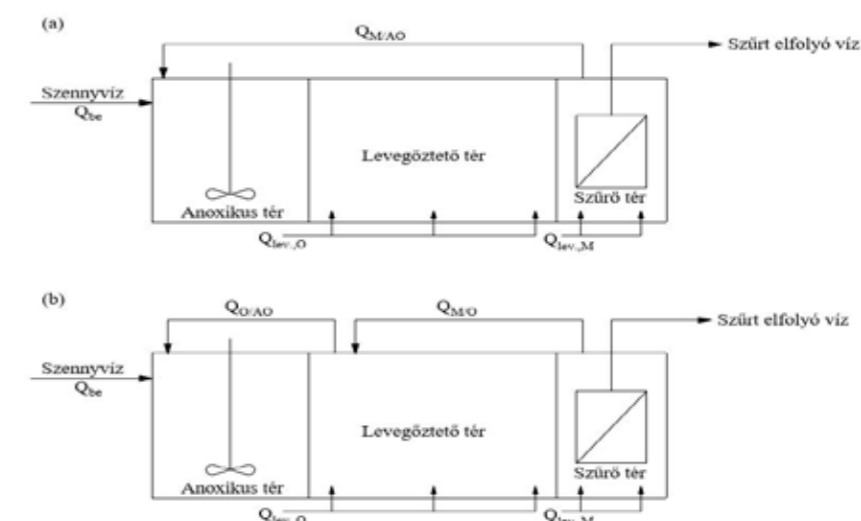
nő. Megfelelő egyensúlyuk kialakítása fokozott ellenőrzést és szabályozást igényel.

téseknél a fokozott keverés számottevő visszakeveredést, rövidzárat is okozhat.

- *Visszakeveredés fokozott veszélye kis reaktor-térfogatoknál* – Az MBR tisztító biológiai medencéi a nagyobb iszapkoncentráció eredményeként kisebbek a CAS rendszerekénél. A kisebb medencékbe ugyanakkor nagyobb a folyadék visszakeveredésének – rövidzár kialakulásának veszélye. Az MBR megoldásnál a levegőztető medencében a tisztítandó szennyvíz átlagos tényleges hidraulikai tartózkodási ideje (HRT) lényegesen kisebb, mint a látszólagos HRT a nagy belső recirkuláció miatt. Az A2/O kialakításnál (University of Cape Town -UCT) annak csak az 1/3-1/8-ada. A hatékony keveredés/keverés a medencékben ezért az MBR medencéknél jóval fontosabb, mint a CAS rendszerek medencéinél. Ugyanakkor a recirkuláció kiveze-

### Anoxikus/oxikus kiépítésű MBR szennyvíztisztítás

Ez a legáltalánosabban kiépített MBR tisztítás a szerves anyag és a nitrogén szennyvízből történő eltávolítására. Az eredeti kialakításban az iszapos víz visszavezetés az oxikus medencéből az anoxikusba közvetlenül történt, mint ahogy az az **1. a. ábrán** látható. A már említett túlzott oxigén visszaforgatás miatt azonban ezen változtatni kellett. Szükségessé tette ezt az is, hogy csökkentsék az oxikus medencetérben kialakuló iszapkoncentrációt. A recirkuláció szabályozását sokkal inkább az iszapkoncentráció kiegyenlítésére, mintsem a jó hatásfokú nitrogéneltávolításra igyekeznek beállítani.



**1. ábra**  
A/O rendszerű MBR (Yoon, S. H., et al., 2016)

a - Közvetlen recirkuláció a szűrőblokkból az anoxikus térrészbe  
b - Kétfélcpsős recirkuláció a denitrifikáló térbe



A visszavezetett oxigén hatásának csökkentésére az eredeti konfigurációt hamarosan módosítani kellett, mint az **1.b. ábra** mutatja, s mint ahogy az korábban már említésre került. A levegőztető medence 1-2 mg/l DO-ra történő szabályozása esetén így csak a korábban számolt oxigénmennyiségnek a negyede kerül vissza az anoxikus medencetérbe. Ez abban lényegesen kisebb oxidációs-redukációs potenciál fenntartását teszi lehetővé. Sajnos a kettős recirkulációval csökken az anoxikus medencetérben az iszapkoncentráció. Ha egy ilyen kialakításnál az oxikus medencében keletkező nitrát kétharmadát nitrogénné akarják redukálni, mintegy kétszeres iszapos víz visszaforgatást kell biztosítani (a beérkező nyersvízre számolva) az aerobból az anoxikus medencetérbe.

Az A/O konfiguráció az eleveniszapnál nem a többletfoszfór eltávolítására fejlődött ki. Ennek ellenére a csak levegőztetett térrel rendelkező tisztítókhöz képest ezek iszapja MBR kialakításban több foszfór eltávolítására is képes. Ez biológiai többletfoszfór felvétel

jelent az iszap révén. Ha a foszfór eltávolítását az ilyen rendszernél tovább kívánják növelni, az a levegőztető medencébe, vagy szűrőmedencébe történő vegyszer-adagolással lehetséges. Erre mind vas, mind alumínium sók alkalmasak, melyek mind foszfát kicsapó, mind koaguláló hatással (hidroxidjaik révén) is rendelkeznek.

### Fokozott tápanyageltávolítási lehetőség MBR kialakításnál Hyunday kiépítéssel

A Hyundai kiépítés (HANT) a múlt század 90-es éveiben került kialakításra. Mind a nitrogén-, mind a foszforeltávolításban növelheti a hatásfokot. Valójában a leggyegyszerűbb biológiai tápanyageltávolítási megoldás (BNR) egyetlen belső recirkulációs árammal (Yoon et al., 2004). Mint a technológiai sémája is mutatja (**2. ábra**), egy nem levegőztetett medencetér követi ennél a levegőztető medencét az oxigén kevert iszaptól történő elfogyasztására a recirkulációt megelőzően. Ezen túl az anaerob medencetér is az anoxikus után van ennél, az MLE megoldással ellentétben. Mivel

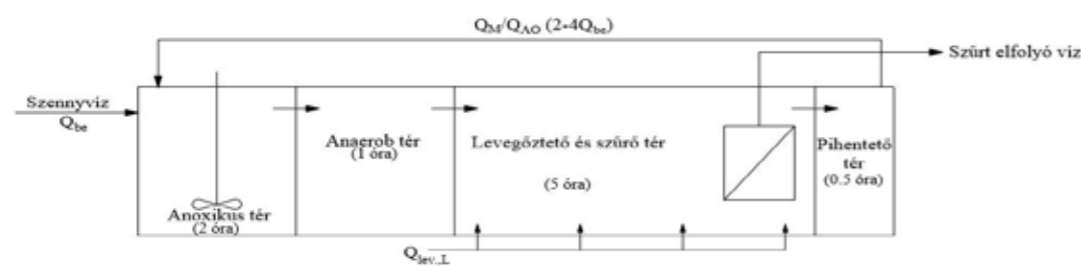
így denitrifikált iszapos víz áramlik az anaerob egységbe, abban a redox potenciál (ORP) megfelelően beállítható a többletfoszfór leadásához. Másik előnye a megoldásnak, hogy az anoxikus medencetérben így az iszapkoncentráció viszonylag nagyobb lehet, hiszen abba az iszapos víz a membrán szűrőtérből közvetlenül recirkulál oda bármiféle hígítás nélkül. A recirkulációs arány (QRAS) ilyen kialakításnál 2-4 lehet a tisztítandó szennyvízre ( $Q_{be}$ ) vonatkoztatva. A tisztított vízben a öN és öP koncentráció lakossági szennyvíz ezzel a megoldással történő tisztításakor vegyszer nélkül 5-10 és 1-2 mg/l között tartható.

Ennek a megoldásnak hiányossága, hogy az iszaprecirkulációs aránya nem szabályozható az optimális nitrogéneltávolítás érdekében, mivel azt a szűrőtérben történő iszapsűrűsödés megakadályozására kell elsősorban beállítani. Ha például kisebb ORP kellene a jobb N és P eltávolításhoz, a recirkulációt kellene csökkenteni az oxigén és nitrát visszaforgatás érdekében, ami azonban nem mindig lehetsé-

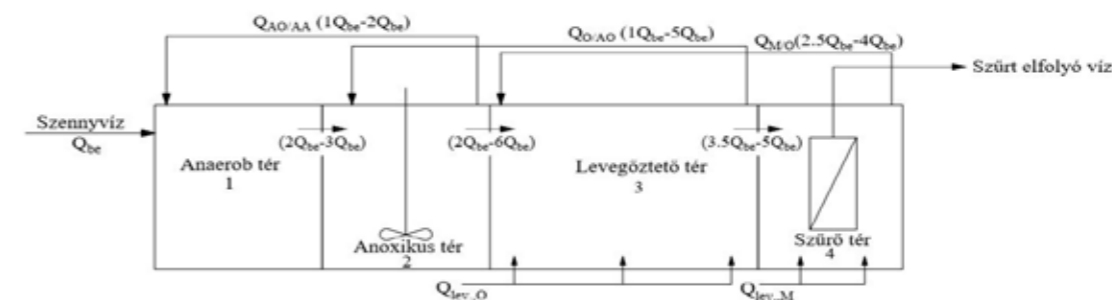
ges, a szűrőtérben kialakuló iszapsűrűsödés, s vele a membrán permeabilitásának csökkenése miatt. Ezért váltakozó szennyvízterhelés kompenzálására az üzemeltetés szabályozása valamelyest korlátozott.

### Módosított UCT kialakítás

MBR rendszereknél a módosított UCT sémája gyakorlatilag megegyezik a Virginia Initiative Plant (VIP) megoldással. Hagyományos utólepítő megoldásaiknál az előzőek általában nagyobb iszapkorra tervezettek (13-25 nap), mint az utóbbiak (5-10 nap), míg MBR változatuk, tehát az iszap ultraszűrése esetén az iszapkoruk megegyező. Ezeket a technológiákat A2/O megoldásnak is nevezik az anaerob/anoxikus/oxikus medencetér-sorrendiségük miatt (Banu et al., 2009). A módosított UCT talán legfőbb nyeresége, hogy a nitrátos vizet nem közvetlenül vezeti vissza az anaerob medencébe, hogy abban jobban csökkenthessen az ORP, s azzal maximálhassa ott a biológiai többletfoszfór leadását.



2. ábra  
Fokozott tápanyageltávolításra alkalmas Hyunday technológia sémája



3. ábra  
Módosított UCT rendszerű MBR kialakítás

A módosított UTC megoldásnál az MLE-hez hasonlóan az iszapos víz a tisztítósor elejére kerül vissza, azonban három lépcsős recirkulációval (**3. ábra**). Első lépcsőként a szűrőtérből a koncentráltabb iszap a levegőztető medencébe kerül vissza, ahonnan második lépcsőként forog vissza az anoxikus medencébe, s végül onnan harmadik lépésben az anaerob medencébe. A három recirkuláció nagysága a nyersvíz feladásra vonatkoztatva 2,5-4, 1-2 és 1-2 között változtatható, illetőleg optimális. Ezt mindig a nyersvíz minősége és a tisztítás elérendő határértékei befolyásolják. A kaszkádszerű, több lépcsőben történő iszapos víz visszaforgatás kicsit hígabb iszap tartását eredményezi az oxikus és anoxikus medenceterekben. Ennek megfelelően azok térfogatait megfelelően meg kell növelni az iszaphígulás kompenzálása érdekében (Yoon, S. H., 2016).

A nagy recirkulációk miatt a tényleges HRT az egyes medenceterekben jóval nagyobb, mint a látszólagos, amely a recirkulációk nélkül számolható a tisztítósorra érkező szennyvíz mennyiséggel. Közepes recirkulációs arányokkal számolva (3, 3, 1) az egyes tényleges hidraulikai tartózkodási idők csak 40, 18 és 14 %-ai a névleges HRT értékeknek. Ha például az anoxikus medencének a látszólagos HRT-je 2 óra, valójában abban csak 0,35 óra lesz az iszapos víz tényleges HRT-je a nagy iszapos víz recirkulációk miatt. Ilyen kis HRT-nél a folyadék visszakeveredés (rövidzár) hatása is jelentősebb lehet, különösen a nem elegendő keverés, és a kedvezőtlen medencetér kialakításakor. Fontos, hogy a recirkulációk beveze-

tési pontjai környezetében legyen nagyon jó keveredés, keverés az egyes medencékben.

Az egyes medenceterek térfogatainak tervezéséhez a mindegyikükben kialakuló iszapkoncentráció gondosan számolandó az egyes terek anyagmértékével. A következő négy feltételezéssel kell azt számolni:

- A friss szennyvízből keletkező iszap és az iszapelhalás az egyes medencékben elhanyagolható az azokban meglévő iszapkoncentrációhoz (MLSS) viszonyítva,
- MLSS koncentráció az egyes medencékben állandó,
- MLSS koncentráció az érkező szennyvízben elhanyagolható a rendszerben kialakulóhoz viszonyítva,
- a fölősiszap elvétel a szűrőtérből elhanyagolható az onnan az oxikus medencébe visszaforgatotthoz képest.

Ha például a szűrőtérből történő recirkuláció aránya 4, míg a másik kettőé 2, a relatív iszapkoncentráció az egyes medenceterekben (anaerob/anoxikus/oxikus/szűrőtér) 0.36 : 0,53 : 0,80 : 1 arányban várható. Látható, hogy jelentős koncentráció különbség lesz az egyes terekben. Az első két medencetér viszonylag kis iszapkoncentrációja jelentősen befolyásolja az N és P tápanyageltávolítás hatásfokát az azokban létrejövő kis tényleges tartózkodási idő, vagy reakcióidő miatt. A tényleges iszapkor is ennek megfelelően számolható az egyes medenceterekre ( $V_i$ ), vagy környezetre vonatkozóan az alábbi egyenlettel:

$$SRT_i = V_i X_i / Q_x X_M$$

Ahol  $Q_x$  és  $X_M$  a szűrőtérből történő fölősiszap elvétel térfogatárama, illetőleg iszapkoncentrációja.

20 m<sup>3</sup>-es ilyen kiépítésű kísérleti szennyvíztisztítóban 34-62 mg öN/l és 4,52-7,3 mg öP/l között változó szennyvíminőségnél vizsgálták a nitrogén és foszforeltávolítás hatékonyságát. A levegőztető medencében teljes ammónium oxidációt értek el, miközben az anoxikus medencetérben 1,6 mg/l alatti NO<sub>3</sub>-N koncentrációt tudtak tartani. Az oxikusból az anoxikus medencébe történő háromszoros  $Q_{be}$  recirkuláció esetén (oxikus recirkulációs arány = 3) a nitrogéneltávolítás 68-75 %-osnak bizonyult, ami az elméletileg számíthatóval jól egyezett. A foszforeltávolítás ugyanakkor az anoxikusból az anaerobba történő recirkuláció egyes arányai esetén (anoxikus recirkulációs arány = 1) 74-84 % között mozgott (Banu et al., 2009).

Az UCT és az úgynevezett Sammamish MBR (SmBNR) megoldások összehasonlítását mintegy egy évtizede laboratóriumi méretekben végezték el. Az SmBNR gyakorlatilag csaknem azonos a HANT megoldással, de esetében nincs külön oxigénfogyasztó medence, ugyanakkor a levegőztetőből az anoxikusba történő recirkuláció arányát a befolyóvízre vonatkoztatva igen nagyra állították be (5 $Q_{be}$ ). Az UCT megoldásnál kombinált levegőztető és szeparátortérrel dolgoztak. A kettő között alkalmazott recirkulációs arányt 5-re állították be, ami a tipikus 1 $Q_{be}$ -2 $Q_{be}$  értéknél sokkal nagyobb. Az oxikusból az anoxikusba történő

recirkulációt ezzel szemben a hagyományos 2 $Q_{be}$  értéken tartották.

A két rendszer közötti legfőbb eltérés, hogy a friss szennyvíz betáplálása az UCT megoldásnál az anaerob medencetérbe történt, míg az SmBNR esetén az anoxikusba. Bár a két megoldásnál a KOI eltávolítás hatásfoka gyakorlatilag megegyezett, az UCT jobb foszfor, míg az SmBNR jobb nitrogéneltávolítást mutatott az anaerob és anoxikus medenceterek fordított sorrendben történő kialakítása eredményeként. A nyersvíz 747 mg/l-es KOI-jét mindkét rendszer 11 mg/l értékre csökkentette. A nyersvíz 20 mg/l öP koncentrációja 6,6 és 11,4 mg/l-re csökkent az UCT, illetőleg az SmBNR tisztításnál. Ezzel szemben a nyersvíz 57,9 mg/l öN koncentrációja 16,4 és 10,4 mg/l értékre volt eltávolítható az egyes megoldásokkal.

### Lépcsős (több ponton történő) nyersvíz betáplálású MBR rendszerek

Megfelelő iszap tartózkodási idő biztosítása az anaerob és anoxikus medenceterekben elengedhetetlen a megfelelő tápanyagok (N és P) eltávolításhoz. Mint az előzőek is kiemelték, az UCT megoldás egyik hátránya, hogy anaerob és anoxikus tereiben csak kis iszapkoncentrációt tud kialakítani, s így jelentősen megnöveli ezeknek a medencéknek a térfogatigényét. Ennek ellensúlyozására lépcsős nyers szennyvíz betáplálással is kialakításra kerültek ilyen MBR rendszerek, mint ahogyan az a **4. ábrán** látható (Yoon, S-H., 2016). Ez mindkét említett

medencetérben nagyobb iszapkoncentráció kialakítását teszi lehetővé, mint az eredeti UCT megoldás.

Ennél a nyersvíz fele az anaerob, fele a levegőztetőt követő második anoxikus medencetérbe kerül betáplálásra. Mivel a szűrőegységből az iszapos víz az aerob medencébe kerül visszavezetésre (3. medencetér), amely megelőzi a második anoxikus medencét (4. medencetér), nincs szükség folyadék áttemelésre az első aeroból az azt követő anoxikus térbe, mint amire szükség van az eredeti módosított UCT MBR kialakításnál. Ez összességében szivattyúzási-költség megtakarítást eredményez megnövelt nitrogéntávolítási határfok mellett.

Ennek a megoldásnak egyik jelentős eredménye a többiekhez képest tehát éppen az iszapkoncentráció növelés az anoxikus és anaerob medenceterekben. A relatív iszapkoncentrációk az egyes medenceterekben a korábban leírtakhoz hasonlóan számolva a 4. ábra szerinti kialakításnál:

$$X1 : X2 : X3 : X4 : X5 : X6 \\ 0.64 : 0.64 : 0.86 : 0.80 : 0.80 : 1.00$$

arányban alakulnak.

Láthatóan az anaerob és anoxikus terekben jóval meghaladják az ettől eltérően kialakított MUCT rendszereknél elérhetőket. Ennek megfelelően ugyan olyan, vagy jobb BNR eltávolítás várható a lépcsős nyersvíz feladás esetén az MUCT megoldásnál kisebb medenceterek kiépítése esetén is.

#### Membránszűrés egyéb áttételes hatásai az üzemeltetésre

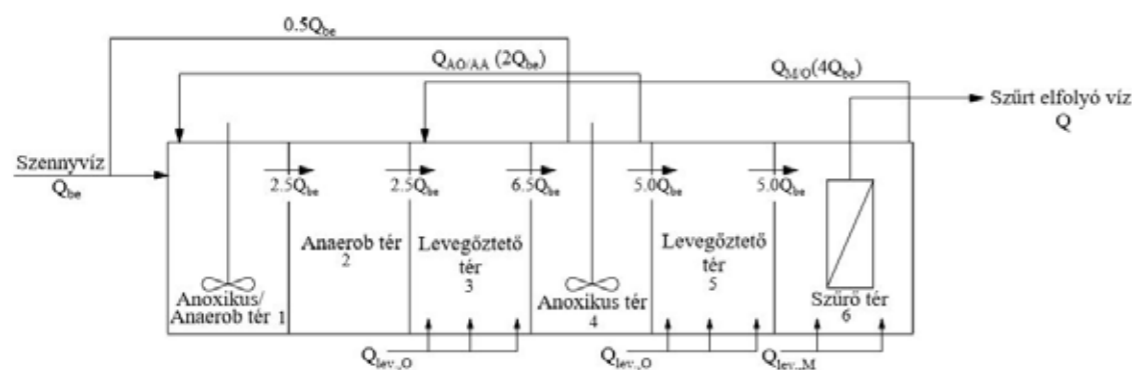
Egyértelmű tapasztalat, hogy kis relatív tápanyag-ellátottság (ami nagyobb iszapkornak felel meg), csökkenő membrán eltömődést biztosít. 4-5 napos iszapkor alatt válik a szűrés kritikussá, de ilyenkor már a nitrifikáció sem működik megfelelően. Napjainkban az MBR-eknél az átlagos iszapkort 20 naposra tervezik, de csúcsterhelések esetén 12-

15 napos iszapkorral is jól működhet még a teljes tápanyag eltávolítás és szűrés (Park et al., 2015; Yoon, 2016). Egyidejűleg a levegőztető medencében a DO koncentrációnak is megfelelőnek kell lenni (1-2 mg/l), hogy az oxigénszűke a heterotrofoknál ne okozzon fokozott EPS termelést. Gondos keveréssel biztosítani kell, hogy időszakos oxigénhiány se jelentkezessen az esetlegesen kialakuló "holt terekben". A túllevégtetés iszapapító hatásának a membránszűrésre ugyanakkor nem egyértelmű a következménye. Merev biofilm hordozók egyértelműen a membránok sérülését okozhatják. Ha a biofilm hordozó nem is juthat be a membránokhoz, a filmekről leszakadó apró iszaplemezek hatása a szűrésre kedvezőtlen (Leiknes et al., 2011; Yang et al., 2014). A biofilmes-eleveniszapos MBR rendszerekben a levegőztetőben együttesen kialakuló nagyobb iszapkoncentráció ugyanakkor csökkentheti a szükséges medencetér fogat igényt (beruházás). Ugyanakkor romlik abban az oxigénátvitel hatékonysága (Oxigén Transfer Efficiency - OTE), ami viszont a levegőbevitel (üzemeltetés) költségét növeli jelentősen.

poliszacharidokat (SMP) koagulálva, szűrve, nagyobb iszaprészekbe zárva eredményeznek jobb ultraszűrést. A nagyobb egységek ugyanis kevésbé blokkoló hatásúak (Mishima and Nakajima, 2009). A koagulánsok hatása egyidejűleg a foszforkoncentráció, valamint a víz pH-jának csökkenésében is jelentkezhet. Az utóbbi vas és alumíniumsó esetén sem különösebben jelentős, így a nitrifikáció sebességét nem csökkentik számottevően. Polimer-alumínium-klorid (PACl, vagy PAX) esetében a pH csökkentése jelentéktelen. Az SMP koagulációjával egyidejűleg a fém koagulánsok, toxikusak lévén, a fonalások számos csoportjára, az iszapduzzadás, habképződés csökkentésével is kedvező hatást érhetnek el (Roels et al. 2002), bár ez a hatás a tapasztalatok szerint csak rövidtávú, feltehetően addig, amíg nagyobb koncentrációban vannak ionos formában. A koagulánsok mellett ma már a polielektrolitok SMP koaguláló hatását is igyekeznek hasznosítani, s azzal is csökkenteni a membránok eltömődését (Dizge et al., 2011; Yoon, 2016).

Az MBR kialakítás esetén általános, hogy több levegő bevitele szükséges a membrán szűrőtérbe, mint magába a biológiai oxidációnak a döntő hányadéért felelős levegőztető medencébe. Egy üzemi vizsgálatnál kimérték, hogy A/O kialakítás esetén a levegő 78 %-a a membránok alá került befúvatásra, s csak 22 %-a a levegőztető medencébe. Ettől függetlenül a beoldódó oxigén mennyisége 67%-a a levegőztető medencébe jutott. Ez azért alakult így, mert az OTE a levegőztető medencében 7,2-ször nagyobb volt, mint

Finomszemcsés aktív szén (PAC) 2-5 mg/l mennyisége a kevert iszapban csökkentette a membrán eltömődését (Torretta et al., 2013). A folyamatos PAC adagolás viszont növeli az üzemeltetési költséget. Más szerzetlen, finomszemcsés biofilm hordozók közül a zeolitnak tapasztalták kedvező hatását a szűrő iszapréteg permeabilitására. Hatása talán elsősorban a réteg lazításában jelentkezhetett. Ezzel szemben a fém-hidroxidok az oldott



4. ábra  
A több lépcsőben történő nyersvíz betáplálású UCT membránszeparációval.



szűrőmembránok medencéjében. Az OTE a levegőztető medencében 8-12 g/l iszapkoncentrációnál 10 % körül, míg a membránok terében 1 % körül volt, éppen az ottani 4-8 mg/l-es DO miatt kialakuló kis hajtóerő, valamint a membránok felületének a folyamatos tisztításához szükséges durvább buborékméret eredményeként. Mindezek ellenére, a membrántérből a levegőztetőbe történő nagy iszap visszaforgatás eredményeként, a teljes oxigénfogyasztásnak mintegy a 10 %-a ebből a membrántérből recirkuláltatott vízből adódik. A teljes biokémiai oxigén-fogyasztásnak így 76 %-a a levegőztetőben, míg 24 %-a a membrántérben realizálódik. Csúcsterheléseknél ugyanakkor a levegőztető medencébe történő oxigénbevitelt jelentősen növelni kell, ami a fenti arányokat lényegesen megváltoztatja. Fontos viszont kiemelni, hogy bár a nitrifikáció döntően a levegőztető medencében történik, a membrántér nagy biztosíték a jó hatásfokú ammónium oxidáció elérésében (Brepols, 2011; Yoon, 2016).

Az MBR-ok fenti eltérései a CSA rendszerektől jelentős eltéréseket eredményeznek a szükséges medencetér méretek megválasztásakor az alapvetően szükséges iszapkorok biztosítására. Igaz ez a levegőztetés kialakítására, s a levegőigény, illetőleg a fúvók teljesítményének a tervezésére is. A membránszűrők tervezése látszólag egyszerűbb, hiszen azok a biológiától elvileg függetlennek tűnnek, de éppen a fentiekben részletezett hatások miatt ez is sok tapasztalatot igényel, a membránok tisztítására szolgáló alsó levegőztetésükkel egyetemben.

### Következtetés

Az ultraszűrős iszapszeparációval működő eleveniszapos szennyvíztisztítás napjainkban folyamatosan terjed a még jelenleg is drága membrán ellenére. Tisztított szennyvizük paraméterei lényegesen a megengedett határérték alatt vannak a KOI, tehát a szerves anyag tartalom tekintetében, ugyanakkor a növényi tápanyagtartalom eltávolítása esetükben is a hagyományos eleveniszaposakéhoz hasonlóan, meglehetősen kombinált kiépítéseket tesz szükségessé. A foszforeltávolítás ezeknél is csak a vegyszeradagolás biztonsági kiépítésével garantálható a kisebb határértékekre. A nitrogéneltávolítás megfelelő kiépítésnél, üzemeltetésnél alá tud kerülni a nagyobb tisztítókra előírt 10 mg öN/l határértéknek. Különösen igaz ez, ha a második anoxikus térbe gyorsan hasznosítható tápanyag adagolása is történik. Az iszapvíz mellékági nitrogén-mentesítésére természetesen az MBR rendszereknél is hasonlóan kedvező hatású, mint a hagyományos eleveniszapos tisztításnál.



### Köszönetnyilvánítás

A munka kidolgozásának támogatásáért köszönet a Pannon Egyetem GINOP-2.3.2-15-2016-00016 azonosító számú „Vízbázis-védelem, moduláris, mobil vízkezelő rendszerek és szennyvízkezelő technológiák fejlesztése a Pannon Egyetem bázisán hazánk dinamikus export növekedésének elősegítése érdekében” című projektjének.



### Hivatkozások

- Banu, J.R., Uan, D.K., Chung, I.-J., Kaliappan, S., Yeom, I.-T. 2009. A study on the performance of a pilot scale A2/O-MBR system in treating domestic wastewater. *J. Environ. Biol.* 30(6):959–963.
- Brepols, C. 2010. Operating Large Scale Membrane Bioreactors for Municipal Wastewater Treatment, IWA
- Chang, I.S., Lee, C.H., Ahn, K.H. 1999. Membrane filtration characteristics in membrane coupled activated sludge system: The effect of floc structure of activated sludge on membrane fouling. *Sep. Sci. Technol.* 34:1743–1758.
- Cosenza, A., Di Bella, G., Mannina, G., Torregrossa, M. 2013. The role of EPS in fouling and foaming phenomena for a membrane bioreactor. *Bioresour. Technol.* 147:184–192.
- Daigger, G.T., Crawford, G.V., Johnson, B.R. 2010. Full-scale assessment of the nutrient removal capabilities of membrane bioreactors. *Water Environ. Res.* 82(9):806–818.
- Dizge, N., Koseoglu-Imer, D.Y., Karagunduz, A., Keskinler, B. 2011. Effects of cationic polyelectrolyte on filterability and fouling reduction of submerged membrane bioreactor MBR. *J. Membrane Sci.* 377(1–2):175–181.
- Park, H.-D., Chang, I.-S., Lee, K.-J. 2015. Principles of Membrane Bioreactors for Wastewater Treatment. CRC Press pp. 436
- Jenkins, D., Richard, M., Daigger, G. 2004. Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking, Foaming, and Other Solids Separation Problems. London: CRC Press LLC.

- Judd, S. and Judd, C. 2011. The MBR Book Principles and Applications of Membrane Bioreactors for Water and Wastewater Treatment. Second edition. Butterworth-Heinemann
- Kárpáti, Á., Fazekas, B., Kovács. Zs. 2014. Szennyvíztisztítás korszerű módszerei. Pannon University. Veszprém, Hungary
- Leiknes, T., Rødegaard, H. 2005. The development of a biofilm membrane bioreactor. Desalination 202:135–143.
- Luxmy, B.S., Yamamoto, K. 2003. Investigation of microorganisms associated with the foam of a submerged membrane bioreactor in Japan. Microbes Environ. 18(2):62–68.
- Luxmy, B.S., Nakajima, F., Yamamoto, K. 2000. Predator grazing effect on bacterial size distribution and floc size variation in membrane-separation activated sludge. Water Sci. Technol. 42(3):211–217.
- Meng, F., Zhang, H., Yang, F., Li, Y., Xiao, J., Zhang, X. 2006. Effect of filamentous bacteria on membrane fouling in submerged membrane bioreactor. J. Membrane Sci. 272:161–168.
- Meng, F., Zhang, S., Oh, Y., Zhou, Z., Shin, H., Chae, S. 2017. Fouling in membrane bioreactors - an updated review. Water Research, Volume 114, 1 May 2017, Pages 151-180.
- Mishima, I., Nakajima, J. 2009. Control of membrane fouling in membrane bioreactor process by coagulant addition. Water Sci. Technol. 59(7):1255–1262.
- Roels, T., Dauwe, F., van Damme, S., de Wilde, K., Roelandt, F. 2002. The influence of PAX-14 on activated sludge systems and in particular on *Microthrix parvicella*. Water Sci. Technol. 46(1–2):487–490.
- Sharp, R.R., Heslin, G., Dolphin, M. 2006. Evaluation of a novel membrane bioreactor system for water reuse applications in urban environments. In Water Pollution VIII—Modelling, Monitoring, and Management, Eds. C.A. Brebbia, A. do Carmo. Southampton, UK: WIT Press, pp. 479–488.
- Torretta, V., Urbini, G., Raboni, M. et al. 2013. Effect of powdered activated carbon to reduce fouling in membrane bioreactors: A sustainable solution. Sustainability 5(4):1501–1509.
- Yang, W., Syed, W., Zhou, H. 2014. Comparative study on membrane fouling between membrane-coupled moving bed biofilm reactor and conventional membrane bioreactor for municipal wastewater treatment. Water Sci. Technol. 69(5):1021–1027.
- Yoon, T.I., Lee, H.S., Kim, C.G. 2004. Comparison of pilot scale performance between membrane bioreactor and hybrid conventional wastewater treatment systems. J. Membrane Sci. 242(1–2):5–12.
- Yoon, S-H. 2016. Membrane Bioreactor Process – Principles and Application. Taylor & Francis Group.
- You, S.J., Sue, W.M. 2009. Filamentous bacteria in a foaming membrane bioreactor. J. Membrane Sci. 342(1–2):42–49.
- WEF 2011. Membrane BioReactors WEF Manual of Practice No. 36 McGraw-Hill Education

## TECHNOLÓGIAI HULLADÉKVIZEK HASZNOSÍTÁSA EXTRAKTÍV HETEROAZOTRÓP DESZTILLÁCIÓ ALKALMAZÁSÁVAL

**DR. TÓTH ANDRÁS JÓZSEF**  
BME-VBK KÉMIAI ÉS KÖRNYEZETI FOLYAMATMÉRNÖKI TANSZÉK

**Kulcsszavak:** *finomkémiai ipar, technológiai hulladékvíz, oldószer regenerálás, desztilláció, újrahasznosítás*

### Összefoglalás

A finomkémiai iparokban a jelentős oldószerhasználat miatt a gyártások melléktermékeként nagy mennyiségű folyékony hulladék keletkezik, ezeket összefoglaló néven technológiai hulladékvizeknek hívjuk. Továbbá nagyon sok esetben bonyolult kezelési eljárást igényel ezen hulladékok ártalmatlanítása, mert magas szerves anyag tartalmuk miatt nem köthetők csatornahálózatba közvetlenül és nem engedhetők rá a biológiai tisztítási fokozatra. A technológiai hulladékvizek esetében az elsődleges cél a bennük található kemikáliák, értékes anyagok újrahasznosítása, lehetőleg még a gyártó saját kapuin belül. Összetett, erősen nem-ideális egyensúlyt alkotó szerves komponenseket tartalmazó technológiai hulladékvizek hasznosítására alkalmazható eljárás az extraktív heteroazotróp desztilláció. A közleményben a metanol-etil-acetát-víz terner elegy desztillációs elválasztása kerül bemutatásra. A laboratóriumi kísérletek és a számítógépes modellezések igazolják a technológia eredményességét, az alkalmazott desztillációk segítségével alkotó komponensre választható szét a hulladékvíz és ez által az újrahasználat megvalósítható.



## Bevezetés

A folyékony hulladék fogalmát a hulladékgazdálkodási törvény határozza meg, miszerint „az a hulladékká vált folyadék, amelyet nem vezetnek el és nem bocsátanak ki szennyvízelvezető hálózaton, illetve szennyvíztisztító telepen keresztül” (KVVM, 2017). E fogalomba tehát beletartozik minden olyan hulladék, amely technológiai folyamatokból származik, vagy a fogyasztás során a lakosság vagy az intézmények olyan körénél keletkezik, ahol a csatornázás nem történt meg, illetve nem kötötték rá ilyen hálózatra. A technológiai folyamatokból származó folyékony hulladék kezelési kötelezettsége a termelőt illeti és a hulladék tulajdonságaitól függ a kezelés módját.

Ezen kívül az oldószerek – főként ipari – alkalmazását komoly rendeletekkel szabályozzák. Az Európai Parlament és Európai Tanács 2006. december 18-án fogadta el a vegyi anyagok regisztrálását, értékelését, engedélyezését és korlátozását szabályozó 1907/2006/EK rendeletet. A REACH-nek (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals) nevezett jogszabály 2007. június 1-jén lépett hatályba, és rendelkezéseit az EU valamennyi tagállamában közvetlenül alkalmazni kell. Vegyipari technológiák melléktermékeként keletkező komplex oldószerelemek újrahasználatára – számos esetben nem oldható meg, illetve további értékesítésük is nehézkes. Szennyvízelvezető hálózatba nem vezethető, mivel ezek főként veszélyes hulladéknak minősülnek a 72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet hulladékjegyzéke szerint.

Ezért az így keletkező hulladékokat kénytelenek komoly költségen elszállítani a megfelelő vállalkozóval, és utána számos esetben nem környezetbarát módon megsemmisíteni (Tari, 2017).

Ezt kikerülve egyre inkább célszerű lenne annak újragondolása, hogy miképp lehetne mégis ezen komplex elegyeket újrahasználatóvá vagy újrahasznosíthatóvá tenni (Lucia és Finger, 2004; Dursun és Sengul, 2006). Abban az összetételben, ahogy a folyamat melléktermékeként keletkezik semmiképp, így ezek elválasztása nyújthat megfelelő megoldást. A hasznosítási eljárást követően a hulladék, mint másodnyersanyag, illetve energiahordozó, vagy mint félkész, ill. késztermék kerül vissza a termelési folyamatba, esetleg közvetlen felhasználásra (Stefankovics, 1994).

### A hulladék hasznosítása a következő gazdasági előnyökkel jár:

- csökkenti a nyersanyagforrások kitermelését,
- nem terheli a természeti és az épített környezetet,
- energia-megtakarítást jelent, mert a hulladékból származó másodnyersanyagok feldolgozása általában kevesebb energiát igényel, mint az eredeti nyersanyagok átalakítása.

### Jelenős környezetvédelmi hasznai:

- lényegesen csökken az elszállítandó hulladék térfogata és tömege,
- megelőzhető a hulladék ellenőrizhetetlen körülmények közötti elhelyezése a természetben,
- a hasznosítás lényegesen kisebb környezetszennyezéssel jár, mint a jelenleg leggyakrabban alkalmazott lerakás, ill. égetés.

A kémiai eljárások zöldebbé tételének és az energiafelhasználás csökkentésének érdekében Anastas P. T. és J. Warner J. C. (1998) kidolgozták a zöld kémia 12 alapelvét. A következő pontok kapcsolódnak szorosan technológiai hulladékvizek problémaköréhez.

- A kémiai termékeknek használatuk végétével le kell bomlaniuk úgy, hogy az élőlényekre és a környezetükre nézve ártalmatlan bomlástermékek képződjenek.
- Megújuló nyersanyagokból válasszunk vegyipari alapanyagokat.
- Jobb megelőzni a hulladék keletkezését, mint utána a kezelésével/megsemmisítésével foglalkozni.
- Minimalizálni kell a segédanyagok felhasználását és zöldre kell azokat tenni.
- Törekedni kell a minél „közönségesebb” reakciókörülmények alkalmazására, illetve az energiafelhasználás minimalizálására.

2003-ban P. Anastas P. T. és Zimmerman J. vezették be a zöld kémia újabb törvényeit,

amely az első 12 alapelvet gyakorlatorientáltabb szempontokkal egészíti ki (Anastas és Zimmerman, 2003), a kapcsolódó pontok a következők.

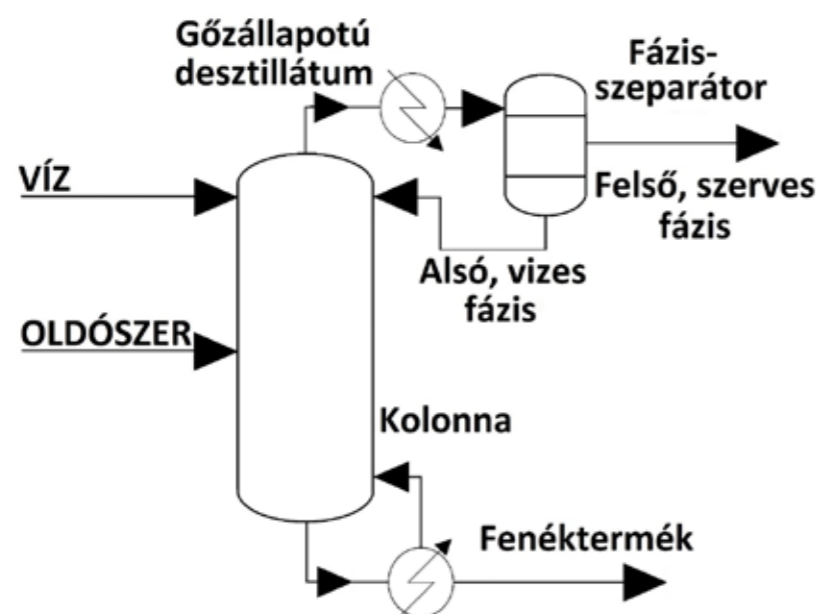
- A termék teljes életciklusára teljesülnie kell a fenntarthatóságnak.
- Nemcsak maga a reakció, hanem a feldolgozás (az elválasztás és tisztítás) is gondosan megtervezendő zöldkémiai szempontból.

Egy gyógyszergyárban nagy mennyiségű 7,5 tömegszázalék (m/m%) metanol (MeOH) – 85 m/m% etil-acetát (EtAc) – 7,5 m/m% víz összetételű hulladék oldószerelem keletkezik. A cél olyan eljárás kidolgozása, amellyel a fenti zöld kémiai elvekkel összhangban az értékes szerves komponensek újrahasznosíthatóak, legalább 99,5 m/m%-os terméktisztaság elérése.

A kezelési eljárást megnehezíti, hogy két korlátolt elegyedésű komponenspár található az elegyben: a MeOH-EtAc (minimális forráspontú homoazeotróp), illetve az EtAc-víz (heteroazeotróp) (Marsden, 1954; Gmehling et al. 1978). A desztilláción alapuló elválasztások nehezen kivitelezhetők lehetnek az ilyen erősen nem-ideális elegyek esetében (Mizsey és Tóth, 2012). Az extraktív heteroazeotróp desztilláció (EHAD) reális alternatívának bizonyult az összetett, azeotrópokot képző hulladékoldószerek elválasztásánál (Tóth, 2015; Tóth et al. 2016). Az EHAD-technika az extraktív- és a heteroazeotróp desztilláció kombinációja: extraktív ágensként vizet adagolnak a kolonna legfelső tányéjára és fázisszeparátor segítségével



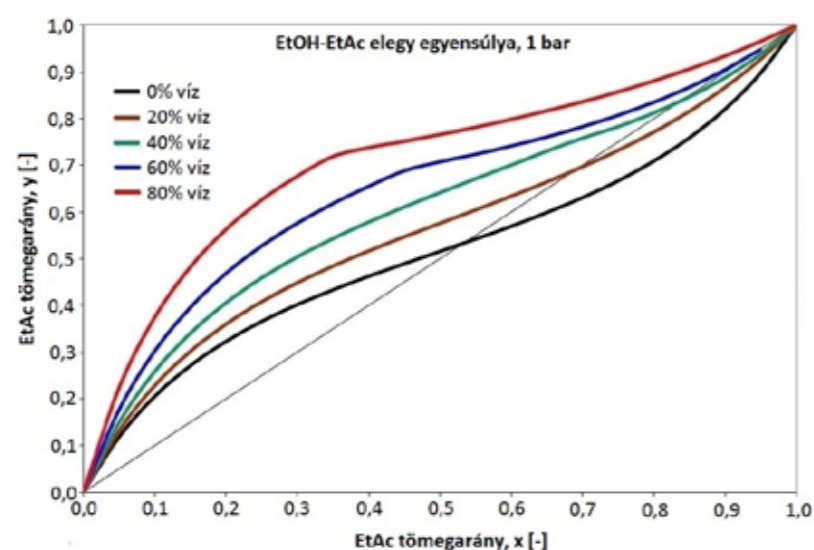
gével választják el a fejtermékben keletkező heteroazeotrópot (Szanyi et al. 2004a, b; Szanyi, 2005; Szanyi et al. 2005). Célszerű a vizet az oszlop tetején beadagolni, mert így érhető el a legnagyobb extraktív szakasz a kolonnában. Az EHAD-rendszer sémáját az **1. ábra** szemlélteti.



**1. ábra**  
Extraktív heteroazeotróp desztillációs rendszer sémája (Tari, 2017)

A **2. ábra** szemlélteti a víz hozzáadásának egyensúly eltoló hatását az etanol (EtOH) és etil-acetát elegy gőz-folyadék egyensúlyi diagramján. Látható, hogy adott mennyiségű extraktív ágens adagolásával kvázi ideálissá tehető az elválasztás.

**2. ábra:**  
Etanol–etil-acetát rendszer egyensúlya víz hozzáadásával (Tóth, 2015)



Kiemelendő, hogy az EHAD-eljárás azért előnyös, mert nem képződik új azeotróp, ugyanis az extraktív ágensként használt víz, már eleve jelen van a szétválasztandó keverékben (Tóth et al. 2016).

A háromkomponensű elválasztandó oldószert az eljárással biner komponenspárokra bonthatjuk: a desztillátum így döntően EtAc-víz, a maradék pedig MeOH-víz elegy lesz, amelyeket további, már egyszerűbb desztilláló kolonnákban tudunk az alkotóelemeikre bontani.

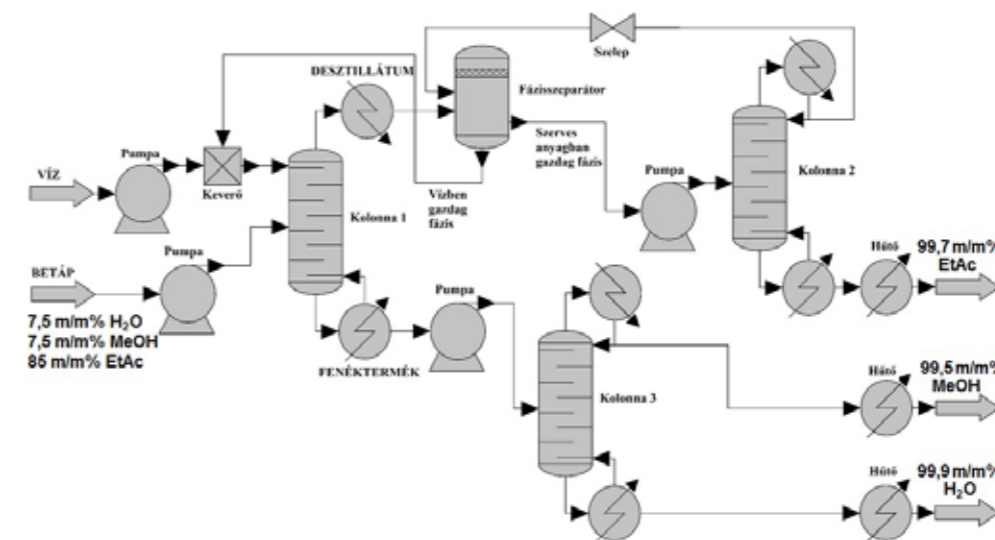
#### Anyagok és módszerek

Először számításokat végeztem professzionális folyamatszimulátor (ChemCAD, UNIQUAC rutin (Egner et al. 1999; Wiśniewska-Gocłowska és Malanowski, 2001)) környezetben, hogy optimalizáljam a desztilláló kolonnák működését. A modellezés során a lehető legkisebb tányérszámhoz, illetve refluxarányhoz ke-

restem meg azt a minimális extraktív ágens mennyiséget, amellyel a kitűzött terméktisztaságok teljesíthetők. A gyártótól kapott adat szerint 700 kg/h a rendszer tervezett kapacitása, így folyamatos üzemű eljárást terveztem (Simándi, 2011). A **3. ábra** szemlélteti a három kolonnával végzett, összetett elválasztást.

Dinamikus programozással (Edgar et al. 2001) optimalizáltam az elválasztási rendszert, majd az EHAD-kolonnát megépítettem a laboratóriumban, hogy a számításokat kísérleti úton is verifikálni tudjam.

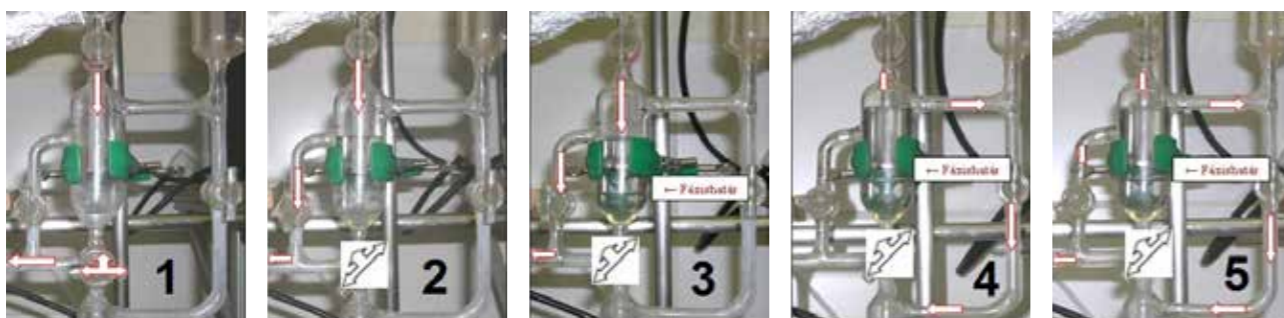
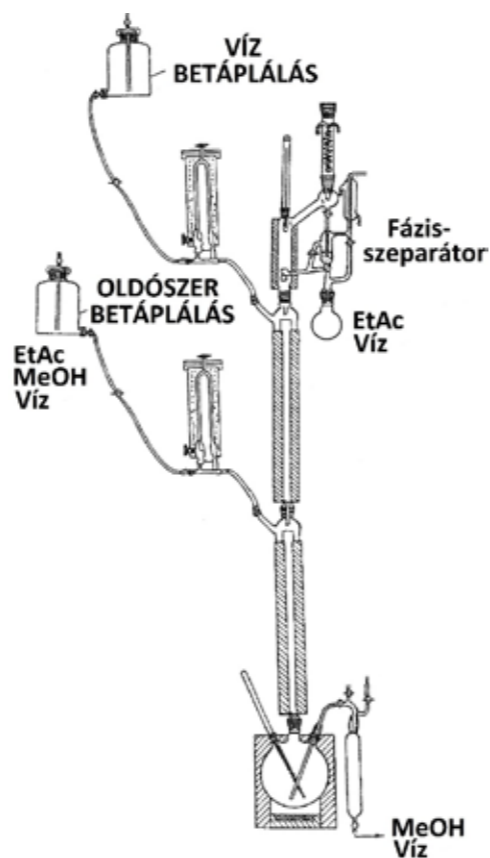
Az oszlop elméleti tányérszáma 10-nek adódott, MeOH-víz eleggyel történő vizsgálat esetén. Az elválasztás hatékonyságának növelése érdekében rendezetlen töltetet raktam a kolonnába. A hulladék oldószert az oszlop közepébe, az extraktív ágenst pedig a tetején tápláltam be. 0,3 kW teljesítményű fűtőkosárral szabályoztam a fűtést. A **4. ábra** mutatja be a laboratóriumi desztilláló kolonnát.



**3. ábra**  
A terner elegy elválasztásának sémája a folyamatszimulátorban

4. ábra  
Laboratóriumi kolonna EtAc–MeOH–víz elegy elválasztására

A kísérlet elvégzésének folyamatát szemléltetik az 5. ábra képsorai (1.-5. képek). A kísérlet során a fázisszeváparátor csapjainak állításával terelhető a megfelelő irányba a hűtőből érkező, lekondenzált desztillátum. A kísérlet kezdetekor az oszlop üstjébe kell tölteni a kiindulási anyagot és fel kell fűteni a kolonnát. Az 1. kép ezt a kiindulási helyzetet mutatja, amikor még nem jelenik meg a termék az oszlop tetején. A kondenzáram megjelenése után el kell kezdeni betáplálni teljes reflux mellett csak a szerves elegyet, amíg a fej hőmérséklete állandó nem lesz. A 2. képen a folyadék megjelenése látszik a fázisszeváparátorban. A továbbiakban a fehér nyílak a kondenzátum lehetséges útját jelölik. Ez után el kell zárni a fázisszeváparátort és elindítani csak a víz betáplálást abból a célból, hogy lemoszuk a MeOH-t a fejből. Amikor elegendően tiszta EtAc-víz elegy lesz a fejtermékben, akkor kialakulhat a fázishatár a szeváparátorban (3. kép). Ezután el kell zárni a baloldali visszavezető csapot és a modellezés szerint kiszámított arányban el kell indítani betáplálásokat (4. kép). A fázisszeváparátor jobb oldalán tudjuk elvezetni a felső, etil-acetátban dús fázist. A mérés további részében úgy kell nyitni-zárni a baloldali reflux csapot, hogy a fázishatár állandó szinten maradjon (5. kép).



5. ábra  
A fázisszeváparátor állásai a mérés során

A hőmérsékletek állandósulásáig végeztem a kísérletet, több párhuzamost mérést csináltam, amelyek több óráig stacioner állapotban zajlottak. A szerves komponensek analízisét Shimadzu GC2010Plus+AOC-20 típusú gázkromatográffal, a víztartalmat pedig Hanna HI 904 típusú Karl Fischer titrátorral végeztem.

### Eredmények

Az 1. táblázat mutatja be az EHAD-oszlop szimulációs és kísérleti eredményeinek összehasonlítását.

EHAD-oszlop	Betáplálás		Modellezés		Mérés	
	Hulladék	Pótvíz	Desztillátum	Maradék	Desztillátum	Maradék
Víz [m/m%]	7,5	100	2,5	95,8	4,3	95,7
MeOH [m/m%]	7,5	0	0,1	4,1	0,1	4,3
EtAc [m/m%]	85,0	0	97,4	0,1	95,6	0
Áram [kg/h]	0,50	2,52	0,36	2,61	0,37	2,68
T [°C]	20	20	69,8	95,8	69,5	96,5

1. táblázat  
Az EHAD-oszlop elválasztásának kísérleti verifikációja

Jó egyezés figyelhető meg a modellezés és a mérés között. A kísérlet során az anyagmérleg hiba 0,2% alatt volt. A következő, 2. táblázatban a szimulációs eredmények olvashatóak.

	Kolonna 1	Kolonna 2	Kolonna 3
Összes tányérszám [-]	8	20	20
Betáplálás helye [-]	4	12	10
Pótvíz betáplálás [kg/h]	400		
Refluxarány [-]	1	0,5	0,5
Maradék Víz [m/m%]	79,4	0,3	99,9
Maradék MeOH [m/m%]	20,5	0	0,1
Maradék EtAc [m/m%]	0,1	99,7	0

2. táblázat  
Szimulációs eredmények a teljes rendszerre

### Felhasznált irodalom

Látható, hogy a modellezés során a kitűzött határértékeket teljesíteni tudtam, minimális refluxarányok szükségesek. Továbbá elegendőnek bizonyult extraktív ágens mennyiségként a betáplált hulladék oldószer csupán ~57%-a, így a kolonna terhelése sem jelentős.

### Köszönetnyilvánítás

A publikáció a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és az 112699-es számú OTKA pályázat támogatásával készült.

### Következtetések

Az extraktív heteroazeotróp desztilláció hatékony eljárásnak bizonyult a metanol–etil-acetát–víz összetételű technológiai hulladékvíz kezelésére. A gyártó a technológia alkalmazásával a terner elegy szerves komponenseit újra tudja hasznosítani, vagy a saját technológiájában, vagy igény esetén értékesítheti más partnerek számára. Továbbá a csatornába engedett szerves alkotó is minimális lesz, így csökkenthetjük a környezetünk terhelését és a körforgásos gazdaság irányába terelhetjük a finomkémiai szektort.

Anastas, P. T. és Warner, J. C. (1998): Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press.

Anastas, P. T. és Zimmerman, J. (2003): Design Through the 12 Principles of Green Engineering, Environmental Science and Technology 37(5), pp. 94-101.

Dursun, D. és Sengul, F. (2006): Waste minimization study in a solvent-based paint manufacturing plant, Resources, Conservation and Recycling 47(4), pp. 316-331.

Edgar, T. F., Himmelblau, D. M. és Lasdon, L. S. (2001): Optimization of chemical processes. McGraw-Hill.

Egner, K., Gaube, J. és Pfennig, A. (1999): GEQUAC, an excess Gibbs energy model describing associating and nonassociating liquid mixtures by a new model concept for functional groups, Fluid Phase Equilibria 158-160, pp. 381-389.

Gmehling, J., Onken, U. és Rarey-Nies, J. R. (1978): Vapor-liquid equilibrium data collection, Dechema, Virginia.

KVVM, (2017): [http://www.kvvm.hu/szakmai/hulladeggzd/hulladeggzdalkodas/hulladektipusok\\_telepulesi\\_foly.html](http://www.kvvm.hu/szakmai/hulladeggzd/hulladeggzdalkodas/hulladektipusok_telepulesi_foly.html) (2017.07.09)

Lucia, A. és Finger, E. J. (2004): Co-solvent selection and recovery, Advances in Environmental Research 8(2), pp. 197-211.

Marsden, C. (1954): Solvents And Allied Substances Manual With Solubility Chart, Cleaver-Hume and Elsevier, London.

Mizsey, P. és Tóth, A. J. (2012): Ipari ökológiai elvek alkalmazása technológiai hulladékvizek

fiziko-kémiai módszerekkel történő kezelésénél, Ipari Ökológia 1(1), pp. 101-125.

Simándi, B. (szerk.) (2011): Vegyipari műveletek II. Typotex Kiadó, Budapest.

Stefankovics, Zs. (1994): Azeotrópot képző oldószerkegy regenerálása, Diplomamunka, BME, Budapest.

Szanyi, Á. (2005): Separation of non-ideal quaternary mixtures with novel hybrid processes based on extractive heterogeneous-azeotropic distillation, PhD Dolgozat, BME, Budapest.

Szanyi, Á., Mizsey, P. és Fonyó, Zs. (2004a): Novel hybrid separation processes for solvent recovery based on positioning the extractive heterogeneous-azeotropic distillation, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification 43, pp. 327-338.

Szanyi, Á., Mizsey, P. és Fonyó, Zs. (2004b): Optimization of nonideal separation structures based on extractive heterogeneous azeotropic distillation, Industrial and Engineering Chemistry Research 43, pp. 8269-8274.

Szanyi, Á., Mizsey, P. és Fonyó, Zs. (2005): Separation of highly non-ideal quaternary mixtures with extractive heterogeneous-azeotropic distillation, Chemical and Biochemical Engineering Quarterly 19(2), pp. 111-121.

Tari, R. (2017): Komplex oldószerkegy elválasztása extraktív heteroazeotróp desztillációval és pervaporációval, Diplomamunka, BME, Budapest.

Tóth, A. J. (2015): Liquid Waste Treatment with Physicochemical Tools for Environmental Protection, PhD Dolgozat, BME, Budapest.

Tóth, A. J., Szanyi, Á., Angyal-Koczká, K. és Mizsey P. (2016): Enhanced Separation of Highly Non-ideal Mixtures with Extractive Heterogeneous-azeotropic Distillation, Separation Science and Technology 51(7), pp. 1238-1247.

Wiśniewska-Gocłowska, B. és Malanowski, S. X. K. (2001): A new modification of the UNIQUAC equation including temperature dependent parameters, Fluid Phase Equilibria 180(1-2), pp. 103-113.





**Vevőközpontúság – Minőség - Innováció a Víziparban**

 Hagományos korszerűség" 1989-óta gyártás és innovatív termékfejlesztés  
 Magyarországon, Szentendrén

**Gyártás**

 Vevő-  
központúság

Minőség

Innováció

**Tervezés**

**Szerviz**

 Hawle Szerelvénygyártó és Forgalmazó Kft.,  
 2000 Szentendre, Dobogókői út 5.  
[www.hawle.hu](http://www.hawle.hu)  
 +36 26 501-501, [info@hawle.hu](mailto:info@hawle.hu)
**EGY MASZESZ LÉPÉSEL KÖZELEBB A KÖRFORGÁSOS  
GAZDASÁG ÉS A VÍZTUDATOS TÁRSADALOM FELÉ**

SZENNYVÍZISZAP - ENERGIA - ÚJRAHASZNOSÍTÁS

*Rendkívül nagy érdeklődés övezte a június 22-i szennyvíziszap szakmai napunkat, ahol több mint száz regisztrált látogató részvételével vizsgáltuk a szennyvíziszap optimális felhasználásában rejlő gazdasági és szakmai lehetőségeket*

A MaSzeSz megújulásakor célul tűzte ki a szakmai által megfogalmazott igények, aktuális kérdések részletes tárgyalását. A Szövetségben és a MaSzeSz-szel együttműködő vízipari, szakmai és kormányzati szerveknél, hatóságoknál meglévő szakmai tudás és technológia ágazaton belüli hasznosítása, naprakészen tartása, valamint a települési vízgazdálkodás területén felhalmozott tapasztalatok átadása teszi egyedivé munkánkat.

A szakmai kérdések részletes vizsgálatára, a tapasztalatok megosztására pedig nagyon nagy az igény, melyet jól mutat a legutóbbi **szakmai napunk** is, ahol **13 tematikus előadás keretén belül több mint 100 résztvevő** gondolkozott együtt a **szennyvíz és szennyvíziszap energiatartalmának jobb kihasználását lehetővé tevő eljárásokról**.

A szennyvíz és szennyvíziszap energiatartalmának hasznosítási lehetőségei és korlátai mellett a prezentálók ismertettek több mintaprojektet, üzemi kísérletet, mely az elfolyó víz minőségének javítását, a tisztított szennyvíz energiájának hasznosítását mutatta be.

**Dr. Kárpáti Árpád PhD.**, a Pannon Egyetem docense „*A szennyvíz és szennyvíziszap energiatartalma hasznosításának lehetőségei és korlátai*”-t tárgyaló előadásában, a Szakmai Nap programjának előremutató felvezetőjeként napjaink elengedhetetlen igényeként fogalmazta meg. (Dr. Kárpáti Árpád a szennyvíz anyag és energiatartalmának, azok kapcsolatának, átalakulásainak alapismereteit korábban, a MaSzeSz HÍRCSATORNA 2016. évi 3. számában részletezte). Hangsúlyozta, hogy napjaink energia és nyersanyag, valamint





az egyre fokozódó költségtakarékosság igénye újabb és újabb hosszú távú fenntartható technológiák kiépítését teszi szükségessé. A jelenleg általános részleges oxidációt követő iszaprothasztással csak a levegőztetés energia igénye nyerhető vissza a szennyvízből. A jövőben a szennyvíz szerves anyag tartalmának a levegőztetés nélküli főági biometanizációját lehet majd első lépcsőben megvalósítani, az így tisztított szennyvizek öntözésre történő hasznosításával. Ez a növényi tápanyagok (N és P) hasznosítását is jelentheti.

Végezetül köszönetét fejezte ki **Boda Jánosnak** a Szakmai Nap színvonalas programjának összeállításáért.

**Váci László**, a Fővárosi Vízművek szennyvízágazati üzemeltetési osztályvezetője „Az elfolyó tisztított szennyvíz helyzeti energiájának turbinás hasznosítása, az iszapkezelés, biogáz hasznosítás, valamint mellékáramú nitrogéneltávolítás létesítményei a csepeli (BKSZT) szennyvíztisztító telepen” című előadása röviden áttekintette a BKSZT szennyvíz-

tisztítási, és iszapkezelési technológiáját. Ezt követően kitért a főáramú szennyvíztisztítási technológiában alternatív üzemben törpe vízerőműként is működtetett csigaszivattyúra, melynek alkalmazása eredményeként 8-10 éves megtérülés számítható, Az SBR DEMON reaktorok energia nyerésén túlmenően, az iszapvonalon termofil rothasztás, majd ezt követően hőcserélők és kogenerációs erőművi energia-kihozatal növeli az energiahatékony- ságot..

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep vezetőjének, **Román Pálnak** jövőbe mutató összefoglaló prezentációja „A szennyvíziszap biokémiai stabilizációjának és energetikai hasznosításának újszerű eljárásai” ismertette a termofil aerob-, az anaerob, a MÜC (mikrobiális üzemanyagcellák) és aerob-anaerob termék előállítás (bioplasztik) technológiákat, és az azokkal elérhető energiatermelési, energiatarolási lehetőségeket, valamint elérhető energetikai hatékonyságot.

„Nitrogén és foszfor eltávolítás folyamatának optimalizálása az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen” címmel **Kassai Zsófia**, az FCSM technológus mérnöke a szennyvíztisztító telep magas-szintű elméleti felkészültségén túl a gyakorlat terén bizonyított és általa vezetett energiahatékonysági kísérletekről számolt be. Az üzemi kísérlet célja az elfolyó vízminőség javítása volt. A kísérleti folyamatszabályozást automata analizátorral végezték, melynek során 40%-al nőtt meg a N eltávolítás. A vas(III)klorid adagolást áthelyezték az elő-ki-csapatásból a SEDIPAC - elfolyójába, az eleve-

niszapos medence elé automatikus üzemben. Probléma esetén átálltak automatikus üzemből kézi vezérlésre. A kísérlet eredményeként csökkent a vegyszerigény, javult a vízminőség.

A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep vezetője, **Barabás Győző** „Hulladékfogadás, együttes rothasztás, biogáz hasznosítás hatékonyságának növelése a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen” előadása tárgyalta az energiahatékonyság növelését biztosító célirányos fejlesztési tevékenységet, melynek során jelentős eredményeket értek el a technológiában célként kitűzött területen. A darabos és folyékony szennyeződések adagoló technológiában fél-üzemi folyamatos vizsgálatok, és hulladékmenedzsmet segítették a komplex fejlesztés sikerét.

**Fodor Zoltán**, a Magyar Épületgépészek Szövetsége Geotermikus Tagozatának elnöke „A Vízművek elfolyó tisztított szennyvizének hő-hasznosítása”-ról beszélt. Kitért arra, hogy a hőszivattyú szerepe nő, és a szennyvíz hő-hasznosításában, különösen ipari szennyvizek esetén, hatékony. Hangsúlyozta a sorba-kapcsolás jelentőségét. A példák vezetékpáron történő elszállítás és hasznosulást mutattak be. Felhívta a figyelmet az előadó a hőcsökkenés következtében előálló súrlódási veszteség (viszkózitás növekedése miatti) növekedésre.

**Prof. Dr. Juhász Endre**, a délelőtti ülés összefoglalójaként kiemelte, hogy a budapesti üzemeltetési kísérleteken és beszámolókon túlmenően, melyek PhD disszertációk tárgyát is képezhetnék, Szegeden, Debrecenben,



Miskolcon is, a szakmai nap témakörében jelentős fejlesztést biztosító kísérletek folynak. A résztvevők figyelmébe ajánlotta **Dr. Orbán Veronika** szaktanácsadó szerkesztésében, a szennyvíztisztító telepeken dolgozó gyakorlati szakember-gárda hibaelhárítását elősegítő kézikönyv és útmutatót, mely várhatóan megjelenik.

A délutáni programot levezető **Dr. Major Veronika**, MaSzeSz alelnök bevezetésképpen felhívta a figyelmet arra, hogy a kisebb telepeken is lehetséges energia-hatékony iszap-hasznosítási technológiákat alkalmazni, mint ahogy ezek az ajánlott technológiák a 2015-

ben készült nemzeti iszapstratégiában (Stratégia felülvizsgálat, szennyvíziszap hasznosítási és – elhelyezési projektfejlesztési koncepció) megtalálhatóak.

Az előadások sorát **Böcskey Zsolt** szennyvíz ágazatvezető nyitotta meg: „*Biometán termelés a Zalaegerszegi Szennyvíztisztító Telepen*”. Prezentációjában megemlítette, hogy nincs a szennyvíztisztítási technológiában előülepítés az érkező szennyvíz alacsony szerves anyag tartalma miatt. A rothasztók esetében 2012-ben az FCSM-hez hasonló magas szerves anyag tartalmú szilárd anyag fogadásra tértek át. A gondos, nagy odafigyelést biztosító

folyamat végén a 95%-os biometánt szárítás után 200 bar nyomáson lehet gázüzemű gépjárműbe tankolni.

Azóta a ZALA VOLÁN 11 helyi és helyközi járata használja már a ZALAVÍZ saját flottáján túlmenően a szennyvíziszap alapú CNG (Compressed Natural Gas) terméküket.

Az „*Együttrothasztás tapasztalatai a Bakonykarszt Zrt. Veszprémi telepén*” címmel hangzott el, **Volf Balázs** csatornaszolgáltatási üzemvezető előadása. Cél: telepi iszapok és a beszállított szerves hulladékok együttes rothasztása.

#### Összefoglalva:

- a rothasztó szerves anyag terhelése: 1,9-2,1 kg/m<sup>3</sup>.d,
- kevert iszap optimális térfogata: 160-190 m<sup>3</sup>/d,
- kevert iszap optimális összetétele: 35% pálcás sűrített iszap, 40% gépi sűrített fölős

iszap, 10% hidrolizált fölős iszap, 10% tejipari flotált zsír, 5% zsírfogó hulladék,

- a keverési aránytól való néhány %-os eltérés még megengedhető,
- ezen receptúra alapján összeállított, temperált, homogenizált iszap 20 napos HRT melletti rothasztása során keletkező biogáz várható mennyisége 2800-3200 m<sup>3</sup>/d.

Ezt követően a Flávy Kft-től **Tuba Dániel** technológus mérnök és Forgács Attila projektmenedzser „*A biogázüzemű mintaprojektek az iszapstratégiai tervben, működő referenciatelepek iszap és gázvonalai megoldásai*”-t ismertette a szakmai nap résztvevőivel.

A Nemzeti iszapstratégiához kapcsolódóan, az UTB-vel együtt 10 rothasztó tervezését végezték el, 3D modellel. A tervezést a beszállítható hulladék alapos felmérése előzte meg.



Az Iszapstratégiai tervben szereplő biogáz telepek:		
Település	Várható átlagos biogáz kihozatal Nm <sup>3</sup> /d	Rothasztó térfogat m <sup>3</sup>
Vác	4200	2*2500
Dunakeszi	2650 (csak saját iszap)	2*2000
Salgótarján	1050	1500
Ózd	1250	1250
Tiszaújváros	860	1250
Jászberény	980	1000
Kisújszállás	750	1500
Tapolca	720	1000
Balatonlelle	1750	1500
Esztergom	1150	1250



A pécsi és miskolci telepen már megvalósult a szerves hulladékok fogadására is alkalmas rothasztó. A telepeken lapos tetejű rothasztókat alkalmaznak.

#### Összegzés:

- akár 100 % -osan is önellátó a telep,
- hulladékok ártalmatlanításáért „kapupénzt” lehet kérni,
- az energetikai költségek (épület fűtés) csökkenthetők,
- széleskörű hulladéktípus fogadás (pasztórizálás),
- a keletkező rothasztott iszap stabil, jobban vízteleníthető,
- teljesen zárt, szaghatás nélküli technológia.

Nagy érdeklődés kísérte **Szerdahelyi Noémi** főmérnök (UTB Envirotec Zrt.) „Hulladék-e a szennyvíziszap? Iszaphasznosítás egy újszerű eljárással” c. előadását. Szót ejtett az Unió egyes országaiban szokásos, ám lényegesen eltérő hasznosítási módokról is. Ismertette, hogy az UTB-ben kifejlesztett eljárás lelke az AEROTHERM mikroaerob termofil reaktor, és a CARBONATOR fázisszétválasztási technológia, mellyel kisebb rothasztó-tér fogat érhető el azáltal, hogy az AEROTHERM bioreaktorból a sűrű iszap fermentációra kerül és a CARBONATOR desztillációs berendezésben csak a higfázis további kezelése valósul meg. Termékeik: 1. zsírsavak, amelyek legnagyobb részben ecetsavat tartalmaznak, 2. N, P, K táplajelő-javítók, és 3. tápanyagokban szegény szennyvíz. Meglévő anaerob iszapstabilizálás esetén a struvit képződés megelőzhető, a roth-

asztóba bekerülő N, P tartalom csökkentésével, az illékony zsírsavak külső szénforrásként alkalmazhatók a szennyvíztisztítási vonalon a denitrifikáció hatásfokának emelésére.

A MÉLYÉPTELV Komplex Zrt. vegyészmérnöke, **Dr. Kálmán Gergely** prezentációjában - „A székesfehérvári és gyöngyösi tervezett biogáz hasznosítás összehasonlítása a megtermelt villamos energia telephelyen belül tartása, vagy hálózatba táplálása esetén” - érdekes különbségekről számolt be. Az ilyen eltérő adottságok meghatározzák a feladat teljesítési különbségeit.

A székesfehérvári telepen a cél az önellátáson túl energiát beszállított hulladék nélkül termelni. Télen 500 KW-os hőigény van. A csúcsok miatt tartalék létesítmény képzése volt szükséges (2\*400 KW).

Székesfehérvári alapadatok:

- rothasztóba 6,7 t OTS nyers+4,1 t OTS-zsiek,
- tartózkodási idő: 22 d. , T= 32-33 °C,
- biogáz: kb. 4000 Nm<sup>3</sup>/d, (50%),
- ebből: 500 kW elektr. Energia állítható elő (42%)
- telepi villamos energia fogyasztás: 395 kW,
- (éjszakai minimumok 200-250 kW, nappali max. 600-750 kW).

Székesfehérvári tervezett állapot:

- gázmotorok: 2\* 400 KW elektromos energia,
- visszawatt védelem,
- motor vezérlés leköveti a telep fogyasztását,

- pótfűtés: víz/víz hőszivattyúval

Gyöngyösi alapadatok:

- rothasztóba 2,8 t OTS kevert,
- tartózkodási idő: 17-20 d, T=34-36 °C,
- biogáz: 1 250 nm<sup>3</sup>/d (50%),
- ebből 107 kW elektr. energia állítható elő (33%), ténylegesen átl. 93 kW-t,
- a telep villamos energia fogyasztás 150 kW.

Gyöngyös tervezett állapot:

- 1 db. új gázmotor: 250 kW el. + 2\*109 kW el.
- hálózatba táplálás zsinórban, a csúcsvölgy időszakok figyelembevételével,
- fűtés az épületekben: irodák, kondenzációs földgázkazánál,
- kisebb és technológiai helyiségekben: klímaberendezésekkel és infrapanelekkel.

Szlovákiai kutatást ismertetett **Marián Lázár**, az Energy Envi Group SE kutató mérnöke: „A szennyvíziszap feldolgozása plazma technológiával”. Lengyelországi szennyvíziszap feldolgozása valósul meg 1250 °C-on, ahol a hőforrás alacsony ionizált plazmaív. A lengyel szennyvíziszapból szintézisgázt, salakanyagot és pernyét állítanak elő. A Kassai Műszaki Fakultáson 2000 óta folyik a plazmatechnológia fejlesztése, a kísérleti berendezés 2,3 MW teljesítményű.

**Környei Ákos**, a Nordic Water Silex Kft. ügyvezetője zárta az előadások sorozatát, és az „Energia-hatékony biogáz tárolás, költségha-

tékony biogáz kezelés” lehetőségeit vázolta fel.

A Társaság az 500 ECOMEMBRANE családot az alábbi jellemzőkkel mutatta be:

- vezető a PVC membrán alapú gáztárolók, gáztartó kupolák, és búzzáró fedések tervezésében és gyártásában,
- több mint 30 éves tapasztalat,
- igény szerinti termékgyártás,
- világszerte több mint 500 gáztároló, és kupola referencia, 30 országban,



- a világ legnagyobb gáztárolóinak gyártója,
- UNI EN ISO 9001:2008 minősítés,
- EU konform termékek,
- speciális tervezőprogramok,
- magas-minőségű anyagok,
- precíz megmunkálás és kivitelezés,
- K+F tevékenység,
- képzett szakember gárda,
- speciális alkalmazások.

2010-ben a Debreceni Szennyvíztisztító Telepen 1000 m<sup>3</sup>-es, 50 mbar-os tárolót építettek. Törökországban 8 db. 16.700 m<sup>3</sup>-es tárolók vannak.

Az előadók megállapították, hogy **napjaink energia és nyersanyag, valamint az egyre fokozódó költségtakarékosság igénye újabb és újabb hosszú távú fenntartható technológiák kiépítését teszi szükségessé.** *Lejegyezte: Prof. Emerita Dulovics Dezsőné dr.*

hiszen a szennyvíz hőenergiájának, valamint a szennyvíziszap-biogázból származó hő és villamos energiájának hasznosítása mellett, **a szennyvíztisztítás technológiai optimalizálása is számottevő gazdasági lehetőséget rejt magában.**

Büszkék vagyunk rá, hogy ágazaton belülről és kívülről is köszönthettünk résztvevőt szakmai napunkon, mely csak egy lépés tevékenységeink sorában azért a célunkért, hogy eleget tudjunk tenni szakmai elhivatottságunknak a társadalommal és a vízi környezettel szembeni kötelezettségeinknek megfelelően.

Szennyvíziszap szakmai napunk előadásai Tudástárunkban, a következő [linken](#) érhetőek el



## ELŐKÉSZÍTÉS ALATT AZ ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁGGAL KÖTENDŐ EGYÜTTMŰKÖDÉSI MEGÁLLAPODÁS

*Nagy nyitottsággal és fáradhatatlan kitartással dolgozunk a különböző ágazati érdekképviseleti szervezetekkel történő szakmai együttműködéseink elmélyítésén, illetve igyekszünk az ágazat legtöbb szereplője között kommunikációs hidat képezni és a közös megértés irányába terelni a feleket.*

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) kiemelten fontos partner a MaSzeSz számára, hiszen a vízügyi, valamint vízvédelmi hatósági, továbbá a vízügyi igazgatási feladatokat 2014 óta e szervezet látja el.

A Szervezetek közötti valódi tartalommal rendelkező együttműködési megállapodás tevőlegesen járul majd hozzá a települési vízgazdálkodásban érintett szereplők eredményes együttműködéséhez, a mindennapi munkájukhoz szükséges naprakész és friss szakmai-hatósági információk eléréséhez, valamint a vízügyi szakma és szakhatóság közötti párbeszéd erősítéséhez.

Ennek első lépéseként kiemelten fontosnak tartjuk, hogy részt vehetünk az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSz) felülvizsgálatában, érvényesítve a víz-tudatos társadalom eléréséhez nélkülözhetetlen víz újrahazsnálatot (csapadékvízből tűzivíz), valamint azt, hogy idén ősztől a MaSzeSz részt vehet a BM OKF és területi szervei által szervezett szakmai felkészítéseken.

Ugyanakkor a MaSzeSz számára azért is fontos az együttműködés, mert a Szövetség szakmaisága elősegíti a katasztrófavédelmi hatóság kollégáinak vizes ágazati integrációját, melynek keretében a BM OKF belső training programjába illeszthető vizes szakmai képzésekben tudjuk kamatoztatni tudásunkat, többek között például a fenntartható és megfizethető vízgazdálkodásra és a körforgásos gazdasági célkitűzéseket szolgáló életciklus-költség területére vonatkozóan.

Hiszünk abban, hogy amilyen feladatra a MaSzeSz vállalkozik, nemcsak illeszkedik a Szerveztünk húszéves működéséhez, de újraértelmezve a szakmai érdekképviseletet, a települési vízgazdálkodásban érintett minden szereplőnek (ellátási felelősök, közmű tulajdonosok, szolgáltatók, tervezők, gyártók, kivitelezők, a szakember utánpótlás és fejlesztés letéteményesei, szakhatóságok) érdemi részvételt biztosít a Szövetség mindennapi működésében.



## MASZESZ TAGGAL BŐVÜLT A KORMÁNY ÁLTAL LÉTREHOZOTT AKKREDITÁCIÓS TANÁCS



Büszkék vagyunk rá, hogy a MaSzeSz aktívan részt vehet az iparügyért felelős miniszter irányítása alá tartozó, központi hivatalként működő szervezet feladataiban és szakmai munkánk elismeréseként tekintünk a Tanácsi tagságunkra, melyen keresztül vizes szakmai szervezetként képviseljük az akkreditálásban érdekelteltek iránti bizalmat. Emellett hozzájárulunk a vizsgálati, tanúsítási és ellenőrzési tevékenység megbízhatóságának emeléséhez a vizsgálati tanúsítványok kölcsönös elfogadásának elősegítéséhez, és első körből származó információkkal láthatjuk el tagságunkat a MaSzeSz tevékenységét érintő új akkreditációkról, ellenőrzési, vizsgálati előírásokról.

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetséget **Makó Magdolna** tagunk képviselével egyhangú pozitív döntéssel beválasztották a Tanács soraiba, így szakmai szövetségi, érdekképviseleti oldalról közvetlenül hozzájárulhatunk az akkreditálási eljárás hatékonyabbá tételére létrehozott szervezet munkájába.

Makó Magdolna az FCSM Zrt környezetvédelmi és KIR vezetője, Akkreditációs Tanácsban végzett munkájával is értéket teremtünk, szakmai tevékenységéről és a Tanácsi tevékenység eredményeiről rendszeresen tájékoztatjuk tagságunkat.

### Egyfokozatú SCT rendszerű csigaszivattyúk



### Kétfokozatú SCT rendszerű csigaszivattyúk



### SDP „Smart Dosing” adagoló csigaszivattyúk



### Higiénikus CIP/SIP csigaszivattyúk



### Garatos csigaszivattyúk a legkülönbözőbb alkalmazásokra



### SEEPEX GmbH

DE-46240 BOTTROP, Scharnhölzstr. 344

Magyarországi iroda: 7632 Pécs, Éva u. 5.

[www.seepex.com](http://www.seepex.com); Tel.: +36.20.580.6134;

Fax: +36.72.952.587;

E-mail: [thecska@seepex.com](mailto:thecska@seepex.com)

# SEEPEX.

## ALL THINGS FLOW

**SEEPEX** GmbH-t 1972-ben Fritz Seeberger alapította. Azóta tiszta profillal csigaszivattyúk és macerátorok, valamint a termékekkel felépített rendszerek gyártásával, alkatrész ellátásával, javításával foglalkozik, Bottropi, Németországi központtal.

Innovációk sorozatával, a hagyományos csigaszivattyúkra épülve megalkotásra került a **SCT „Smart Conveying Technology”** kivitelű csigaszivattyú, amely egy- és kétfokozatú változatban áll rendelkezésre.



Innovatív Technológia díj  
2011 WEFTEC / USA

### Előnyei:

- energiahatékonyság
- természetes kopás okozta kapacitás csökkenés **több alkalommal kompenzálható** (ezzel az aktív elemek élettartama normál üzemi körülmények között több mint a kétszerese a hagyományos csigaszivattyúkéhoz képest)
- rövid karbantartási és javítási időigény (az álló és forgórész cseréje a csatlakozó csőrendszer szerelés igénye nélkül)
- Egyszerű dugulás elhárítás,
- Kisebbségi egysúlyú alkatrészek mozgatása,
- Ártalmatlanításánál a szerkezeti anyagok szélválaszthatósága (fém, elasztomer),
- Összességében kiváló **életciklus-költség** mutató,



## KA KORRESPONDENZ ABWASSER, ABFALL 2017. JÚLIUSI LAPSZEMLE

### AZ ÚJ SZENNYVÍZISZAP-RENDELET

### ÉS A TALAJerŐJAVÍTÁSI-JOG AKTUÁLIS MÓDOSÍTÁSAI

**Amit a szennyvíztisztító telepek üzemeltetőinek már ma figyelembe kellene venniük**

A szennyvíziszap-hasznosítás új szerkezetével kapcsolatos rendelet-tervezetet 2017. május 12-én a Szövetségi Tanács módosítási javaslatokkal elfogadta; május 24-én a kabinet hozzájárult a módosításokhoz. A Bundestag (szövetségi gyűlés) általi megerősítés még függőben van, amire minden valószínűség szerint június végén kerül majd sor. Ezért abból kell kiindulni, hogy az új Szennyvíziszap-rendeletet (Klärschlammverordnung, AbfKlärV) augusztus folyamán a Szövetségi Törvénytárban közzéteszik, az a rákövetkező napon hatályba lép, és ezzel felváltja a jelenlegi Szennyvíziszap-rendeletet.



## SZENNYVÍZISZAP-RENDELET, TALAJerŐJAVÍTÁSI-JOG, NITRÁT ÉS SOK MINDEN MÁS



Ha ez a kiadvány már az olvasók kezében van, akkor az új Szennyvíziszap-rendeletet valószínűleg már véglegesen megszavazták, a Bundestag választások előtti utolsó ülésében. Így, ha ez bekövetkezik, a rendelet kiegészítésének éveig, évtizedekig tartó folyamata ér véget a törvényhozás szintjén. A végrehajtás és elsősorban az új helyzettel, az új keretfeltételekkel kapcsolatos alapos tájékoztatás a szennyvíztisztító telepek üzemeltetőinek lesz a feladata. A DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Német Vízügyi Szövetség) tájékoztatása szerint abból kell kiindulni, hogy az új Szennyvíziszap-rendelet augusztus folyamán a Szövetségi Közlönyben nyilvánosságra kerül, a rákövetkező napon hatályba lép, felváltva ezzel az eddigi Szennyvíziszap-rendeletet. Amit a szennyvíztisztító telepek üzemeltetőinek már ma figyelembe kellene venniük, azt a DWA egy beszámolóban összefoglalja. Számtalan új szabályozás, például a foszfor-visszanyeréssel vagy a foszfor talajhoz kapcsolódó hasznosításának korlátozásával (nagy szennyvíztisztító telepek vonatkozásában) 12-15 éves átmeneti időszakkal került kiadásra. Hatályba lépnek azonban új, jogilag kötelező érvényű szabályozások átmeneti időszak nélkül is, melyekre a szennyvíztisztító telepek érintett üzemeltetőinek már ma fel kellene készülniük. Számtalan közelebbi, hasznos részletet és

információt, első becsléseket és értékeléseket tartalmaz a DWA beszámolója az 580. oldalon.

Egy következő témakör, ami a vízgazdálkodási szakembereket ugyanúgy, mint ahogy a politikában és a közigazgatásban tevékenykedőket is jó ideje foglalkoztatja, a nitrát; vegyszertől szempontról nem a legmegfelelőbb módon rövidítve, egyszerűen „nitrogén” vagy „reaktív nitrogén” néven említve. 2017. május végén a szövetségi kormány lezárta a „Nitrogénbevitel a bioszférába” című jelentését, azaz saját állásfoglalásként magáévá tette azt. A kormányzat célja, hogy csökkentse a reaktív-nitrogén-kibocsátást; ehhez cselekvési programot is kihirdetett. A szövetségi kormány a nitrogén környezetbe való kibocsátásának fő okozójának a mezőgazdaságot tekinti, ami valószínűleg a bevételek 63 százalékáért felelős. Ezek gondosan összegyűjtött számadatok; melyek szóvá tétele nem a mezőgazdaság ellen irányuló egyoldalú vitaindítás, hanem pusztán tényekről van szó.

Hogy mennyire súlyos a helyzet, illetve, hogy egyáltalán súlyos-e, azt a Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal friss tanulmánya is kimutatja. A hatóság – a nitrát problémakörével összefüggésben – az ivóvíz-árak erőteljes emelkedésére figyelmeztet. A Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal 32-45 százalékos, azaz konkrét számadatokkal kifejezve köbméterenként 55-76 eurocentes áremelkedést említ. Az ivóvíz-szolgáltatók és a közműszolgáltatók szakmai szövetségei hasonlóképpen figyelmeztettek. Tíz intézmény – köztük a DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Német Gáz- és Vízgazdálko-

dási Műszaki és Tudományos Egyesület) és a BDEW (Bundesverband der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft, Német Szövetségi Energetikai és Vízgazdálkodási Szövetség) ugyanúgy, mint a Greenpeace és a Zöld Liga – az „Állítsátok meg a hígtrágya-szennyezést – óvjátok vizeinket!” szlogen alatt nitrát-kezdeményezést indított; melynek keretében követeléseit juttatta el a szövetségi kormány, illetve az Európai Bizottság felé. Ehhez kapcsolódik még egy online petíció is (<https://www.guelleverschmutzung-stoppen.de>), amely a talajerőjavítási-jog pontosabb értelmezését, valamint az agrárpolitikában – a fenn tartható vízvédelem és az élővizeket kímélő és környezetbarát mezőgazdaság terén – elérendő fordulatot tűzte ki céljául. A BDEW június 22-ére meghirdetett egy, a nitrát-szennyezéshez kapcsolódó improvizációs színházi előadást, melyet az interneten élőben közvetítenek. A „nagyágyúk” ezt a témát – a BDEW nyilatkozata szerint – „intellektuális szempontból megnyerő, mégis szórakoztató módon mutatják majd be.” (A videó itt tekinthető meg: <https://www.bdew-kongress.de/videos>).

Szerencsére örvendetes híreink is vannak: a német fürdővizek minősége továbbra is kiváló. A fürdővizek kereken 98 százaléka megfelel a fürdővizek minőségére vonatkozó uniós irányelv minőségi követelményeinek. Sőt, a vizek közel 91 százaléka a legmagasabb, „kiváló” osztályzatot kapta. Ezt mutatják az Európai Bizottság május 23-án nyilvánosságra hozott, a fürdővizek vízminőségére vonatkozó 2016-os számadatai. És még egy dolog: a Ruhr folyóban ismét lehet fürdeni! 46 év kimaradás után 2017. május 23-án megnyílt Essen város első szabadstrandja.

A települési vízgazdálkodás egy másik aktuális témájához tartoznak a szakadásmentes rostanyagok és a nedves törőkendők, melyek miatt

egyre több problémánk keletkezik a szennyvízelvezetésben. A DWA ezzel kapcsolatban lefolytatott egy szakértői vitát, és a vízelvezető rendszerek ezen termékei vonatkozásában munkabeszámoló vagy a témába vágó szakkötet kidolgozását tervezi. A textiliák mosása közben kopással keletkező mikroszálakat ezzel szemben a szennyvíztisztító telepek a legmesszebbmenőig leválasztják, ahogy arra egy új, Alsó-Szászország-béli tanulmány is utal. Nyitott kérdés még, hogy a szennyvíztisztító telepek hova választják le ezeket a mikroszálakat – elképzelhető, hogy bent maradnak a szennyvíziszapban? Egy 100 000 lakosú város vonatkozásában egyébként a tanulmány szerint naponta 1,7 kilogramm lekopott szintetikus mikroszál keletkezik.

Befejezésül hadd tegyek közzé egy hivatkozást a DWA-szövetségi konferenciára, mint a vízgazdálkodás találkozási pontja; és a taggyűlésre: A szövetségi konferencia 2017. szeptember 25-26-án, a taggyűlés szeptember 26-án Berlinben kerül megrendezésre. A rendezvény fontos, a DWA-n kívülről érkező prominens vendégei ebben az évben ők lesznek: a korábbi szövetségi elnök, Horst Köhler úr, aki ez alkalommal a DWA kitüntetését, a William-Lindley-gyűrűt veheti át – a dicsérő beszédet Ernst-Ulrich von Weizsäcker úr tartja majd –, valamint a jól ismert televíziós műsorvezető, tudós, Harald Lesch úr, aki szintén előadást tart majd.

*Frank Bringewski*

[www.dwa.de/KA](http://www.dwa.de/KA)

KA Korrespondenz Abwasser, Abfall · 2017 (64) · Nr. 7

## A DZSÓKASZÓ KÜLFÖLDI ELTERJEDÉSÉNEK KILÁTÁSAI ÉS A KAPCSOLÓDÓ MŰSZAKI KÉRDÉSEK

**MASAHIRO FURUICHI,**  
DOKTORANDUSZ, TOHOKU EGYETEM, KÖRNYEZETMÉRNÖKI INTÉZET,  
**DR. KOVÁCS ANTAL FERENC PHD,**  
ÜGYVEZETŐ, ÉVSZÁZAD TECHNOLÓGIA INNOVÁCIÓK BT.,  
**EBIE YOSHITAKA PHD,**  
TUDOMÁNYOS FŐMUNKATÁRS, JAPÁN NEMZETI KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KUTATÓINTÉZET,  
**YAMAZAKI HIROSHI PHD,**  
EGYETEMI DOCENS, TOKYO EGYETEM

### 1. Bevezetés

A japán Környezetvédelmi Minisztérium, a Földügyi, Infrastrukturális, Közlekedési és Turisztikai Minisztérium, valamint a Mezőgazdasági, Erdészeti és Halászati Minisztérium 2014-ben az olyan szennyvíztisztító rendszerek építésére vonatkozó tízéves terv támogatására, amely egyaránt figyelembe veszi a csökkenő népességet, az egyre alacsonyabb születési arányszámokat, valamint a lakosság előregedését, illetve a romló állagú létesítmények felújításának tervére vonatkozó felülvizsgálat érdekében együttesen hozta létre a Létesítési kézikönyv fenntartható szennyvíztisztító rendszer építéséhez tartományi kormányok részére<sup>1)</sup> című kiadványát. A dokumentum célja, hogy megkönnyítse a fenntartható szennyvíztisztító rendszerek létesítését.

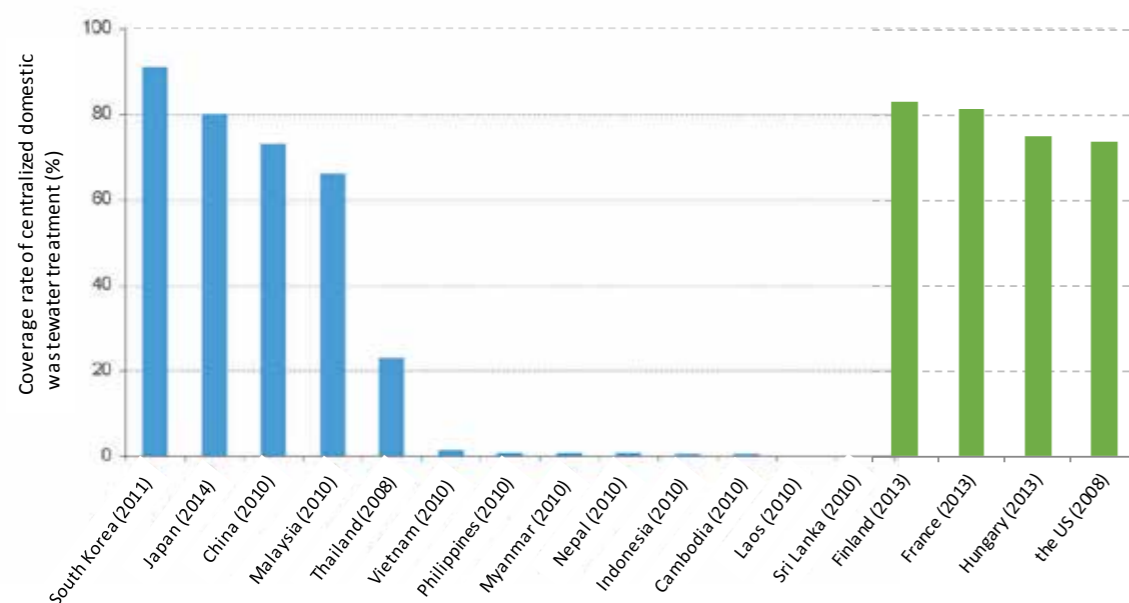
Japánban, más országokhoz hasonlóan, a szennyvizek tisztítása alapvetően kétféle módszerrel történik: a közműves szennyvíztisztítás érdekében csatorna rendszerek építésével, illetve az egyedi elhelyezéshez a Dzsókaszó-nak nevezett rendszerek létesítésével. Dzsókaszó japánul a helyi (decentralizált) szennyvízelhelyezés kifejezése, szó szerint „tisztító tartályt” jelent, és a csatornázással szemben számos előnye van,

- a terep felszínformái kevésbé befolyásolják,
- nem kell hozzá kiterjedt csőhálózat,
- és hamarabb elkészül.

A nagyobb városokban célszerű a közműves szennyvízelhelyezést megvalósítani, míg a Dzsókaszó inkább a ritkábban lakott területe-

ken javasolt megoldás<sup>2</sup>). A 2015. évben Japán lakosságának 89,9%-a számára állt rendelkezésre valamilyen szennyvíztisztítási megoldás<sup>3</sup>. Más részről nemzetközi téren, az ENSZ 2015. szeptemberében tartott csúcsertekezletén elfogadták „A fenntart(ha)tó fejlődés feladatai 2030-ig” című dokumentumot, amely hivatalosan 2016. január elsején lépett hatályba<sup>4</sup>). Ennek 6-os számú célkitűzése: „Víz és szanitáció mindenkinek, fenntart(ha)tó vízgazdálkodás”, és ezen belül a 6.3. alpontban: „2030-ig a vízminőség javítása, szennyezés csökkentés, a veszélyes anyagok és kemikáliák lerakásának megszüntetése, illetve kibocsátásnak minimalizálása globális szinten, a nem tisztított szennyvíz arányának felezése és az újrahasz-

nosított – víz arányának jelentős növelése.” (A Szerkesztő megjegyzése: A teljes 6. pont megjelent a MaSzeSz HÍRCSATORNA 2016. évi március - áprilisi számának 30. oldalán). Azt írja tehát elő az ENSZ dokumentum, hogy a következő 15 évben minden kormányzat megfelelő szintre fejlessze szennyvíztisztító kapacitásait. Egy kutatási program keretében felmérték, hogy Ázsia, Európa és Észak-Amerika egy részének nagy népességgel és fejlett vagy fejlődő gazdasággal rendelkező országaiban jelenleg milyen a szennyvizek elhelyezésének helyzete. A központi (közműves) illetve helyi (egyedi) szennyvíztisztítás nyújtotta lefedettség arányait az **1. és 2. ábrák** mutatják.

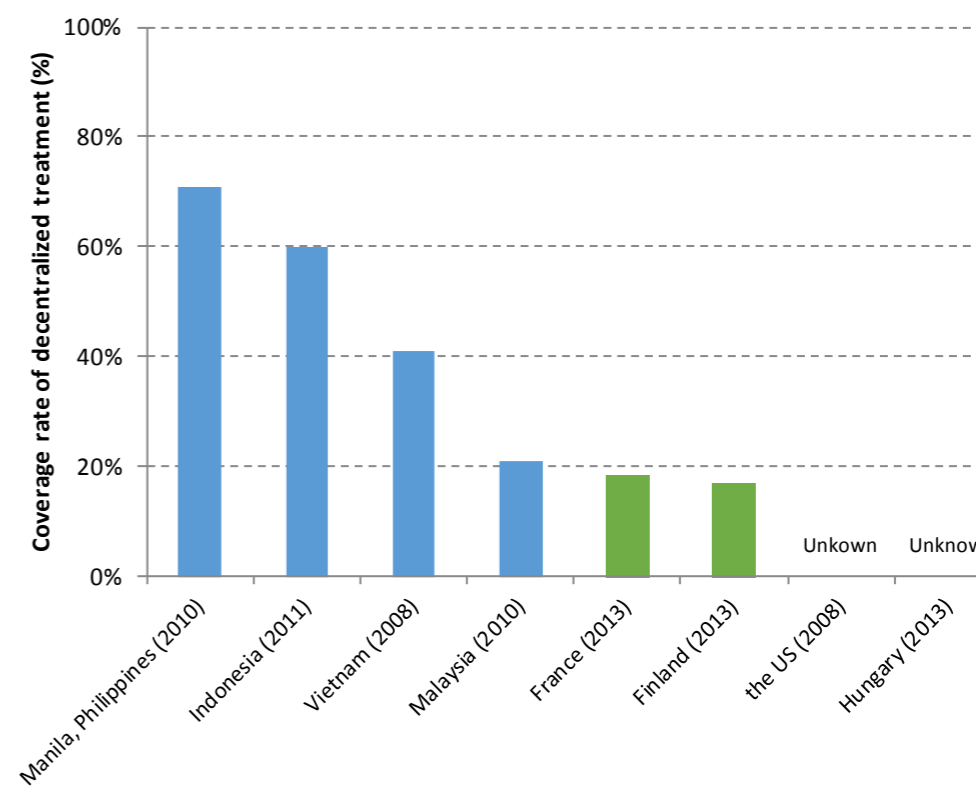


**1. ábra**

**A központi szennyvíztisztítás ellátottsági arányai Ázsiában, Európában és az USA-ban**

A központi (közműves) kommunális szennyvíztisztítók lefedettségi arányai (%)

Dél-Korea (2011). Japán (2014), Kína (2010), Malajzia (2010), Thaiföld (2008), Vietnam (2010), Fülöp-szigetek (2010), Burma (Mianmar) (2010), Nepál (2010), Indonézia (2010), Kambodzsa (2010), Laosz (2010), Sri Lanka (2010), Finnország (2013), Franciaország (2013), Egyesült Államok (2008)



Note

1) Revised WEPA Outlook on Water Environment Management in Asia 2015, p23, Table 1.8. Septic tank coverage rate in selected WEPA countries, by area. Additions are based on data of sewerage system coverage rate, 16-8 by Japan's Ministry of Internal Affairs and Communications Statistics Bureau

**2. ábra**

**A egyedi szennyvíztisztítás ellátottsági arányai Ázsiában, Európában és az USA-ban**

A helyi (egyedi) kommunális szennyvíztisztítók lefedettségi arányai (%) Manila, Fülöp-szigetek (2010), Indonézia (2011), Vietnam (2010), Malajzia (2010), Franciaország (2013), Finnország (2013), Egyesült Államok (2008), ismeretlen, Magyarország (2013) ismeretlen.

Megjegyzés: 1) A WEPA 2015-ös átdolgozott anyaga: Kilátások Ázsia vízi környezetével történő gazdálkodásra, 23. oldal 1.8. táblázat. Az oldómedencékkel való ellátottság egyes WEPA országokban területenként. A kiegészítések a Japán Belügyminisztérium és a kommunikációs statisztikai hivatal szennyvíztisztító rendszer adatai alapján készültek



Amint az **1. ábrán** látható, az Ázsiai Víz és Környezet Partnerség (WEPA) 13 partner országa közül a központi szennyvíztisztítással lefedett népesség aránya Dél Koreában, Japánban, Kínában valamint Malájföld egyes régióiban akár a 60-90% százalékot is elérte, míg Thaiföldön ez az arány 20% és a többi nyolc országban 5% alatti értéket mutatott<sup>5)</sup>. A nyugati világnak a felmérésben szereplő négy országában az eredmények 70% fölötti lefedettséget jeleztek<sup>6)</sup>.

A **2. ábrán** a egyedi szennyvíz elhelyezési helyzete látható – ennek aránya a Fülöp-szigeteken, Manilában 71%, Indonézia területén 60%, és Vietnamban 41%<sup>5)</sup>. Európa területén Franciaországban 18,5%, míg Finnországban 17% az arány. Nem állt adat rendelkezésre az Egyesült Államokból és Magyarországról<sup>6)</sup>. Mindezeket túl az Ázsiában, Európában és Amerikában jelenleg alkalmazott egyedi szennyvíz elhelyezési módszerek többnyire elavultak, első fokozatuk mindössze a szilárd/folyadék fázis elválasztásából áll (A Szerkesztő megjegyzése: Európában, azokban az országokban, településeken, ahol az aránylag nagy telkek lehetővé teszik az ún. talajbiológiai elhelyező rendszerek alkalmazását, második fokozatként ezt használják).

Összességében a közművesített szennyvízelhelyezés elterjedtsége számos ázsiai országban még mindig 20% alatti, ráadásul a nem központi megoldások jelentős része még ma is meglehetősen kezdetleges. Az Európai Unióban és az Egyesült Államokban a népesség mintegy 20%-a vagy egyedi módon jut hozzá a szennyvizének elhelyezéséhez, vagy esetleg egyáltalán nem tisztítják a szennyvizét.

A nem tisztított szennyvizek részarányának felére csökkentése érdekében, a központi rendszerek kiépítése mellett a kis helyi szennyvíz elhelyezési módok népszerűsítése is elengedhetetlen. Ezért a jelen tanulmány a Dzsókaszó egyedi szennyvíztisztításra való alkalmazását vizsgálja, ismerteti a műszaki kérdéseket valamint a külföldi elterjesztésének lehetőségeit. Az itt tárgyaltak olyan kérdéseket érintenek, melyek a Dzsókaszó létesítményeken túlmenően vonatkozhatnak más technológiai rendszerekre is, ily módon hozzájárulva a vizsgált terület tudományos, szakpolitikai és piaci értékeléséhez is.

## 2. A Dzsókaszó lehetőségei a egyedi szennyvízelhelyezésben

Az egyedi szennyvíztisztítást szerte a világban leginkább (emésztő) ürgödrök és oldómedencék segítségével végzik. Miután azonban ezekben a rendszerekben a legtöbb esetben nincsenek biológiai fokozatok, a talajba kerülő elfolyó szennyvíz ebből eredően igen nagy koncentrációban tartalmazza a szennyező anyagokat. Egyre komolyabbak az aggodalmak azzal kapcsolatban, hogy az oldómedencés szennyvíztisztítási rendszerek, (a Szerkesztő megjegyzése: megfelelő talajba helyezési – talajbiológiai - módszerek hiánya esetén, melyeket pl. Japánban még vidéki térségekben is, a hely szűke miatt a nagy laksűrűség következtében, nem tudnak megvalósítani) a talajvíz elszennyeződését eredményezhetik<sup>7)</sup>. Az ürgödrök egész Ázsiában széles körben elterjedtek és akár csak a japán Dzsókaszó ko-

rábbi egyszerűbb (vagy tandoku-shori jokhasou) megoldásai, kizárólag az illemhelyekről származó szennyvizet tisztítják. Információk szerint az ürgödrök a konyhai és fürdőszobai szürkevizet kezelés nélkül engedik elszikkadni a talajban. Eközben az USA tagállamainak majdnem a fele komolyan tervezi, hogy a meglévő egyedi megoldásokat fejlettebbekre, például a Dzsókaszóra cseréli<sup>8)</sup>. Franciaországban azonban annak ellenére, hogy a becslések szerint az egyedi szennyvíz tisztító rendszerek mintegy 5 millió család ellátását biztosítják, ami a teljes Európai Unió ilyen helyzetben lévő lakosainak a felét teszi ki<sup>9)</sup>, a beszámolók szerint az ezekből rossz hatásfokú berendezések felújítását és hatékonyabb működését célzó program készülségi foka alig érte el az 1,9%-ot<sup>10)</sup>. Miután az egyedi szennyvíztisztító berendezések is részét képezik az országos szennyvíztisztító rendszernek, ezektől is elvárják, hogy megfeleljenek az országos vagy regionális előírásoknak. ) A rossz minőségű, nem kellően tisztított szennyvizet kibocsátó létesítmények természetesen aligha tekinthetők megfelelőnek (A Szerkesztő megjegyzése: Franciaországban a megfelelőség biztosítása érdekében a talajba helyezés módszereinek szerves anyag, foszfor és nitrogén eltávolítási hatékonyságára nézve kutatásokat végeztek, melyek eredményeit publikálták. Ennek alapján a BOI<sub>5</sub> és P tekintetében már szokásos laksűrűségeknél is megfelelőnek találták a talaj biológiai lebontó képességét, a nitrogén eltávolítás igényel fokozott technológiai beavatkozást nitrát érzékeny területeken. Ezt közli Dulovics D., a MaSzeSz HÍRCSATORNA 2013. november-decemberi számának

14. oldalán: „A szerves anyag eltávolításához lakosonként 2-3 m<sup>2</sup>/LE talajfelület szükséges. A nitrifikáció - denitrifikáció azonban 1000-1600 m<sup>2</sup>/LE talajfelületet igényel, ami 6-10 fő/ha laksűrűség esetén jöhet létre. Ennél nagyobb laksűrűségnél számolni kell a talajvíz NO<sub>3</sub> tartalmának növekedésével”).

Ezzel szemben Japánban a Dzsókaszó kezelt szennyvizének minőségét – különösen biokémiai oxigén igény (BOI<sub>5</sub>) vonatkozásában – évente kell hatósági vizsgálatokkal ellenőrizni. A Dzsókaszó berendezések 84,9 %-a felel meg a hivatalosan előírt 20 mg/literes BOI<sub>5</sub> határértéknek, 11,8 mg/l volt<sup>11)</sup> átlagos értékük ami bizonyítéka annak, hogy a Dzsókaszó tisztító tartályok ugyanolyan szennyvíztisztítást biztosítanak, mint amelyet a közműves szennyvízelhelyező rendszerek.

Ezért a Dzsókaszó, ha megfelelően adaptálják a helyi viszonyokhoz, hozzájárulhat, hogy globálisan a népesség nagyobb arányban részesülhessen a szennyvíztisztítás előnyeiből és olyan szennyvízkibocsátás keletkezzen, ami lehetővé teszi a környezet még hatékonyabb védelmét.

## 3. A Dzsókaszó helyi viszonyokhoz történő alkalmazásának kutatása, elemzése és ezzel kapcsolatos műszaki kérdések

A Dzsókaszó (Johkasou) Rendszerek Egyesületének (JSA, Japán) (2016)<sup>12)</sup> felmérése szerint a tisztító tartályok exportja Japánon kívülre folyamatosan nő (**3. ábra**). Ez is bizonyítéka a vizekkel kapcsolatos környezettudatosság erősödésének, illetve hogy számos ország érdeklődik és tekint várakozással a Dzsóka-

szó típusú szennyvíztisztítás elé. Mindazonáltal abból eredően, hogy a gyakorlati üzemi körülmények, az életmód és a helyi, regionális jellemzők függvényében eléggé változók lehetnek, fennáll annak a kockázata, hogy a japán modell nem fogja teljesíteni a tisztított szennyvíz minőségére vonatkozó helyi követelményeket.

A jelen tanulmány a Dzsókaszó honosításának műszaki befolyásoló tényezőit veszi számba, az alábbi szempontokból alapos vizsgálatnak vetve alá a külföldön már beüzemelt Dzsókaszó berendezéseket: életmód és táplálkozási szokások, környezetvédelmi jellemzők, társadalmi körülmények alapján.

### 3.1 Életmód és étkezési szokások

#### (1) A tisztított szennyvízre vonatkozó szabványok értelmezése

Ahhoz, hogy a tisztító tartályokat úgy lehessen beállítani, hogy azok kielégítsék a teljesítményükre vonatkozó követelményeket, feltétlenül alaposan meg kell értenünk a tisztított

szennyvízre vonatkozó adott nemzeti vagy regionális minőségi előírásokat. Konkrétan a vízminőségi mutatókat és a tisztított szennyvízre vonatkozó szabályozást (átlagos és maximum értékek) külön-külön kell megvizsgálni és igazolni a kibocsátás befogadójának típusa (folyóvíz, állóvíz, talaj, tenger, stb.) illetve a kibocsátás mennyisége szerint. Különösen olyan helyeken, ahol a tisztított szennyvíz ivóvíz készletekbe kerül, legtöbbször még szigorúbb és igényesebb minőségi követelményeknek kell megfelelni. Ezen kívül még **két** dolgot kell megemlítenünk.

Az **egyik**, hogy hogyan kezeljük egy-egy szabályozáson belül a különféle vízminőségi mutatók közötti aránytalanságokat. Japánban a Dzsókaszó berendezéseknél a nitrogén eltávolítására leggyakrabban használt paraméter a  $BOI_5 \leq 20\text{mg/l}$  és az összes nitrogén (ön)  $\leq 20\text{mg/l}$ , vagy a  $BOI_5 \leq 10\text{mg/l}$  és ön  $\leq 10\text{mg/l}$  kombinációja. Ezeket a  $BOI_5$  és az összes nitrogén értékek közötti összefüggés alapján határozzák meg. Ám ha egy szabályozás  $\leq 30\text{mg/l}$   $BOI_5$  és  $\leq 10\text{mg/l}$  összes nitrogén értéket ír elő, ami előfordulhat egyes országokban vagy ré-

giókban, tisztázni kell, hogy az ennek megfelelő Dzsókaszó specifikáció  $BOI_5$   $10\text{mg/l}$  és ön  $10\text{mg/l}$  legyen-e.

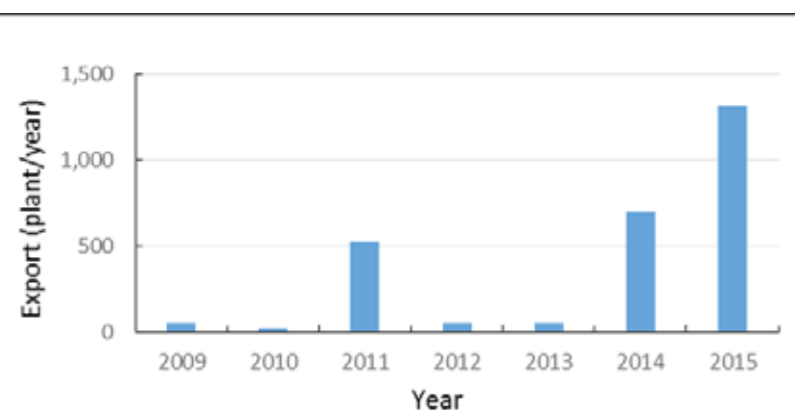
A **másik** kérdés, hogy hogyan kezeljük a talajba kerülő kibocsátást, ami Japánon kívül széles körben létező megoldás. Ha a kifolyó tisztított szennyvízben nagy a lebegtetett szilárd üledék koncentrációja, az eltömítheti a talajt, ami a továbbiakban már nem fogja elvezetni az elfolyó szennyvizet. Ezért meg kell vizsgálni a kibocsátás befogadójának viszonyait és a kibocsátási előírásokat aszerint kell meghatározni.

#### (2) A Dzsókaszóba érkező szennyvíz és jellemzői

A Dzsókaszó háztartási szennyvíz tisztítására szolgáló berendezés, amelynek sokféle egyedi típusát Japánban nagyszámú gyártó kínálja a berendezés mutatóinak valamint a telepítés, üzemeltetés és karbantartás állami szabályozásával (illemhelyekről, konyhából, és egyéb helyekről származó szennyvizek). Ipari kibocsátások, esővíz és egyéb különleges szennyvízfajták<sup>13)</sup> megakadályozzák, hogy a Dzsókaszó kellőképpen működhessen, ezért ilyen jellegű szennyvizet szigorúan tilos Japánban a Dzsókaszó tisztító tartályokba engedni<sup>14)</sup>. Más országokban is javasolják, hogy a szennyvíztisztító berendezések belépő oldalán a szennyvíz típusa csak háztartási szennyvíz lehessen, és a többi különleges szennyvizet külön gyűjtsék és kezeljék a Japánban működő rendszerhez hasonlóan.

Más részről a háztartási szennyvíz jellemzői a nemzeti, regionális étkezési szokásoktól és lakókörnyezettől függően is változóak is lehetnek. A fejenkénti szabványos szennyezettségi terhelés, amelynek alapján a  $BOI_5$  mennyisége a demográfiai statisztikák segítségével kiszámolható, az IPCC 2006. évi Irányelvek a nemzeti üvegházhatású gázok leltárához című anyagában található. Ugyanez az útmutató egy, a fehérje fogyasztásra alapozott módszertant is megadott (FAO: Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet) amely a nitrogén mennyiségének kiszámításához használható fel. Bár ily módon lehetővé válik, hogy a módszertan alkalmazásának segítségével számolt eredményekre alapozzák egy tisztított szennyvíz szabványos értékeit<sup>15)</sup> **(1. táblázat)**, ha egy országban vannak saját vizsgálatok a víz minőségének megállapítására vagy a belépő szennyvíz minőségi jellemzőire, akkor ezeknek a vizsgálatoknak vagy szabványoknak célszerű elsőbbséget biztosítani.

Az egyedi háztartási szennyvíztisztítóba kerülő szennyvíz jellemző sajátosságai és mennyisége a kibocsátó épületek jellegétől és méretétől is függenek. Japánban a rendeltetési célon kívül a teljes alapterületet is figyelembe veszik a számításnál a valós körülmények felmérésére alapozott útmutató, az Lakosság szám becslése az épületek szennyvíztisztítóinak létesítésekor (JIS A 3302-2000) című szabvány szerint. Az épületeket funkciójuk alapján 34 különféle típusba sorolják, ideértve a lakóépületeket, kórházakat, stb. is, hogy lehetőleg minél több használati módot le tudjanak fedni. Ennek ellenére amennyiben egy épület esetében a hasonló épületeknél kapott



3. ábra

#### A Dzsókaszó exportja

Export (berendezés/év). Vízszintes tengely: év

eredmények adatai alapján végzett számítások eredményei használati módjából eredően, nyilvánvalóan mégsem fedik a valóságot, lehetőség van a megfelelő módosításokra<sup>16</sup>). A Dzsókaszó berendezések tervezésének és építésének üzemi irányelvei 2002-es kiadása részletes leírást közöl – „a Dzsókaszó méretezési tervezéséhez és szennyvízmennyiségek számításához, amelyeknél, ha az épületre vonatkozóan léteznek mért mennyiségi és vízminőségi adatok, azokat tekintetbe kell venni. Hasonlóképpen figyelembe kell venni a hasonló rendeltetésű épületek, illetve a környéken épült hasonló épületek adatait is. Ugyanakkor ezeknek az adatoknak a helytállóságáról a tervezéshez történő felhasználás előtt a szakirodalmi adatokkal való összeve-

tésben kell meggyőződni<sup>17</sup>). Miután az érkező tisztítandó-, és a távozó tisztított szennyvíz minőségi jellemzőire vonatkozó hasonló szabályozás Japánon kívül nem nagyon található, célszerű ilyen útmutatók kidolgozása.

### (3) Az érkező szennyvizek hozamának időbeli egyenlőtlensége

Az épületekben keletkező szennyvizek nem egyenletes ütemben kerülnek ki onnan. Üdülőterületeken, hétvégi házakban évszakos változások, üzletekben pedig a hét napjainak megfelelően bekövetkező változások figyelhetők meg. Ezen kívül az ott folytatott tevékenységektől függően napszakos ingadozások is előfordulnak. Az ingadozások mértéke függ az épületek méreteitől is.

Ország	Teljes szerves anyag terhelés (g BOI <sub>5</sub> /fő.nap)	Összes nitrogén (g öN/fő.nap)	Teljes szerves anyag terhelés (g BOI <sub>5</sub> /fő.év)	Összes nitrogén (g öN/fő.év)
Japán	40	9,0	14,6	3,29
Ausztrália	61,6	24,6	22,5	8,98
Kína	40	16,6	14,6	5,71
India	34	10,1	11,68	3,69
Vietnam	40	13	14,6	4,74
Dél Korea	40	15,6	14,6	5,68
Thaiföld	40	9,9	14,6	3,61
Fülöp-szigetek	40	10,6	14,6	3,85
Malajzia	40	13,7	14,6	5,01
Indonézia	40	10	14,6	3,65
Sri Lanka	40	9,9	14,6	3,60
Pakisztán	40	10,4	14,6	3,80
Banglades	40	8,9	14,6	3,25

1. táblázat: Háztartási szennyvizek jellemző paraméterei országonkénti bontásban

Japánban a fent már hivatkozott JIS A 3302-2000 dokumentum segítségével könnyen kiszámítható a naponta átlagosan keletkező szennyvíz mennyisége, amely már figyelembe veszi az évszakos és heti változásokat valamint az óránkénti ingadozásokat is jelző kibocsátási időket (napi összes terhelő óraszám) is. Ilyen mutatókat, ha vannak, várhatóan más országokban is fel lehet majd használni.

Olyan esetekben, ahol nincsenek meg ezek a mutatók, az épület tulajdonosától kell beszerezni a vízellátási és felhasználási tervet, vagy ilyen adatokat hasonló épületekből. Különösen olyan helyekre kell nagyon figyelni, ahol a napon belüli eltérések jelentősek, miután a tapasztalatok szerint, hogy a tisztítás határfokát ezek akkor is érinthetik, ha egyébként a napi átlagok a tervezett határértéken belül maradnak<sup>18</sup>). Ezen kívül a megfigyelések azt mutatják, hogy általában a családi házaknál nő meg leginkább csúcsidőszakban a szennyvíz – kibocsátás, és ahogy növekszik a családok száma egy-egy épületben, úgy csökken (A Szerkesztő megjegyzése: relatív mértékben) a napi csúcs.

### 3.2 A környezet jellemzők eltérései

A bemenő feltételek, mint amilyen a tisztítandó szennyvíz mennyisége és minőségi tulajdonságai, nem kizárólagos tényezők, amelyek a szennyvíztisztítási teljesítményt és a kibocsátás tulajdonságait befolyásolják. A környezeti jellemzők okozta körülmények változásai szintén fontos szempontot képviselnek. A környezeti jellemzők közül az alábbiakat kell megvizsgálni.

A környezeti jellemzők közé rendszerint a hőmérsékletet, csapadékot, havat, földrajzi jellemzőket, talajvíz szintet, stb. sorolunk. Ezek hatással vannak az egyedi szennyvíztisztító berendezés testre, tisztítási teljesítményére, karbantartására egyaránt. A **4. ábra** azt mutatja, milyen közvetlen és közvetett hatást gyakorolhatnak ezek a Dzsókaszó berendezés működésére.

A **4. ábra** alapján a tisztító berendezés teljesítményét közvetlenül befolyásoló környezeti tényező a hőmérséklet. A tervezett eredmény jó eséllyel nem érhető el, ha a víz hőmérséklete a berendezésen belül alacsony.

A Japán Építésügyi Központ által 2005-ben kiadott „Szerkezeti előírások és megjegyzések a Dzsókaszó berendezésekhez” című kiadvány szerint, a következő esetekben volt a víz hőmérséklete az ott ismertetett módon hatással a tisztítási határfokára<sup>19</sup>).

1. A BOI eltávolításának üteme minden 1 °C-os hőmérsékletnövekedéssel illetve csökkenéssel párhuzamosan 2,3%-4,7% közötti arányban növekszik, illetve csökken.
2. A hőmérsékleti hatás gyakorlatilag elhanyagolható, ha a víz hőmérséklete a 13°C-28°C közötti tartományban marad. Amennyiben azonban a víz hőmérsékletének értéke ezen tartomány alá esik, a legtöbb esetben ez együtt jár a biokémiai oxigén igény (BOI<sub>5</sub>) szerinti eltávolítási ütemének csökkenésével is.
3. Ami a nitrifikációt és denitrifikációt egyaránt magában foglaló tisztítási eljárást illeti, a bekerülő víz hőmérsékletének a reakció mindkét lépcsőjére van kihatása. A reakciósebesség 23°C-os víz hőmérsékletnél



akár 2-2,5-szeres mértékben is eltérhet a 13°C-on megfigyelt értéktől. A magasabb hőmérsékleten rendszerint nagyobb a reakciók sebessége.

- A szerkezeti megoldásokkal (abban az esetben, ha a tisztító Dzsókaszó berendezést a japán Földügyi, Infrastrukturális és Közlekedési Minisztérium tervei alapján készítették el) a víz hőmérsékletét 13°C körüli értéken lehet tartani.
- Ha olyan helyszínen kell a telepítést végezni, ahol a víz hőmérséklete a fent említett tartományon kívül kerülhet, a hatékony megoldás, ha a szerkezeti módszer alapján becsült szabványos érték alá csökkentjük a BOI<sub>5</sub> – és összes nitrogén terhelési mutatót.

Más környezeti tényezők közvetetten vannak befolyással a tisztítási teljesítményre azáltal, hogy a létesítményre és annak karbantartására gyakorolnak hatást. Összeségében lényeges a helyi viszonyoknak megfelelően méretezett és épített egyedi szennyvíz tisztító létesítmény kialakítása.

### 3.3 Társadalmi feltételekre vonatkozó eltérések

#### (1) A szennyvíztisztító berendezésekre vonatkozó előírások betartása

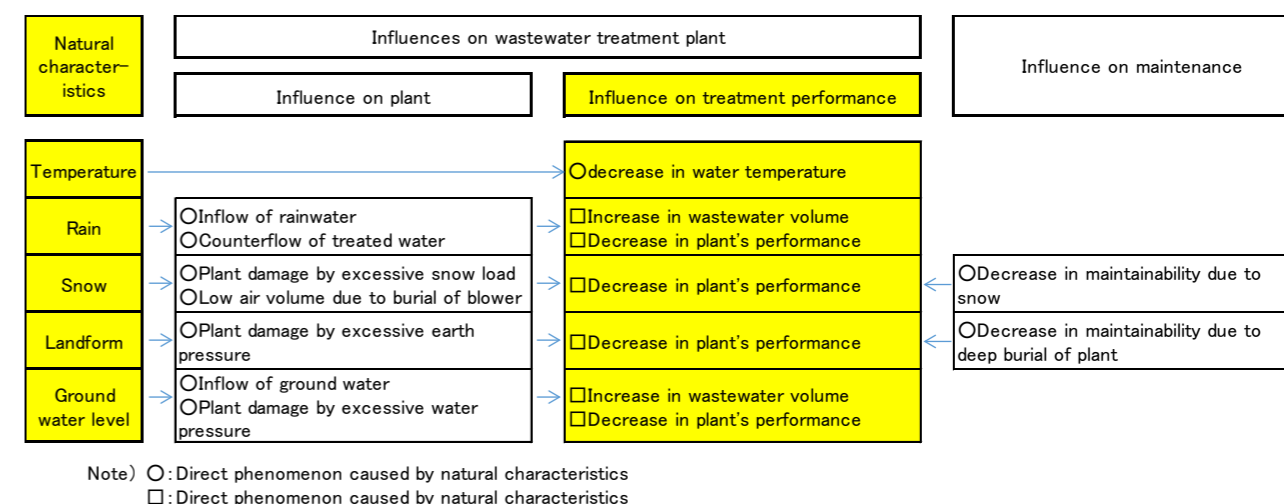
Vannak olyan országok és régiók, ahol a szennyvíz tisztító berendezések üzembe helyezéséhez a helyi követelményeknek megfelelő tanúsítványt kell beszerezni. Az Európai Unió területén telepített berendezések esetében az EN 12566-3 számú európai szab-

vány előírásait kell teljesíteni, be kell tartani a nemzeti jogszabályi követelményeket és be kell szerezni a CE jelölést<sup>20</sup>). A CE jelölés (CE marking) megléte a legtöbb EU tagországban elegendő, de célszerű meggyőződni a nemzeti, helyi előírásokról, hogy szükséges-e ilyen tanúsítás.

Japánban a Dzsókaszó megfelelő működőképességének megőrzése érdekében az erről szóló törvény szabályozza a műszaki előírásokat, a karbantartás gyakoriságát valamint a szennyvíziszap eltávolításának kötelezettségét, illetve előírja a Dzsókaszó használatának módját. Miután azonban más országokban nem léteznek ehhez hasonló előírások, a szennyvíztisztító berendezések szállítóinak nyilatkozniuk kell a karbantartással és iszapmentesítéssel kapcsolatos kérdésekről.

#### (2) Az egyedi háztartási szennyvíztisztító berendezés elterjedéséhez szükséges szennyvíz tisztítási szolgáltatások láncának kialakítása.

A villamos áramon túlmenően az egyedi szennyvíztisztító berendezések elterjedéséhez szükség van a telepítéshez, karbantartáshoz, iszapmentesítéshez és a vízminőségi paraméterek ellenőrzését lehetővé tévő infrastruktúrára. Különösen a ritkán lakott területeken fontos megvizsgálni az adottságokat, felvilágosítani a lakosságot, szükség esetén beleértve a műszaki ismeretek átadását is.



#### 4. ábra

#### A környezeti tényezők hatása a szennyvíztisztítás eredményességére

A szennyvíztisztító üzemre gyakorolt hatások.

Oszlopok balról jobbra:

Természeti tényezők: hőmérséklet, eső, hó, földfelszín, talajvíz szintje.

Az üzemre gyakorolt hatás: Esővíz behatolása, kezelt szennyvíz visszafolyása. A berendezés károsodása a túlzott hőterhelés következtében, oxigénbevitel csökkenése a befúvó szerkezet betemetődése folytán. A berendezés károsodása túlzott földnyomás miatt. Talajvíz behatolása, a berendezés károsodása a túlzott talajvíznyomás miatt.

A szennyvíztisztítás hatékonyságára gyakorolt hatás: Víz hőmérséklet csökkenése. A szennyvíz mennyiség növekedése, a berendezés teljesítményének csökkenése. A berendezés teljesítményének csökkenése. A berendezés teljesítményének csökkenése. A szennyvíz mennyiség növekedése, a berendezés teljesítményének csökkenése.

A karbantartásra gyakorolt hatás: a karbantartási feltételek romlása a hó miatt. A karbantartási feltételek romlása a berendezés telepítési mélysége eltemetődés miatt.

Megjegyzés: ○: A természeti jelenségek által okozott közvetlen hatás, □: A természeti jelenségek általi közvetlen hatás

### 3.4 A Dzsókaszó honosításával kapcsolatos műszaki kérdések

#### (1) A Dzsókaszó honosítása

A berendezések helyi viszonyokhoz történő illesztéséhez célszerű először felülvizsgálni a japán modellt. Ennek érdekében néhány országban és régióban megvizsgáltuk a szabványokat a berendezések nemzeti, regionális kormányzat által kiadott helyi előírásoknak megfelelő tisztítási hatásfok vizsgálatára alapozva. Az eredményeket a **2. táblázat** mutatja.

	Japán Dzsókaszó teljesítményének értékelési módszere			EU EN 12566-3+A2			USA NSF/ANSI 245-2007			Ausztráliai és Új-Zélandi szabvány AS/NZS 1546 3 2008		
	Minőség belépéskor	Átlag	Minőség kilépéskor	Minőség belépéskor	Átlag	Minőség kilépéskor	Minőség belépéskor	Átlag	Minőség kilépéskor	Minőség belépéskor	Átlag	Minőség kilépéskor
BOI5 (mg/l)	180 – 220	200	20	150- 500	400	35	100- 300	(200)	25	150- 300	(225)	20
LA	–	160	–	200- 700	(450)	30	100- 350	(225)	30	150- 300	(225)	30
TKN	–	–	–	25- 100	(63)	–	30-70	(53)	50%	20- 100	(60)	–
öN	4-6	5	–	5-20	(16)	–	–	–	–	6-25	(16)	–
Víz hő- mér- séklet	13 °C felett			nincs megjelölve			10-30 °C			megjelölhető		

#### 2. táblázat

##### A teljesítmény értékelési vizsgálatok összefoglalója a világ egyes részein

Megjegyzés: 1.) Az EU-ban a kifolyó szennyvíz minőségi előírása a Franciaországban szabványos értéken alapszik

2.) A belépő minőség a vizsgálati tartományon belül. A ( ) jel a közepes tartomány mediánját jelzi.

A **2. táblázatból** kitűnik, hogy az egyes országok, régiók saját, eltérő vízminőségi szabványokkal és víz hőmérséklet vizsgálati előírásokkal rendelkeznek, ami befolyásolja a tisztítási eredményeket. Ezért előfordulhat, hogy azok az egyedi szennyvíz tisztító berendezések, amelyek Japánban a teljesítmény vizsgálat során sikeresek voltak, nem felelnek meg más ország vagy régió szabványainak. A japán modell honosítása érdekében alapvető fontosságú, hogy feltárjuk a Dzsókaszó esetében alkalmazott és a helyi előírások által megkövetelt teljesítményértékelési vizsgálatok különbözőségeit, és a berendezést ennek megfelelően módosítsuk.

#### (2) Ellenőrző vizsgálat tesztekkel

Ellenőrizni kell, hogy a honosított Dzsókaszó berendezés a helyi előírásoknak megfelelő tisztítási teljesítménnyel és szennyvíziszap tároló kapacitással rendelkezik-e.

Ennek módja egy harmadik fél által a helyi értékelési előírások szerint végrehajtott teljesítmény vizsgálat és monitorozott ellenőrző vizsgálat. Mindkét vizsgálat során várható, hogy a normál üzemi körülmények mellett különféle terheléses vizsgálatoknak vetik alá a berendezést. Mindezeket túl arról is meg kell győződni, hogy a karbantartást végző helyi személyzet alkalmas-e a honosított Dzsókaszó kezelésére. A szennyvíztisztítás magas költsége és az értékelési módszer eltéréseiből eredő piaci megkülönböztetés is két olyan tényező, amelyeket a japán egyedi tisztító berendezés honosítása előtt álló akadálnak szoktak tekinteni. A vizsgálatok során ezen a kérdésekre megoldásra is célszerű kitérni.

#### (3) A Dzsókaszó honosítására alkalmas tervezési módszer kialakítása

Korábbi, a használati feltételek eltéréseiről szóló tanulmányban ismételten felmerült, hogy az egyedi szennyvíztisztító berendezést a beérkező szennyvíz terhelés változásaihoz igazodva kell üzemeltetni, különös tekintettel a BOI<sub>5</sub> és a nitrogén eleveniszapos eljárással történő eltávolításának hatásfokára, valamint a szakaszos levegőztetés<sup>21)</sup> oly módon történő szabályozására, amely a befolyó szennyvíz terhelés mértékének és a szabályozó tényezőknek<sup>22)23)</sup> megfelel, ám magának a létesítménynek a vizsgálatára vonatkozó eredményeket nem találtunk.

A szennyvíztisztító létesítmények között regionálisan megfigyelhető eltéréseket a bemeneti feltételek különbözősége (pl. a beérkező szennyvíz mennyisége és minősége), a kimeneti feltétel eltérése (azaz a tisztított vízzel szemben támasztott elvárások), valamint a használat körülményei okozzák. Ezért tehát ha helytállóan és sikeresen kívánjuk megoldani a Dzsókaszó berendezések helyi viszonyokhoz történő illesztését, e három tényezőt figyelembe vevő tervezési módszerekre van szükség.

#### 4. A Dzsókaszó külföldön történő elterjedésének kilátásai

A legtöbb Dzsókaszó berendezést Japánban gyártják és helyezik is üzembe, a világ más részein kevésbé elterjedt, mint az oldómedencék.

Amennyiben azonban a fenti 3. pontban tárgyalt kérdések sikeresen megoldhatók, már



népszerűsíteni lehet a kibocsátási előírásoknak megfelelő egyedi szennyvíztisztító berendezés alkalmazását, ezáltal pedig hozzájárulhat az ENSZ dokumentumban 2030-ra szereplő „Feladatok” célkitűzéseikhez, a tisztítatlan szennyvizek arányának felezéséhez. Ezen kívül a Dzsókaszó képes az egyes területeken érvényes legszigorúbb vízminőségi követelményeket is kielégíteni, tekintve hogy egyedi berendezésként is alkalmas arra, hogy ne csak a biokémiai oxigén igényt, de konkrétan a nitrogént és foszfort is eltávolítsa a szennyvízből. A fentiek mellett a Dzsókaszó az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére irányuló Párizsi Egyezményhez (COP21) valamint a G7-ek által létrehozott, az erőforrások újra felhasználásáról szóló Erőforrás Hatékonysági Szövetség sikeréhez is hozzájárulhat. Ezáltal egészségesebb hidrológiai ciklus és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkenése várható.

A fentiek okán a Dzsókaszó, mint a tisztított szennyvizek részarányának emelését szolgáló egyedi szennyvíztisztító berendezés sikeres adaptálása a helyi viszonyokhoz hozzájárulhat a hagyományos ürgödröknél és (a Szerkesztő megjegyzése: a talajbiológiai berendezések nélküli) oldómedencékhez viszonyított környezetbarátabb (a Szerkesztő megjegyzése: decentralizált) szennyvíztisztítási megoldás elterjedéséhez.

Ez a cikk eredetileg japán nyelven a Gekkan Dzsókaszó-ban (2017/01) jelent meg, ami a Japán Környezetegészségügyi Oktató Központ kiadványa.

#### Hivatkozások

1. 持続可能な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル (2014) (japán nyelven), Földügyi, Infrastrukturális, Közlekedési és Turisztikai Minisztérium, Mezőgazdasági, Erdészeti és Halászati Minisztérium, Környezetvédelmi Minisztérium, Japán
2. 平成19年10月浄化槽管理者への設置と維持管理に関する指導・助言マニュアル(japán nyelven), 3-5. oldal, 2007, Dzsókaszó Népszerűsítési Iroda, Környezetvédelmi Minisztérium, Japán
3. 平成27年度末の汚水処理人口普及状況について(japán nyelven), Környezetvédelmi Minisztérium, Japán <http://www.env.go.jp/recycle/jokaso/data/population/pdf/osui-h27.pdf> (megtekintés 2016. szeptember 5.)
4. Egyesült Nemzetek Szövetsége Információs Központok [http://www.unic.or.jp/activities/economic\\_social\\_development/sustainable\\_development/2030agenda/](http://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/) (megtekintés 2016. február 6.)
5. Kitekintés a víz környezetgazdálkodási szempontjaira Ázsiában, 2015, 25 oldal (2015), Ázsiai Víz és Környezet Partnerség (WEPA), Globális Környezeti Stratégiák Intézete (IGES) és Környezetvédelmi Minisztérium, Japán
6. Nemzetközi Statisztikai Kézikönyv 2016, Statisztikai Hivatal, Belügyi és Kommunikációs Minisztérium, Japán <http://www.stat.go.jp/data/sekai/0116.htm#c16> (megtekintés 2016. szeptember 11.)
7. DZSÓKASZÓ (浄化槽) egyedi szennyvíztisztító szolgáltatások kistelepüléseken, Közép-Kelet Európai koncepcionális technológia átadási javaslat (2016), Évszázados Technológiai Újítások
8. 平成21年度し尿処理システム国際普及推進業務報告書(japán nyelven), 2-3. oldal, (2010), Japán Környezetegészségügyi Oktató Központ, és Dzsókaszó Népszerűsítési Iroda, Környezetvédelmi Minisztérium, Japán
9. 平成24年度し尿処理システム国際普及推進業務報告書(japán nyelven), 2-6-2-7. oldal, (2013) Japán Környezetegészségügyi Oktató Központ, és Dzsókaszó Népszerűsítési Iroda, Környezetvédelmi Minisztérium, Japán
10. LE GUIDE DE L'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF 2015-2016 (francia nyelven), 6. oldal, Nemzetközi Szabadtéri Ijászati Egyesület (IFAA), Franciaország
11. 平成27年度浄化槽の指導普及に関する調査結果(japán nyelven), 32. oldal, (2016), Dzsókaszó Népszerűsítési Iroda, Környezetvédelmi Minisztérium, Japán
12. 平成27年度次世代浄化槽システムに関する調査業務報告書(japán nyelven), 95-100. oldal, (2016), Dzsókaszó Rendszerek Egyesülete
13. A dzsókaszó meghatározása, Dzsókaszó törvény, 1. cikk, 2. bekezdés, Japán
14. 環境省関係浄化槽法施行規則(japán nyelven), (a Japán Egészségügy és Jóléti Minisztérium 1984.3.20-i, 17. számú rendeletének 1. bekezdése)
15. 平成25年度 浄化槽の低炭素化に向けた調査業務報告書(japán nyelven), 34. oldal, (2014), Dzsókaszó Rendszer Egyesület
16. 建築物の用途別による屎尿浄化槽の処理対象人員算定基準(japán nyelven), JI-SA 3302-2000
17. 浄化槽の設計・施工上の運用指針(2002)(japán nyelven)
18. 生物膜法による小型汚水処理施設の設計上の要因 (második kiadás, japán nyelven), 第34回廃棄物処理対策全国協議会全国大会講演集(japán nyelven), 9-14. oldal (1983), Mitsunori Ishihara
19. 浄化槽の構造基準・同解説2005年度版 (2005, japán nyelven), 355-360. oldal, Japán Építési Központ
20. 環境省廃棄物対策課浄化槽推進室, 公益財団法人日本環境整備教育センター, 平成24年度し尿処理システム国際普及推進業務報告書(japán nyelven), 2-3. oldal, (2013), Japán Környezetegészségügyi Oktató Központ és Dzsókaszó Népszerűsítési Iroda, Környezetvédelmi Minisztérium, Japán
21. 自動制御間欠曝気活性汚泥法による生活污水の窒素除去(japán nyelven), Youichi Hamamoto, a Japán Szennyvíztisztítási Biológiai Társaság folyóirata 40. kötet 1. szám (2004), 20-21. oldal
22. 連続流入間欠ばっ気活性汚泥方式の農業集落排水施設のBOD除去性能とその支配因子(japán nyelven), Takuji Nakano, 農業土木学会論文集(2006, japán nyelven) 244. szám, 24-25. oldal
23. 連続流入間欠ばっ気活性汚泥方式の農業集落排水施設の窒素除去性能とその支配因子(japán nyelven), Takuji Nakano, 農業農村工学会論文集(2012, japán nyelven) 279. szám, 26-27. oldal

A japán szerző honlapja:  
Furuichi Masahiro: <http://www.civil.tohoku.ac.jp.english/index-e.html>

## STOCKHOLM JUNIOR WATER PRIZE – MAGYAR VERSENY 2017

DR. GAYER JÓZSEF  
GWP MAGYARORSZÁG



munkáinak megmérettetése, a nemzetközi döntőn, melyre a stockholmi Víz Világhét (World Water Week) keretében kerül sor, az egyes országok győztesei indulhatnak. Az 1997. óta folyó versenyen a győztes Viktória svéd koronahercegnő kezéből veszi át a díjat, ami mellé még komoly pénzjutalom is jár.

A GWP Magyarország Alapítvány immár ötödik alkalommal rendezte meg a Stockholm Junior Water Prize (Stockholmi Ifjúsági Víz Díj) hazai versenyét, melynek Áder János köztársasági elnök a fővédnöke. Megrendezésével nem titkolt célunk, hogy a pályaválasztás előtt álló fiatalok figyelmét felhívjuk vízgazdálkodás számos szakterületére és általában ráirányítsuk a társadalom figyelmét közös örökségünk a víz védelmének ügyére.

A Stockholm Junior Water Prize világszerte a 15-20 éves középiskolások vízzel kapcsolatos

A hazai fordulóra, 2017-ben 16 csapat nevezett az ország különböző részeiből. A benyújtott dolgozatok változatos témákban születtek: helyi vízminőségi, vízkészlet probléma megoldása, robot alkalmazása a vízellátásban, a palackos víz és a csapvíz ellentéte, termásvíz újrahasznosítás, szennyvíztisztítás, a vízlátnyom csökkentése, endokrin anyagok megjelenése vizekben stb. A pályaművek bírálatát egy neves hazai szakemberekből álló bizottság végezte (elnöke Szöllősi-Nagy András professzor, az UNESCO Nemzetközi

Hidrológiai Programjának elnöke). A bírálati szempontok azonosak voltak a nemzetközi döntőn alkalmazottakkal (témaválasztás; kreativitás; munkamódszer; témaismeret; gyakorlati tapasztalatok; írott és szóbeli bemutatás). A zsűri körben bírálta a pályaműveket, ennek eredményeként alakult ki a döntő hatcsapatos mezőnye. Az eseménynek, immár hagyományosan, a MaVíz adott otthont május 20-án. Ennek során a versenyzők, a stockholmi körülményekhez hasonlóan, egy általuk készített poszter előtt angolul mutatták be munkájukat és válaszoltak a bizottság kérdéseire. A zsűri döntése alapján a következő sorrend alakult ki:

I. helyezett: Tari Anna, Stefán Kristóf és Szabó Nikolett (Szent László Gimnázium, Budapest): „Tanks of Water” – Felkészítő tanár: Hanga Ildikó

A csapat a vízlátnyom csökkentése érdekében egy társasjátékot készített, melyben a résztvevők játékos formában szereznek információt az egyes termékek virtuális víztartalmáról, víztakarékos módszerekről, vízkészletekről, víztisztítási módszerekről, stb. A játékot diáktársaik segítségével tesztelték. Ennek során a résztvevők, beleértve a játékkészítőket is, számos ismeretre tettek szert, mellyel növelték víztudatosságuk. A játék, mely kiválóan alkalmazható a környezeti nevelésben, a kapott visszajelzések alapján továbbfejleszhető.

II. helyezett: Tóth Bence, Zsigó Miklós és Szemerszki Bálint (Bánki Donát Műszaki Középiskola, Nyíregyháza): Underwater Cyclops

- monitoring of reservoirs has never been easier – F elkészítő tanár: Zsigó Zsolt Miklós. A fiatalok a középiskolájukban megépített robot alkalmazási lehetőségét vizsgálták a Nyírségvíz Zrt. keretein belül, víztározók leürítés nélküli vizsgálatára. A robot segítségével nagy mennyiségű víz takarítható meg, mert a tározók falának víz alatti felderítésével (képek, videók készítése), majd az eredmények kiértékelésével előzetes információkhoz lehet jutni.

III. helyezett: Fekete Ádám, Németh Jázmin és Rábai Viktória (Szent László Gimnázium, Budapest): All Drains Lead to the Ocean – Felkészítő tanár: Sós-kuthyné Kovács Erzsébet. A diákok a vizeleten keresztül a környezetbe jutó hormonkészítmények hatásait vizsgálták halakkal lefolytatott kísérletekkel. Javaslatuk szerint a megelőzés, tájékoztatás a legjobb megoldás az ilyen típusú környezetszennyezés megelőzésére.

A magyar verseny díját Áder János köztársasági elnök egy fogadás keretében adta át a nyertesnek a Sándor palotában, melyre a döntő minden csapata meghívást kapott. A fiatalok lelkesen mutatták be dolgozatukat elnök úrnak, aki nagy elismeréssel nyilatkozott a látott projektekről és kifejezte elismerését a tanárok munkája iránt.

A győztes Szent László Gimnázium csapata fogja Magyarországot képviselni a Stockholmban augusztus végén rendezendő nemzetközi döntőn, ahol több mint 30 ország képviseli magát.



## PRO PROGRESSIO INNOVÁCIÓS DÍJ ELNYERÉSE NEM-LEVEGŐZTETETT BIOREAKTOROK SZENNYVÍZTISZTÍTÁSI HATÉKONYSÁGÁNAK NÖVELÉSE A FELSZÍNEEN BEOLDÓDÓ OXIGÉN ÚSZÓ FEDLAPPAL VALÓ KIZÁRÁSÁVAL

**PÁLYÁZÓ:**  
BME ALKALMAZOTT BIOTECHNOLÓGIA ÉS ÉLELMISZER-TUDOMÁNYI TSZ.  
SZENNYVÍZTISZTÍTÁSI BIOTECHNOLÓGIÁK KUTATÓ CSOPORT,  
**DR. JOBBÁGY ANDREA, SIMON JÓZSEF, DR. BAKOS VINCE**



*Jobbágy Andrea, Simon József, Józsa János a BME rektora  
és Pakucs János, a Pro Progressió Alapítvány elnöke*

A szennyvíztisztítás világszerte döntően biotechnológiai úton történik, ahol az előírt határértéknek megfelelően jelentős csökkentésre kerül a szennyező anyagok koncentrációja. A műveletek alapvetően nitrifikációból (ammónia nitráttá alakítása), denitrifikációból (nitrát nitrogén gázzá alakítása és kibuborékoltatása) és P-eltávolításból állnak. Az intenzíven levegőztetendő, autotróf nitrifikáció kivételével az előidézendő folyamatok jól biodegradálható szerves szénforrást igényelnek, - sikerességük a szennyvíz mikrobiális szénforrásként felhasználható, jól biodegradálható szerves anyag tartalmának az eltávolítandó N és P tartalmához viszonyított arányán alapszik - és azokat az oxigén metabolikusan és kinetikailag is gátolja. Ennek ellenére a nem levegőztetett bioreaktorok nyitottak.

A **Jobbágy Andrea** által vezetett kutatócsoportban közel 20 éve folyó, kiterjedt vizsgálatok eredményeként kimutatásra került, hogy a kiépülő regionális csatornarendszerekben - és a víztakarékosság következtében - előálló hosszú tartózkodási idő alatt jelentősen csökken a szénforrás elérhetőség. Így a betöményedés nyomán kialakuló, magas nitrogén (elsősorban ammónia) koncentrációk mellett nem tartható a nem-levégőztetett reaktorok fedetlensége. Megállapításra került, hogy a feltételezeten „anoxikus” és „anaerob” reaktorok a hatékony denitrifikálás és biológiai P-eltávolítás helyett un. low-DO (Dissolved Oxygen) koncentráció üzemben (az elvégzett mérések és szimulációs számítások szerint 0,05 - 0,2 mgO<sub>2</sub>/l tartományban) működnek, ahol a biomasza jellegzetesen elfonalsodik, ami megnehezíti a tisztított szennyvíztől való elválasztását. Az oxigénbejutás által gátolt folyamatok kiváltása alapvetően vegyszeradagolással történik, ami pótszénforrás és kicsapó, ill. koaguláló anyagok alkalmazását jelenti.

A kapott eredményekből kiindulva - Jobbágy Andrea ötlete alapján - a Karsai Műanyagtechnika Holding céggel együttműködésben és a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. kutatási támogatásával, nemzetközi viszonylatban is elsőként fejlesztettek ki a technológiai körülményeknek megfelelő, úszó fedlapot (Flo-atseal-t), és helyezték rá az Észak-budapesti Szennyvíztisztító Telep anoxikus reaktoraira, egyértelműen kizárva az oxigén felszínen át történő bejutását és az ezzel járó, kedvezőtlen és inhibíciós hatásokat a N és P eltávolításra és a biomasza szerkezet alakulására.

A MaSzeSz HÍRCSATORNA 2016. 5-6. száma már hírt közölt a Magyar Hidrológiai Társaság 2016. november 22-i, „A felszínen beoldódó oxigén kizárása nem levegőztetett reaktorokból úszó fedlappal. Az alapoktól az eredményekig” című előadóról. Ezen a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. Észak-budapesti telepén Dr. Jobbágy Andrea, a helyszíni nagyüzemi kísérleti eredményekkel szemléltette az 1990-es évek végén megkezdett kis-minta kísérletektől folytatott műszaki fejlesztés eredményességét, különösen abban az esetben, ha a jól biodegradálható szénforrás szűkösen áll rendelkezésre, és a szennyvíz tisztítási hőfoka viszonylag alacsony. A lefedett és fedetlen eleveniszapos medencérszekből vett minták kutatási megfontolásokat alátámasztó eredményei a vonatkozó helyszín mellett a szegedi és budaörsi szennyvíztisztító telepekről is származtak. A több éves kísérleti alkalmazás azt is bizonyította, hogy a letakarást biztosító úszó polietilén fedlap szerkezetét a nyári napsütés, a téli fagy, de a szennyvíz által okozott hatások sem károsították.

## A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG XXXV. ORSZÁGOS VÁNDORGYŰLÉSE MOSONMAGYARÓVÁRON

GAMPEL TAMÁS  
MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG

A MHT 2017. július 5. és 7. között Mosonmagyaróváron, a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karán rendezte meg XXXV. Országos Vándorgyűlését.



A nyitó plenáris ülésen **dr. Szlávik Lajos** elnök megnyitóját követően **Széles Sándor**, a Győr – Moson – Sopron Megyei Kormányhivatal kormány megbízottja, **Dr. Hoffmann Imre**, a Belügyminisztérium közfoglalkoztatási és vízügyi helyettes államtitkára, **dr. Árvay István**, Mosonmagyaróvár polgármestere, **Ivanics Ferenc**, a Győr – Moson – Sopron Megyei Önkormányzat alelnöke, **dr. Szalka Éva**, a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság – és Élelmiszertudományi Karának dékánja, **Bartal György**, a Győr – Moson – Sopron Megyei Mérnöki Kamara elnöke, **Novák Gyula**, a MMK Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozatának elnöke, és **Csapó Imre**, az MHT Mosonmagyaróvári Területi Szervezetének elnöke üdvözölte a Vándorgyűlés résztvevőit. A köszöntők után sor került a Társaság centenáriumi éve alkalmából meghirdetett no-

vellapályázat eredményeinek kihirdetésére és a díjak átadására. Ezt követően **Kling Zoltán**, a Belügyminisztérium Vízügyi Koordinációs Főosztályának főosztályvezetője tartott előadást a nemzeti Víz Stratégiáról (Kvassay Jenő Terv). A szünet után **dr. Szlávik Lajos** elnök összegezte előadásában az MHT jubileumi évének eseményeit, majd a plenáris ülés résztvevői megtekintették „A Magyar Hidrológiai Társaság centenáriumi rendezvényei” című dokumentumfilmjét. Ezt követően **Csapó Imre**, a Mosonmagyaróvári területi Szervezet elnöke mutatta be előadásában a néhány éve alakult szervezet tevékenységét. A plenáris ülés lezárásaként sor került az egyetem udvarán Kvassay Jenő egykori mosonmagyaróvári hallgató emléktáblájának felavatására.

A hagyományoknak megfelelően a Vándorgyűlés ideje alatt idén is nagy érdeklődéssel kísért termék - és cégbemutatók voltak ezúttal az AQUA REGIA Kft., a CSOMIÉP Kft., a DHI Hungary Kft., az INS Ipari Alkalmazások Zrt., a MOTORGAS s.r.o., az MTA SZTAKI, a SCHIEBER AIVIL Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., a Smart Kft., és a Vízinform online Hírügynökség tevékenységéről.

A Vándorgyűlés 450 résztvevője tizenegy szekcióban és egy kerekasztal beszélgetés keretében, mintegy 150 magyar és 20 angol nyelvű előadást hallgatott meg, a hagyományos baráti találkozón pedig 300-an vettek részt.

A Magyar Mérnöki Kamara tagjai ebben az évben is lehetőséget kaptak arra, hogy az elő-

dások meghallgatásával teljesítsék továbbképzési kötelezettségüket. Idén 120 résztvevő élt ezzel a lehetőséggel.

Azok a résztvevők, akik a regisztráció során kérték, utólag megkapják a beküldött dolgozatokat és prezentációkat tartalmazó CD-t. A helyszínen bemutatott és leadott anyagok hamarosan a Társaság honlapján is megtekinthetők is lesznek.

A záró plenáris ülésen **dr. Szlávik Lajos** elnök rövid áttekintést adott a rendezvényről, a szakmai szekciók legfontosabb témáiról, megállapításairól. Ezt követően a Békés megyei Területi Szervezet elnöke, **Bak Sándor**, meghívta a Társaság tagjait Gyulára, a 2018. évi Országos Vándorgyűlésre.

Második nap délutánján a résztvevők Mosonmagyaróvár nevezetességeivel ismerkedtek meg, kivonatatos városnézés keretében.

A szakmai tanulmányút programja is gazdag volt, a résztvevők először megtekinthették a Mosonmagyaróvári Szennyvíztisztító Telepet, és a modern látogató központot, majd a Feketeerdei Vízmű-telepet. Ezt követően **Láng Mercédesz** mutatta be a résztvevőknek a Dunaszigeti Fizikai Kisminta Kísérleti Telepet. A szakmai tanulmányút programja hajózással és a Denkpali hallépcső megtekintésével zárult.

Ezúton köszöni a Társaság a Mosonmagyaróvári Területi Szervezet tagjainak, az AQUA Szolgáltató Kft. munkatársainak a rendezvény szervezésében és lebonyolításában nyújtott segítséget.



## ELHUNYT ÉHN JÓZSEF, A VIZITERV IDŐRENDEN UTOLSÓ VEZÉRIGAZGATÓJA

*Életének 75. évében tragikus hirtelenséggel elhunyt Éhn József okl. építőmérnök.*

Éhn József 1942. augusztus 18-án született Budapesten. Mérnöki diplomáját 1965-ben az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetemen – a BME jogelődjénél – kapta, ahol vízépítő szakmérnöki diplomát is szerzett.

Egyetemi tanulmányait követően 26 évig a VIZITERV – nál dolgozott, 1965-73 és 1978-83 között közműves tervezőként, és 1973- 78 és 1983-86 között az algériai munkák vezető szakértőjeként, 1986-88 között exportfőmérnökként, 1988-91 között a vállalat vezérigazgatójaként.

A VIZITERV decentralizációs programjának előkészítése után 1991 decemberében megalakította néhány munkatársával a VÍZ-INTER Mérnökiroda Kft-t, amit 25 évig irányított. Tervezői, szakértői, műszaki ellenőri, és beruházás lebonyolítói tapasztalatainak, és kiváló

angol, francia és német nyelvtudásának köszönhetően jelentős szerepet kapott az uniós támogatású víziközmű-beruházások megvalósításában, Székesfehérvár, Pécs, Szeged, Szombathely, Debrecen, Makó, Győr, Dombóvár víziközmű-fejlesztéseiben.

Kiemelkedő érdemeket szerzett a FIDIC (International Federation of Consulting Engineers) magyarországi tagszervezete, a Tanácsadó Mérnökök és Építészek Szövetsége (TMSZ) megalakításában, melynek 1992-99 között elnöke, majd haláláig tiszteletbeli elnöke volt. A Budapesti Műszaki Egyetemen 1994-2002 között a vizes tárgyak francia nyelvű oktatásában címzetes docensként vett részt.

Éhn József szakmai tevékenységének és a hozzá szorosan kapcsolódó közéleti aktivitásának hiányát a mérnöktársadalom vizes tagjai fájdalommal veszik tudomásul és emlékét megőrzik.

AZ ÓBUDAI EGYETEM REJTŐ SÁNDOR KÖNNYŰIPARI  
ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI KAR

## „TELEPÜLÉSI SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁSI SZAKMÉRNÖK” SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAKOT

INDÍT

**2017. SZEPTEMBER 22-I KEZDÉSSEL.**

**A képzés besorolása: ISCED 5B**

**A képzés időtartama: 3 félév, levelező tagozaton (a félév során 5 alkalommal pénteki-szombati napokon).**

**A képzés részvételi díja: 220.000.-Ft/félév.**

**A képzésre jelentkezhetnek főiskolai vagy egyetemi, illetve BSc vagy MSc szintű mérnöki végzettséggel.**

### **A képzési célja:**

A szakirányú továbbképzés célja a szennyvíz-, és vízgazdálkodás szakterületre olyan szakemberek képzése, ill. továbbképzése, akik a korábban megszerzett felsőfokú szakképzettségük és szakismereteik birtokában képesek a szennyvíz-, és vízgazdálkodás szakterületén építési, üzemeltetési, szakértői, beruházási, közigazgatási és vállalkozói munkakörökben a legújabb szakmai- tudományos és fejlesztési eredmények követésére és alkalmazására, specialisták a szennyvíz-, és vízgazdálkodás területén.

### **A szakirányú diploma feljogosít:**

- Fejlesztési feladatok önálló megoldására,
- Decentralizált, kis szennyvíztisztítók üzemeltetésére,
- Szakreferensi feladatok ellátására önkormányzatoknál, szakhatóságoknál. stb.
- Projekt menedzseri feladatok ellátására.

A szakirányú diploma igazolja a FIDIC jellegű ismeretek elsajátítását.

A szakirányú továbbképzésben megszerezhető szakképzettség neve: Települési szennyvíz-gazdálkodási szakmérnök.

**Jelentkezési határidő: 2017. szeptember 15.**

Jelentkezni lehet írásban a következő címen:

Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar Környezetmérnöki Intézet, 1034. Budapest Doberdó u. 6.

vagy faxon: 06-1-666-5909

A jelentkezési lap, továbbá a mintatanterv elérhető az alábbi címen: [www.rkk.uni-obuda.hu](http://www.rkk.uni-obuda.hu)

További információ az alábbi címeken kérhető:

[petho.gyongyi@rkk.uni-obuda.hu](mailto:petho.gyongyi@rkk.uni-obuda.hu)

[bodane.rita@rkk.uni-obuda.hu](mailto:bodane.rita@rkk.uni-obuda.hu)



**Zsiráf**  
Kreatív ügynökség

**KÖLTSÉGKÍMÉLÉS  
MAGAS FOKON**

- Webfejlesztés, weboldaltervezés
- Meglévő kiadványok, katalógusok digitalizálása
- Webáruházak
- E-magazinok
- Facebook oldalak tervezése, üzemeltetése
- Microsite-ok
- Bannerek tervezése kivitelezése
- Print kiadványok készítése
- Arculat tervezés
- Rendezvények
- Csomagolások tervezése
- Tárhelyszolgáltatás
- Költségkímélő marketing

**Cím:** Budapest, Lajos utca 42.

**Telefon:** +36 1 318 4246, +36 1 318 4246

**E-mail:** [sales@zsiraf.hu](mailto:sales@zsiraf.hu)



