

# Hírsatorna

A MAGYAR VÍZ- ÉS SZENNYVÍZTECHNIKAI SZÖVETSÉG LAPJA  
2023/2. szám



**SZENNYVÍZTISZTÍTÁS  
A VIZEK ÚJRAHASZNOSÍTÁSA  
ÉRDEKÉBEN**

# LEGYEN ÖN IS TAGJA A SZÖVETSÉGNEK

## Szakmai érdekképviselő

Szövetségünk kezdeményező és tevékeny módon képviseli a hazai vízügyi ágazatot. Valódi szolgáltatást végző, független szakmai szervezetként, támogatást nyújtunk a települési vízgazdálkodás területén dolgozó szakemberek munkájához (oktatás, tervezés, gyártás, építés, szak-, területi-, önkormányzati igazgatás, szakképzés, üzemeltetés területén dolgozók).

Stratégiai együttműködéseket alakítunk ki és működtetünk, hazai társszervezetekkel, szövetségekkel, érintett kormányzati szervezetekkel, a tagszervezeteink közé tartozó önkormányzatokkal és hatóságokkal, mellyel megteremtjük egy összehangolt ágazati érdekképviselő alapját. Felvállaljuk a települési vízgazdálkodás témakörébe tartozó aktuális szakmai kérdések tisztázását, ajánlások megfogalmazását.

Tudásátadás programunkon keresztül megismertetjük a szakmát a legkorszerűbb és leghatékonyabb megoldásokkal.

Hírcsatorna magazinunk negyedévente bemutatja az ágazat legfontosabb történéseit, és a tudásátadás programmal összehangolt, igényes publicisztikákkal jelenik meg.

Tudástárunk több száz szakmai prezentációt és szakanyagot tartalmaz.

## Szakmai együttműködő partner

A MaSzeSz, mint széleskörű szakmai kapcsolatrendszerrel és tudással rendelkező független nonprofit szakmai szervezet kiváló együttműködő partner, konzorciumi tag, pályázatok és pilot projektek megvalósításában.

Nemzetközi kapcsolatainkat tagjaink szakmai fejlődése, kapcsolati hálójának szélesítése és üzleti lehetőségeik bővítése érdekében kamatoztatjuk.

Konferenciáink, jelenléti rendezvényeink, lehetőséget biztosítanak találkozásokra a szakmai partnerekkel és potenciális üzletfelekkel.

## Vízérték képviselő – társadalmi kommunikáció

Célunk, hogy a víz értékét, és az e mögött álló szakmai munka presztízsét társadalmi szinten elfogadtassuk, és innovatív módon, szakmai alaposággal, következetesen képviseljük a fenntarthatóság szempontjait, és a körforgásos gazdaság megteremtésének fontosságát.

## Kedvezmények

MaSzeSz tagként korlátlan hozzáférést szerez Tudástárunkhoz.

Jelentős kedvezményeket nyújtunk a Hírcsatornában megjelenő hirdetésekhez, és a Tudásátadás Programban való megjelenésekhez.

Jelenléti rendezvényeinket ugyancsak számottevő kedvezménnyel tudja látogatni.

# IMPRESSZUM

## A Magyar Víz –és Szennyvíztechnikai Szövetség online folyóirata

1118.Budapest, Rétköz utca 5.

[www.maszesz.hu](http://www.maszesz.hu)

**Kiadó:** MaSzeSz

**Főtitkár:** Rózsa Bálint

**Kiadásért felel:** Rózsa Bálint

**Főszerkesztő:** Papp Mária

**Szerkesztő:** Tompos Ágnes

**Szerkesztőbizottság tagjai:** Csörnyei Géza, Géczy Ágnes, Jobbágy Andrea, Karches Tamás, Kárpáti Árpád,

Kiss Katalin, Licskó István, Laky Dóra, Makó Magdolna, Patziger Miklós, Vadkerti Edit, Varga Laura

Megjelenik negyedévente

**Grafika és tördelés:** Zsiráf Kreatív Ügynökség

## TARTALOM

Beköszöntő	4
<b>SZAKMAI - TUDOMÁNYOS ROVAT</b>	
<b>A rothasztók anaerob lebontási folyamatainak (biodegradáció) modellezése</b> - <i>Bezsenyi Anikó, Nagy-Mezei Csenge, Gyarmati Imre, Makó Magdolna</i>	5
<b>A szennyvíztisztítás környeztkárosító hatásának mérséklése</b> - <i>Tolnai Béla</i>	21
<b>MASZESZ HÍREK, AKTIVITÁSOK</b>	
Közgyűlés beszámoló	33
Megalakult a MASZESZ Mentor Egyesület	37
Az energiahatékonyság: lehetőség vagy teher?	39
MASZESZ Szakmai Nap 2023. május 30.	41
Gratulálunk!	45
<b>ÁGAZATI HÍREK</b>	
MASZESZ Szakmai nap 2023. május 30. Beszámoló a Magyar Tudományos Akadémia, Vízellátási és Csatornázási Bizottsága 2023. április 12-i üléséről	47
Bemutatkozik a Győri Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszéke	52
A Magyar Hidrológiai Társaság XL. Országos Vándorgyűlése (Győr, 2023. július 5-7.)	61
Bemutatkozik a Hidrológiai Közlöny	62
<b>JUNIOR HÍREK</b>	
Beszámoló a 2023. március 30. Dulovics Junior Szimpóziumról	63
Városi szennyvizek összetételének a változásai a COVID 19 járványhelyezettel kapcsolatos lezárások alatt	65
36. OTDK Műszaki Szekciójának Baja adott otthont!	74
Környezetmérnöki Szakmai Nap Az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyűipari és Környezetmérnöki Karán	76
<b>NEMZETKÖZI KITEKINTŐ</b>	
HWP beszámoló	78
Nemzetközi szemle	81
14. IWA Szakkonferencia a nagy szennyvíztisztító telepek tervezéséről, üzemeltetéséről és gazdaságosságáról Budapest 2024	87
<b>TÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS</b>	
100 éve a vízipar szolgálatában Fennállásának centenáriumát ünnepelte a SZEBETON Zrt.	88
<b>KÉPZÉSI AJÁNLÓ - ESEMÉNYEK</b>	
A BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékének hirdetménye	100

## BEKÖSZÖNTŐ

### KEDVES OLVASÓK!



#### **Kedves Olvasók!**

A szakmai folyóiratunk második számának megjelenése lassan az év közepére esik.

A témák sokasága veszik körül bennünket, egyre inkább érezhető, hogy az egyes szakmai területek szorosan kapcsolódnak egymáshoz.

Nincs éles határ a területek között, és ez most a főcímben is megjelenik „Szennyvíztisztítás a vizek újrahasznosítása érdekében”. A víztisztítás, szennyvíztisztítás különböző folyamatai, szennyvíziszap kezelés módszerei, rothasztás stb., mind olyan műveletek, melynek végső célja a „vizek újrahasznosítása”.

A szakmai tudományos rovatunkban olvashatunk arról, hogy a rothasztás folyamata bővül a telepekre szállított külső forrásból érkező szilárd és folyékony szerves hulladékok kezelésével, vagyis a szennyvíztisztítás hagyományos szerepe mára kibővült.

A következő cikk egyértelműen megfogalmazza, hogy „mára már megszületett a felismerés, hogy a szennyvíztisztítás helyett sokkal helyesebb a szennyvíz hasznosításáról beszélni.

A hasznosításba beleértve mind a tisztított szennyvizet és a leválasztott iszapot.

Május végén tartotta a Szövetség az éves Közgyűlését, ahol az elmúlt év eredményei kerültek bemutatásra, valamint a jogszabály

módosulások miatt az Alapszabály aktualizálásra került.

A Szövetség szakmai programjai számos témát dolgoztak fel: az energiahatékonyság kezelése az egyes szennyvíztelepeken vagy az anaerob rothasztók általános üzemeltetési, tervezési kérdései stb.

Az MTA Vízellátási és csatornázási Bizottsága ülésen egyértelműen megfogalmazódott, hogy az energia növények, a vetőmagtermesztés, az ipari növények öntözése szürke vízzel nem kockázatos.

A Szent István Egyetem Mosonmagyaróváron működő Campusáról, annak tevékenységéről részletes összeállításban olvashatunk.

Ebben az évben is megrendezésre került a Dulovics Szimpózium, a fiatalok sok érdekes témával jelentkeztek, részvételükre a jövőben a Szövetség továbbra is számít. A fiatalok szakmai fejlődésének támogatására megalakult a MaSzeSz Mentor Egyesület.

A Nemzetközi rovat ismét sok új érdekes hasznos tartalommal jelentkezik.

2024-ben IWA Konferenciát rendeznek Budapesten!

A Történelmi rovatban a 100 éves Szebetonról olvashatunk, sok-sok szép képpel illusztrálva.

Reméljük ez a szám is, kellemes és hasznos időtöltést ad a szakma iránt érdeklődők számára.

Kellemes olvasást!

*Dr. Papp Mária  
főszerkesztő*

# A ROTHASZTÓK ANAEROB LEBONTÁSI FOLYAMATAINAK (BIODEGRADÁCIÓ) MODELLEZÉSE

BEZSENYI ANIKÓ<sup>1,2</sup>, NAGY-MEZEI CSENGE<sup>1,3</sup>, GYARMATI IMRE<sup>1</sup>, MAKÓ MAGDOLNA<sup>1</sup>

## ABSZTRAKT

A szennyvíztisztító telepek iszapkezelési technológiájának részeként működő rothasztás (anaerob iszapstabilizálás) megfelelő szabad kapacitás esetén alkalmas a főként mezőgazdaságban és élelmiszeriparban képződő nagy szervesanyag-tartalmú, folyékony és darabos hulladékanyagok energetikai célú hasznosítására (biogáz termelés és hasznosítás). A Dél-pesti és az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen a biogáztermelés intenzifikálása érdekében külső forrásból érkező szilárd és folyékony szerves hulladékok szennyvíztisztításból származó iszappal történő együttes kezelése (ko-fermentáció) történik. A szerves hulladékok ártalmatlanításának ez a módja környezetkímélő és jelentős mennyiségű zöldenergia forrása egyben. Tehát a szennyvíztisztítás hagyományos szerepe mára kibővült. Az anaerob rothasztókkal rendelkező szennyvíztisztító telepek a hulladékkezelés és -gazdálkodás jelentős regionális központjai lehetnek. A beszállított hulladékok kezeléséhez tartozó előírásokat a telepek

Hulladékgazdálkodási engedélyei írják elő. Az engedélyek tartalmazzák a telepeken fogadható hulladékok fajtáját azonosítójuk szerint, valamint a fogadható mennyiséget, melyet szerződött partnerek szállítanak be a telephelyekre a rögzítettek szerint. Azonban a szennyvíztisztítás és iszapkezelés stabil üzemeltetésének érdekében elengedhetetlen ezen biogázalapanyagok előzetes vizsgálata, amely során a fajlagos biogázhozamot, annak dinamikáját és a toxicitást mérjük fel.

## BEVEZETÉS

A rothasztók mikroorganizmus közössége a nagy molekulatömegű komplex szervesanyagokat (fehérjék, zsírok, szénhidrátok) több lépésben metánná és szén-dioxiddá alakítja át. Kisebb mennyiségben egyéb termékek is keletkeznek (pl. kén-hidrogén). A biológiai átalakítás, lebontás közösségi szinten zajlik, több mikroorganizmuscsoport együttműködését igényli. Ennek az összetett folyamatsornak a felépülése látható az 1. ábrán. Tulajdonképpen egy anaerob táplálkozási

<sup>1</sup> Fővárosi Csatornázási Művek Zrt., 1087 Budapest, Asztalos Sándor út 4.

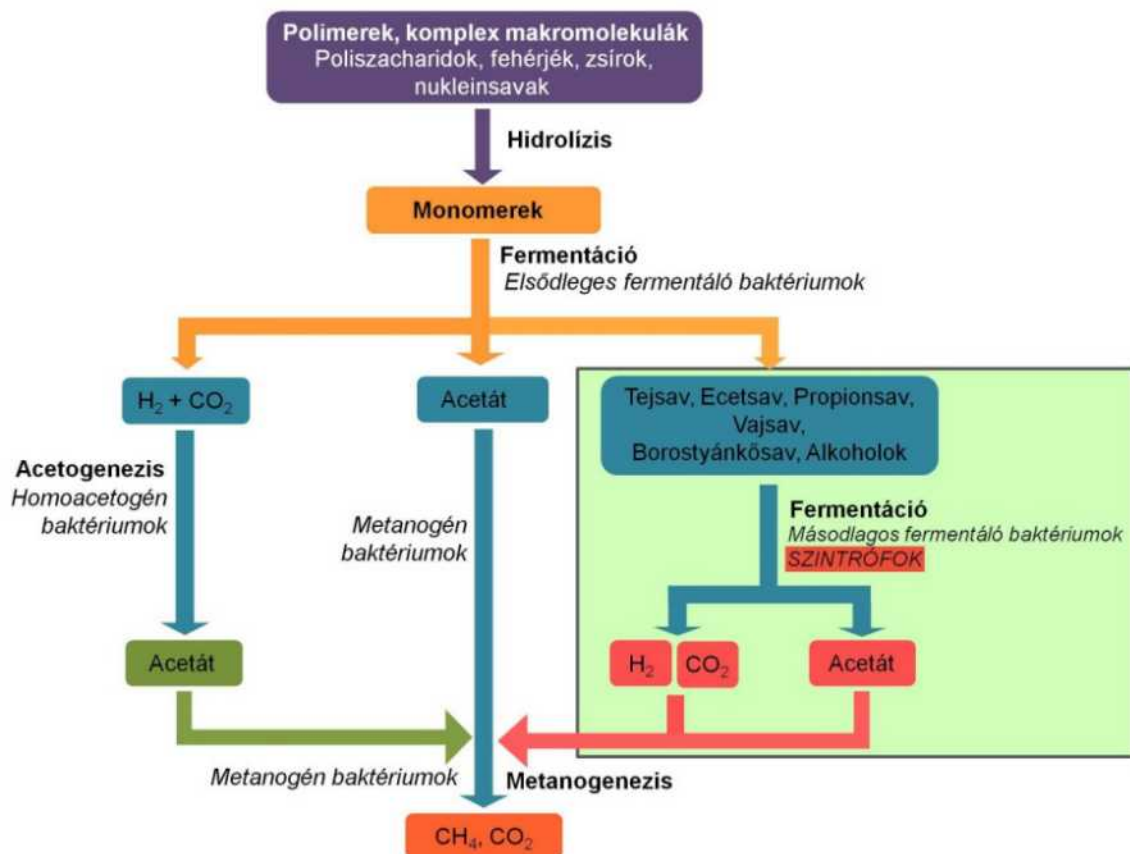
<sup>2</sup> Óbudai Egyetem, Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola, Budapest

<sup>3</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Agrárkörnyezettani Tanszék 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

lánc épül fel. Az egyik baktériumcsoport által végtermékként létrehozott szerves anyagokat egy másik baktériumcsoport felhasználja szubsztrátként (tápanyag). A tápláléklánc mentén a bonyolultabb összetételű szerves anyagok fokozatosan egyszerűbbekké alakulnak át.

Természetes anaerob közegben a komplex szerves anyagokat sokféle mikroorganizmuscsoport képes bontani. Cikksorozatunk első részében részletesen tárgyaltuk a baktériumok (sensu lato, azaz a továbbiakban az Archeákat is beleértve) anyagcsere sajátosságait. Utalva az ott leírt részletekre megjegyezzük, hogy a mikroorganizmusok nem képesek teljesen nagy molekulák, vegyületek felvételére, mivel a sejtfal és a sejtártya fizikai akadályt jelent. Molekuláris szűrőként viselkedik,

amely elsősorban méretbeli korlátozást eredményez, de kémiai szelektivitás is valószínűsíthető. Tulajdonképpen ez a sejt első védelmi vonala a toxikus anyagokkal szemben. Hogy ez mégse jelentsen éhezést a sejt számára, a baktériumok sejten kívüli (extracelluláris) enzimeket termelnek, amelyek kijutnak a sejtől és a külvilágban (a baktérium környezetében) bontják le az óriásmolekulákat olyan kis méretű molekulákra, amelyek már képesek a sejtbe bejutni. [1] A sejtben belüli (intracelluláris) enzimek fejezik be a lebontást. Maga az enzim kifejezés egy biokatalizátor molekulát jelöl, amely valamilyen kémiai reakciót gyorsít, segít elő. Jelen esetben az enzimek a lebontási folyamatokat katalizálják. Nagyon erős egyszerűsítéssel élve feldarabolják, hasítják a nagy molekulákat és ezzel kisebb



1. ábra A szerves anyagok anaerob bontásának folyamata [1]

építőelemekre (pl. monomerekre) bontják. Az olyan óriásmolekulák, mint a cellulóz, vízben nem oldhatók, de a feldarabolódás során egyre inkább vízoldható molekulákhoz jutunk. Ez megkönnyíti a molekulák felvételét. Szinte csak a legkisebb építőelemek képesek bejutni a sejtbe. Például keményítő és a cellulóz esetében a glükózmolekula, a fehérjék esetében az aminosavak. [2]

Az extracelluláris enzimek termelése és az óriásmolekulák egységekre bontása általában több órát vesz igénybe, amelyhez hozzá járul, hogy az enzimek mindig csak a szubsztrát felszínéhez férnek hozzá. A fehérjéket a proteázok, a zsírokat a lipázok, a komplex szerkezetű szénhidrátokat az amilázok (keményítő) és a celluláz enzimek (cellulóz) bontják. A nagy méretű molekulák lebontását hidrolízisnek nevezzük. [2]

Intracelluláris enzimeket minden baktérium termel, de extracelluláris enzimeket nem feltétlenül. Az extracelluláris enzimek repertoárja széles, hiszen a mikroorganizmusok környezetében sokféle elfogyasztható szerves anyag van, de egyetlen baktériumfaj sem képes az összes enzimek előállítására. Tehát fajgazdag (diverz) baktériumközösség szükséges a szervesanyagok lebontásához, intracelluláris és extracelluláris enzimek sokaságával. [2]

A hidrolízis eredményeként oldható, egyszerű szerves anyagok (glükóz, aminosavak) keletkeznek, amelyeket főként maguk az enzimeket termelő baktériumok fogyasztanak el és az anyagcserefolyamataik során szerves savakká (ecetsav, propionsav, hangyasav, tejsav, vajsav, borostyánkősav), alkoholokká, ketonokká, szén-dioxidá és hidrogénné konvertálják. Ezeket a mikroorganizmusokat **elsődleges fermentálók**nak (elsődleges

savtermelők) nevezzük, a folyamatot pedig **savtermelés**nek (acidogenezis). A szerves savak és egyéb fermentációs termékek sem halmozódnak a közegben, hanem valamely mikroorganizmus hasznosítja majd azokat. Az ecetsavat, a hidrogént, a szén-dioxidot és az egy szénatomos molekulákat (pl. metanol) a metántermelők közvetlenül metánná és szén-dioxiddá alakítják, de a bonyolultabb molekulákat a metántermelők nem képesek közvetlenül hasznosítani. Ilyenek a hosszú szénláncú zsírsavak, a két szénatomnál hosszabb alkoholok, az elágazó szénláncú és aromás zsírsavak. Ezeket a termékeket az ún. **másodlagos fermentálók** (szintrófiikus) baktériumok ecetsavvá, szén-dioxiddá, hidrogénné és hangyasavvá alakítják, amelyeket a metántermelők már képesek felhasználni. A folyamat a **másodlagos savtermelés** (acetogenezis = ecetsavtermelés). A **szintrofia** kifejezés olyan anyagcsere-függést jelent, amikor két vagy több mikroorganizmus egyesíti anyagcsere-képességét egy olyan szubsztrát lebontására, amelyet külön-külön nem képesek hasznosítani. A rothasztók biomasszájának 90 %-át a savtermelő baktériumok alkotják. [1][3][4] A hidrolízissel együtt elindul a savképződés (illósav) is, azaz a két folyamatot nem lehet szétválasztani. A fehérjék és a zsírok hidrolízise gyors és a folyamat során képződő illósavak koncentrációja megnőhet, amely a metántermelő baktériumok szaporodását akadályozhatja. A szénhidrátok (pl. keményítő) még az előbbieknél is gyorsabban hidrolizálnak és szén-dioxidban gazdagabb biogázt produkálnak. A cellulóz- vagy lignintartalmú szubsztrátok esetében a hidrolízis lassú folyamat. A savtermelés során képződő illósavak közül a legnagyobb mennyiségben ecetsav, propionsav és vajsav jelenik meg

a rendszerben, kisebb mértékben hangyasav, tejsav és valeriánsav. [3] A két savtermelő fázis alatt képződő fermentációs termékeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Az anaerob tápláléklánc utolsó láncszeme a metántermelés, azaz a szerves savak degradációja, ill. redukciója metánig. A szerves anyagok lebontása során keletkező szén-dioxid egy része ugyancsak részt vesz ebben a folyamatban és metánná konvertálódik. A metántermelő baktériumokat a szakirodalom általában három csoportba sorolja a hasznosított szubsztrátok szerint: **hidrogén-hasznosító metántermelők (hidrogenotróf metanogének), ecetsav-hasznosítók (acetotróf metanogének)**

**és egy szénatomos (C1) egyszerű szerves vegyületeket hasznosítók (metilotróf metanogének). [3]**

Mikrobiológiai oldalról megközelítve árnyaltabb a helyzet. Az ecetsav bontására nem képes metántermelőket illetjük hidrogenotróf kifejezéssel, mivel mindegyikük képes hidrogénből és szén-dioxidból metán létrehozására. Azonban egyéb szubsztrátjaik is lehetnek: etanol, hangyasav, metanol, metilaminok és a metán tiolok. Az utóbbi C1 vegyületek felhasználóit nevezik metilotróf metanogéneknek. Ezek nem különülnek el élesen a hidrogenotrófoktól, mivel a körülményektől függően képesek lehetnek a szubsztrátok közötti váltásra.

**1. táblázat** A savtermelő fázisok (acidogenezis és acetogenezis) fontosabb fermentációs termékeinek összefoglaló táblázata. A harmadik oszlopban jelöltük, hogy az adott termék hasznosítható-e a metántermelők számára. [1][2][5]

FERMENTÁCIÓS TERMÉK	KÉMIAI KÉPLET	METANOGÉN HASZNOSÍTÁS
Szén-dioxid	CO <sub>2</sub>	+
Szén-monoxid	CO	+
Hidrogén	H <sub>2</sub>	+
Ammónia	NH <sub>3</sub>	+ (N-forrás)
Kén-hidrogén	H <sub>2</sub> S	+/- (S-forrás)
Metanol (metil-alkohol)	CH <sub>3</sub> OH	+
Metil-amin	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	+
Etanol (etil-alkohol)	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	+
Hangyasav (formiát)	HCOOH	+
Ecetsav (acetát)	CH <sub>3</sub> COOH	+
Propionsav	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	-
Vajsav (butánsav)	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	-
Valeriánsav (pentánsav, propilecetsav)	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	-
Kaprionsav	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	-
Borostyánkősav (szukcinát, butándisav)	HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	-
Tejsav (laktát, 2-hidroxi-propánsav)	CH <sub>3</sub> -CH(OH)-COOH	-
További fermentációs termékek: butanol, fumársav, almasav, ornitin, citrulin, piroszólósavak (indol-piroszólósav), metil-merkaptán, vajsavak ( $\alpha$ -keto-vajsav, $\alpha$ - és $\beta$ -metil-vajsav), glutaminsav, formamid, $\delta$ -amino-valeriánsav, acetaldehid, alaninsav, glicin, indol-propionsav, indol, fenol, p-krezol, p-hidroxi-fenil-ecetsav, p-hidroxi-fenil-akrilsav, p-hidroxi-fenil-tejsavak stb.		



A metántermelők többsége általában egy-néhány szubsztráttípust hasznosít. A szerves anyagok anaerob lebontása során mindig képződik hidrogén. A hidrogén nagy részét a metántermelő baktériumok szén-dioxid redukciójára használják fel. A metilotróf metanogenezis jelentősége speciális körülmények között növekedhet (metanol, metil-aminok megjelenése a rothasztóban pektint, kolint vagy betaint tartalmazó alapanyagokból). [1] A metanogenezis kiindulási vegyületei és a kapcsolt reakciók az 2. táblázatban láthatók.

A hidrogén és szén-dioxid felhasználásával történő metanogenezissel a sejtek nagyobb energiamennyiséghez jutnak, mint az ecetsav hasznosítása révén, így az acetotróf metántermelők lassabban szaporodnak. Ennek ellenére a rothasztókban a metán közel 70%-a ecetsavból képződik, mivel korlátozott mennyiségű hidrogén áll rendelkezésre. [2][3] A metanogének lassú szaporodásának oka a biokémiai folyamatok során felszabaduló viszonylag csekély energia, de a hasznosított szubsztrátok száma is korlátozott. Nagy mennyiségű szubsztrát lebontására

van szükség ahhoz, hogy a sejtek szaporodásához, illetve a baktériumok energiaellátásához elegendő legyen a felszabaduló energia. Ebből kifolyólag a nagy mennyiségű betáplált biomassához képest a fermentációs maradékban viszonylag kevés metanogén sejt található. [2] Az anaerob tápláléklánc elemei sem időben, sem térben nem különülnek el, de egymásra épülő folyamatok, így sorrendjük meghatározott. [2]

Ezen anaerob biológiai transzformációs folyamatok során képződő gázkeveréket biogáznak nevezzük, és alapvetően két komponensből áll, metánból és szén-dioxidból, de kis mennyiségben kén-hidrogént (H<sub>2</sub>S), szén-monoxidot (CO), nitrogéngázt (N<sub>2</sub>) és hidrogént (H<sub>2</sub>) is tartalmaz. A metanogén mikroorganizmusok obligát (szigorúan) anaerobok, az oxigén kis koncentrációban is mérgező számukra. Normál életműködésükhez, szaporodásukhoz legalább 50%-os víztartalmú közeget igényelnek. [5][6] A biogáz minőségét elsősorban a metán/szén-dioxid arány határozza meg. A szén-dioxid „haszontalan” gáz, tulajdonképpen csak hígítja

2. táblázat A metanogenezis kiindulási anyagai és a reakciók nettó egyenlete [1]

Szubsztrát	Reakció
Hidrogén/CO <sub>2</sub>	$4 \text{ H}_2 + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_4 + 3 \text{ H}_2\text{O}$
Formiát	$4 \text{ HCOO}^- + 4 \text{ H}^+ \rightarrow \text{CH}_4 + 3 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$
Szénmonoxid	$4 \text{ CO} + 5 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + 3\text{HCO}_3^- + 3 \text{ H}^+$
Etanol	$2 \text{ CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HCO}_3^- \rightarrow 2 \text{ CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ + \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$
H <sub>2</sub> /Metanol	$\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Metanol	$4 \text{ CH}_3\text{OH} \rightarrow 3 \text{ CH}_4 + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$
Trimetilamin	$4 \text{ CH}_3\text{NH}^+ + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{ CH}_4 + \text{HCO}_3^- + 4 \text{ NH}_4 + 3\text{H}^+$
Dimetilszulfid	$2 (\text{CH}_3)_2\text{S} + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{ CH}_4 + \text{HCO}_3^- + 2 \text{ H}_2\text{S} + \text{H}^+$
Acetát	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{HCO}_3^-$
Piruvát	$4 \text{ CH}_3\text{COCO}_2\text{H} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{ CH}_4 + 7 \text{ CO}_2$

a biogázt, hiszen a gázmotorok a metán égetésével termelnek energiát. Nyilvánvaló tehát, hogy minél nagyobb metántartalomra kell törekedni. Az elérhető metántartalom 50-71% között mozog, a szén-dioxidtartalom általában 29-40%. A metántartalmat befolyásolja a rothasztási folyamat típusa (egylépcsős, kétlépcsős), az alapanyag tápanyagösszetétele (3. táblázat) és a hőmérséklet. A korrozív hatása miatt a kén-hidrogén kritikus komponens. A mennyisége – fehérjetartalomtól függően – csupán 0-1% között mozog. A biogáz kéntelenítésére több technológiai megoldás is ismert, amelyek között biológiai és kémiai módszerek egyaránt találhatóak. [5] [6]

### SZAKASZOS ÜZEMŰ LABORATÓRIUMI REAKTORTÍPUSOK A ROTHASZTÁS MODELLEZÉSÉRE

A szakaszos üzemű reaktorokba csak az üzembe helyezéskor adagolunk tápanyagot (szubsztrát). A rothasztókban zajló biológiai lebontási folyamatok modellezésére két, különböző alapelven működő rendszert használunk. A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. laboratóriumában a nyomásváltozás mérésén alapuló vizsgálatokat végezzük, az aerob lebontási vizsgálatok során már megismert **OxiTop® mérőrendszerrel** (cikksorozatunk második része). Kutatás-fejlesztési vizsgálatok során az Óbudai Egyetem Bánki

Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Biogáz Laboratóriumában alkalmazott Batch-rendszerrel is dolgoztunk, amely vízkiszorításos elven működik. A következőkben mindkét rendszert bemutatjuk. Mindkét esetben a rothasztott iszapot oltókultúráként használjuk, amely a hozzá adagolt szerves szubsztrát (szilárd vagy folyékony, nagy szerves anyag tartalmú hulladék) lebontásával biogázt termel. A gázhozam, illetve bizonyos esetekben a gázminőség meghatározása a cél.

#### A nyomásváltozás mérés elvén működő OxiTop® Control AN6/AN12 mérőrendszer

elemeiből szerelhető össze. A rendszer része maga a modell-rothasztó, amely egy egyszerű, 1000 L űrtartalmú laboratóriumi üvegedény. Ebből kétféle típust használhatunk. Egynyílású: a teljes biogázmennyiség meghatározására és a gázfejlődési görbe felvételére megfelelő.

Többnyílású: bevezetőnyílással és két szeptummal lezárt csonkkal rendelkezik, a gázösszetétel meghatározására is alkalmas.

A többnyílású üvegedénnyel végzett méréseknél a szeptumon keresztül a rendszer manipulálható: egy fecskendővel a gumikosárba adagolt lúggal (KOH) a szén-dioxid abszorbeálható (2. ábra). Az üvegedényeket biogázzal vagy inert gázzal (N<sub>2</sub>) töltjük fel, így

**3. táblázat** Az alapvető szubsztrátcsoportok (szénhidrátok, fehérjék, zsír) elméleti biogáz- és metánhozama a lebontott szervesanyagra vonatkoztatva [5]

TÁPANYAG	ELMÉLETI GÁZTERMELÉS (m <sup>3</sup> /kg szerves a.)		GÁZÖSSZETÉTEL (%)	
	Biogáz	Metán	CH <sup>4</sup>	CO <sup>2</sup>
Szénhidrátok	0,75 – 83	0,38 – 0,42	50	50
Fehérjék	0,70 – 0,72	0,50	71	29
Zsír	1,25 – 1,43	0,86 – 1,04	68 – 70	30 – 32



**2. ábra** Az OxiTop® Control AN6/AN12 mérőrendszerrel végzett vizsgálatokhoz használható üvegedények (balra) és a befecskendezés a több nyílású üvegbe (jobbra)



biztosítva az anaerob környezetet a kísérletek során. Az üvegedények biogázzal való feltöltéséhez a rothasztók gázmintavételi csonkját használjuk, amelyre csavaros csatlakozással illeszthetünk megfelelő méretű szilikoncsövet.

A mérőrendszerben mindig a modellezni kívánt rothasztókból származó iszapot használjuk oltókultúráként, amelyet az adott rothasztó üzemi hőmérsékletén tesztlünk (az FCSm zrt. telepein ez 37°C). A vizsgálatokhoz bemért iszapmennyiség üzemenként eltérő lehet (25–200 ml, vizsgálatainknál általában 50 mL), így előzetes felmérést igényel a módszer

helyi viszonyokhoz igazítása. A bemért iszap mennyisége az iszap mikrobiális aktivitásától is függ. Előfordulhat tehát, hogy néha igazítani kell a már jól bevált adagolásokon.

Az iszap bakteriális biomasszájának anyagcserefolyamatai során képződik a biogáz, és emiatt az üvegedények gázterében a nyomás folyamatosan változik. Az OxiTop-C mérőfejek (3. ábra) ezt a nyomásátváltozást regisztrálják, és a kísérlet teljes időtartamára automatikusan eltárolják. A rendszer részét képező vezérlő egységgel, a kontrollerrel (OxiTop® OC 110 Controller) (3. ábra) a mérőpalackok felnyitása nélkül tudjuk nyomon



**3. ábra** A szubsztrát és iszap keverékével feltöltött OxiTop üvegedények (balra) és az OxiTop® OC 110 Controller elnevezésű vezérlőegység (jobbra)

követni a biogáztermelést, és a rögzített adatok vezeték nélkül, infravörös hullám útján beolvashatók. Az adatsorok a mérések közben, illetve végén számítógépre menthetők, majd Excel programmal feldolgozhatók. A mérés indítása, a mért adatok beolvasása és a mérésbeállítások aktualizálása is a controllerrel történik.

Mint fentebb említettük, a mérések összeállítását több szempontból is optimalizálni kell, mivel a nyomásérzékelő fejek mérési tartománya komoly korlátozást jelent. A mérési tartomány elméletben <math>< 500 \text{ hPa}</math>, de a gyakorlatban ez inkább <math>< 350 \text{ hPa}</math>. A nyomásváltozás a mérés során negatív tartományban is mozoghat. A vizsgálatok körülményeit úgy kell alakítani, hogy a nyomásváltozás-görbék ezen a szűk mérési tartományon belül maradjanak. A rothasztott iszap mennyiségének helyes megválasztása mellett a vizsgált szubsztrát adagolt mennyisége is hosszas előtesztelések során optimalizálható. Az üvegedényeket megnyitni csak a vizsgálat lezárásával lehet, hiszen azok zárt rendszerként működnek. Ebből következik, hogy ez a rendszer alapvetően szakaszos rátáplálással működtethető, azaz a vizsgálat elején, egyetlen alkalommal adagolunk szubsztrátot az iszaphoz.

Többszörös üvegedények használata esetén az egyik csonkba, a szeptumos csavar alá gumikosarat illesztünk (2. ábra), a másikat pedig csak a szeptummal zárjuk le. Az üvegedényeket – ebben az esetben is – még a bemérés előtt a rothasztók (gáz) mintavevő csonkján keresztül biogázzal töltjük fel. Nitrogéngáz használata esetén a gázzal az üveg a bemérés után is átmosható, a két oldalsó csonkon keresztül. Az üvegek 1000 mL-es osztérfogatából 400 mL a mintatérfogat, 600 mL a gáztér. A 400 mL-es mintatérfogatot a rothasztók iszapja,

csapvíz és a tesztelni kívánt szubsztrát tölti ki együttesen. Ezek aránya mérésről-mérésre változhat. Az üvegedényeket az ún. „fejfel” zárjuk le. Egynyílású üvegek esetén ez az egyetlen zárható rész. A beoltott mintákkal töltött, lezárt mérőedényeket  $37^\circ \text{C}$  hőmérsékleten inkubáljuk standard módon 5 napig, sötétben (3. ábra). Az 5 napos mérésidőtől eltérhetünk, ha a rothasztó tartózkodási idejét szeretnénk modellezni. Az üvegreaktorok tartalmát mágneses keverőbabák és indukciós keverőlapok segítségével folyamatosan mozgásban tartjuk. Érdekes az iszapot a vizsgálatok előtt 1 napig éheztetni, vagyis a rothasztóból kiemelt mennyiséget szubsztrát rátáplálása nélkül  $37^\circ \text{C}$ -on termosztálni, így kiküszöböljük a rothasztókba táplált könnyen bomló szubsztrátok méréstorzító hatását. Az éhezés során az iszap saját szerves anyagát bontja, azaz endogén fázisba kerül. A biomassza egy része elpusztul, és tápanyagként szolgál az életben maradó biomasszahányad számára. Nincs szükség éheztetésre, ha nincs ko-fermentáció az üzemben.

Többféle szubsztrát adagolási módszert alkalmazhatunk.

1. KOI-alapú (Kémiai Oxigénigény) adagolás
  - Egyszerű gázhozam meghatározásnál üvegenként 500 mg KOI-ekvivalens mintamennyiség adagolása optimális. Belső kontrollként glükózt használunk, amelynek szakirodalomból ismert a gázhozama (0,75 Nliter / g glükóz). Ebben az esetben készítünk vakot (csak iszap és csapvíz), egy kontrollt (iszap, víz és 500 mg KOI glükóz) és egy mintát (iszap, csapvíz és 500 mg KOI-ekvivalens minta) bemérést. A gázhozamot a glükóz által produkált nyomásváltozáshoz viszonyítva számoljuk. (4. ábra)

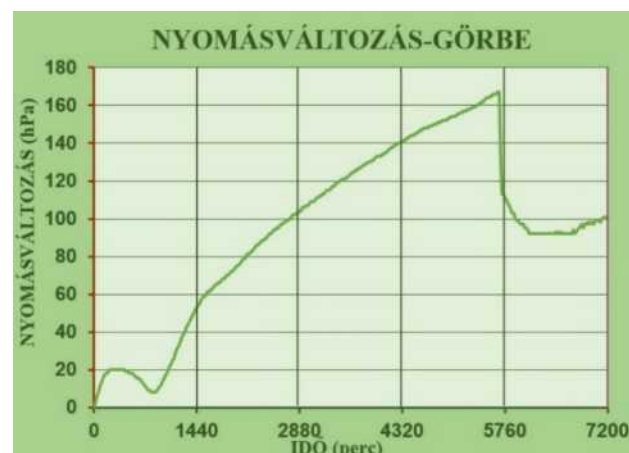
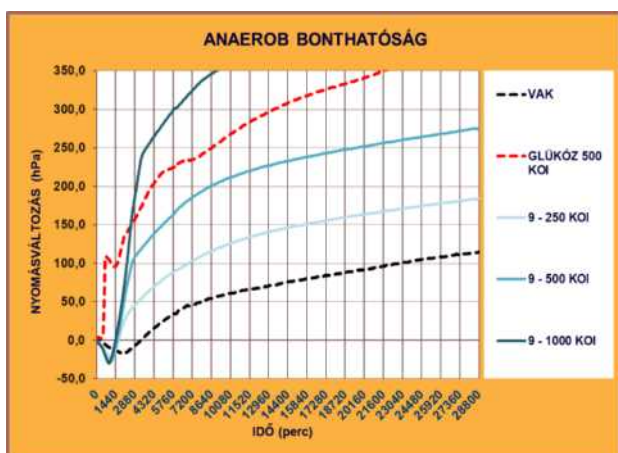
- A toxicitás tesztelése és az üzemi adagolás megválasztása okán minden minta esetében egységesen három adagolást vizsgálunk: 250, 500 és 1000 mg KOI-ekvivalens mennyiséget. A gázhozamgörbéket egymáshoz viszonyítva vizsgáljuk. A legnagyobb fajlagos gázhozamot eredményező adagolás választható üzemeltetésnél, illetve a vak felett futó nyomásgörbék mutatják, hogy a minta nem toxikus. (4. ábra, balra)
- Ha nagyon kis mennyiségű anyag toxicitását vizsgáljuk, amely a módszerrel mérhető nyomásváltozást nem ad, akkor glükóz mellé adagolva láthatjuk, hogy mennyire és milyen irányban módosítja a glükóz gázhozamát. (5. ábra, balra)

2. Szerves anyag arány alapú adagolás esetén 1:0,5 (iszap : szubsztrát szerves anyag) alkalmazható sikeresen. Ebben az esetben is készítünk vakot, esetleg glükóz kontroll is használható (a glükóz 100% szerves anyag). Ez a megközelítés az üzemeltetők számára jobban értelmezhető, de nem minden alapanyag esetén alkalmazható sikeresen.

3. Térfogat alapú adagolás is választható, amely folyékony hulladékok esetében hasznos.

Fontos kiemelni, hogy minden bemérés esetén három párhuzamos mérést indítunk. Egyrészt alapvetően biológiai vizsgálatról van szó, így a vizsgálatok során nagy szórásértékekre számíthatunk. Másrészt az OxiTop-C mérőfejek a rendszeres használat során bármikor meghibásodhatnak, esetleg lemerülhet az elem, így elveszhet a rögzített adatsor. Minden mérésorozathoz szubsztrát nélküli vakok (csak iszap és csapvíz) is készülnek, amelyek negatív kontrollként szolgálnak. A szubsztrát jelenlétében képződő gáz mennyiséget, illetve a gáznyomásváltozás-görbéket a vakmintához képest értékeljük.

Többnyílású edény használatánál a 4. napon (illetve a mérési idő lejártá előtt egy nappal) a szeptumon keresztül fecskendővel 1 mL KOH-ot (30% v/v) adagolunk a gumikosárba. A KOH megkötö a CO<sub>2</sub>-ot a gáztérben, és így az 5. napra csökkent nyomást mérhetünk az üvegben. A visszamaradó (csökkent) nyomás megfelel a képződött metánhányadnak



**4. ábra** A nyomásváltozásgörbék KOI-alapú adagolás esetén (balra) és a többnyílású üvegedénnyel rögzíthető görbe (jobbra), amelyről a gázminőség is leolvasható. A nyomásváltozásgörbén gyors csökkenés látható a gáztérbe adagolt KOH hatására, mivel a KOH megkötö a szén-dioxidot (jobbra)

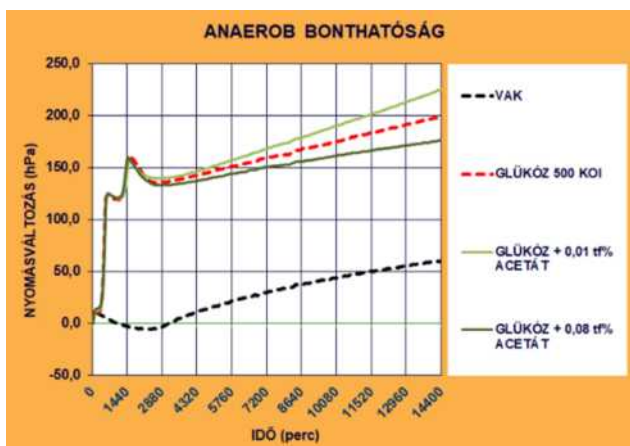
(4. ábra, jobbra). Egynyilású edények használatánál a fej a teljes gáztermelést/gázhozamot mutatja a nyomásváltozáson keresztül.

A bonthatósági vizsgálatokhoz kémiai analízist (KOI, TOC/TIC, pH, összes illósav) is csatolhatunk, amelyet az iszapból, vagy annak folyadék fázisából (centrifugálás) végzünk. Ezzel részletes képet alkothatunk az üvegreaktorokban zajló folyamatokról.

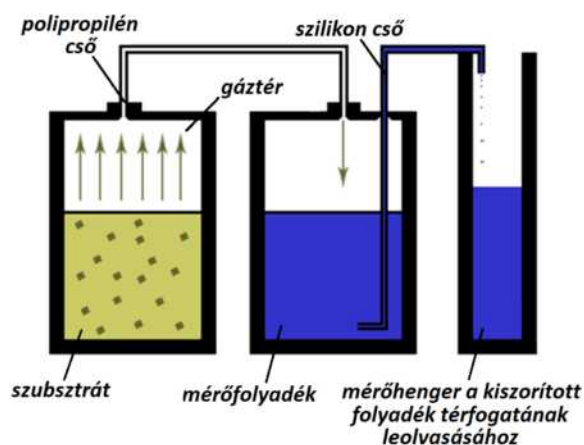
Az 5. ábrán (jobb oldal) egy ilyen vizsgálatosorozat eredménye látható. A folyadékfázis pH, összes illósav, TOC és TIC eredményei alapján a nyomásgörbe alakjának változásához biológiai folyamatokat rendeltünk. Tehát a nyomásgörbe alakja biológiai információkat takar, amelyet a kémiai analízis segítségével tudunk leolvasni. A kémiai eredményeket helyszűke miatt nem közöljük, de a következtetések logikai láncolatát röviden összefoglaljuk.

A szacharóz anaerob lebontása során (5. ábra, jobb oldal) 12 óra elteltével gyors hidrolízis zajlik és ennek következtében intenzív gázfejlődés indul. A hidrolízis az 1. és a 2. mintavételi időpont között zajlik, ugyanis az összes szerves széntartalom (TOC) lecsökken a vizes fázisban. Természetesen a hidrolízissel

együtt a savtermelés is elindul, amely a 3. mintavételi időpontig tart. Eddig az illó szerves savak koncentrációja növekszik, de a 3. mintavételi pont után nem változik. Ezek alapján a savtermelő fázisok a harmadik mintavételi időpontig lezárulnak. A savtermelő fázisokra jellemző intenzívebb CO<sub>2</sub> fejlődés következménye az 1. mintavételi időponttól induló intenzív gázfejlődési csúcs. Ezen a rövid szakaszon a CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> arány növekszik és a biogáz CO<sub>2</sub>-tartalma egészen 65%-ig nő. Eközben a folyadékfázis összes szerves széntartalma (TIC) csökken, jelezve, hogy a termelő CO<sub>2</sub> a gáztérbe távozik a folyadékfázisból. A rövid csúcs után a nyomásváltozás-görbe esik, mivel a képződött szén-dioxid visszaoldódik a folyadékfázisba. Ezt visszaigazolja az, hogy a folyadékfázisban a TIC növekszik. A metántermelő fázis kezdetét nem lehet kimutatni. Mivel a 3. és a 4. mintavételi időpont között az illó szerves savak koncentrációja csökken, feltételezhető, hogy a savtermelés már befejeződött és csak a metántermelés zajlik. A 4. mintavételi időpont után a gázfejlődés sebessége visszaesik és a biogáz metántartalma növekszik. Valószínűleg hidrogenotróf metanogenezis zajlik,



**5. ábra** Az ecetsav hatása a glükóz gázhozamára (balra). Jól látható, hogy a 0,01 térfogat %-os (tf%) adagolás serkentőleg hat, de a 0,08 tf%-os már gátol. A szacharóz nyomásgörbe lefutásának értékelése kiegészítő kémiai analízis segítségével (jobbra) [7].



**6. ábra** A Batch-rendszer áttekintő rajza (balra) a fotója (jobbra) [8]



mivel az ecetsav – az acetotróf metántermelők szubsztrátja – elfogyott. [7]

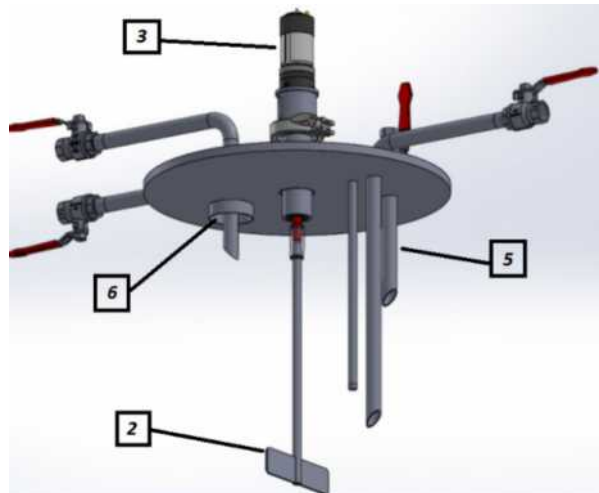
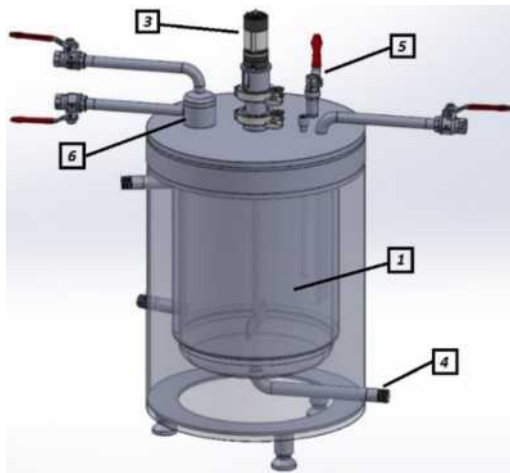
Óbudai Egyetem Biogáz Laboratóriumában Batch-rendszere (VDI 4630 német standard alapján) csak a gázhozammérés alapelvein tér el ez előbbtől, hiszen ez vízkiszorításos módszerrel határozza meg a termelődő biogáz mennyiségét. Maga a „batch” kifejezés a szakaszos jellegre utal, amely az OxiTop rendszer jellemzője is. Tehát a reaktorokat a vizsgálandó keverékkel történő feltöltés után rögtön lezárjuk, és csak a kísérlet végén nyitjuk ki újra. Így valójában ragadványnevről van szó.

A reaktorok egyenként 400 ml nettó térfogatúak. A rendszerben a biogáz az első üveg gázteréből a propilén csövön keresztül a második, mérőfolyadékkal megtöltött üveg légterébe áramlik, majd a térfogat- és nyomásmennyiség növekedésének következtében a mérőfolyadék a szilikoncsövön keresztül a harmadik, gázhozammérő üvegedénybe (mérőhenger) folyik át. Kompresszáls hiányában a biogáz standardnyomáson, 101325 Pa-on keletkezik, és térfogata megegyezik a kiszorított mérőfolyadék térfogatával. A bioreaktorok állandó (37°C) hőmérsékletét MIM LP 321/3 szárítószekrény biztosítja. [8][9][10] A rendszer áttekintő rajza és fényképe a 6. ábrán látható.

A reaktorüvegek gázterét nitrogéngázzal öblítik. A negatív kontroll (vak) gázmennyiség értéke a későbbiekben levonásra került az alapanyagok fermentációja során kapott értékekből, így kapják meg a szubsztrát biogázhozamát. A kiszorított vízmennyiség – és így a képződő gázmennyiség – tömeg- és térfogattal egyaránt követhető. A gázminőséget gázkromatográfiával követik nyomon, a szilikoncsövön keresztül, Hamilton Gastight 1710 – 100 µl-es gáztűvel vett minták vizsgálatával. Kiegészítő száraz- és szervesanyag tartalom méréseket végeznek a kísérletekhez. Az adagolásokat és a vizsgálat egyéb körülményeit a VDI 4630 német standard alapján választják meg. [11][12]

### FOLYAMATOS ÜZEMŰ LABORATÓRIUMI REAKTORTÍPUSOK A ROTHASZTÁS MODELLEZÉSÉRE

A folyamatos üzemű reaktorokat rendszeresen tápláljuk, nem csak a rendszer üzembe helyezésénél látjuk el tápanyaggal (ld. szakaszos üzem). A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen a potenciális ko-szubsztrátok vizsgálatára laboratóriumi méretű fermentációs reaktorrendszer áll rendelkezésre, mellyel a különféle szerves anyagok anaerob biológiai



**7. ábra** Laboratóriumi fermentációs reaktor felépítése. Rozsdamentes reaktor (1), keverőlepát (2), keverőmotor (3), rátápláló cső (5), elvételi cső (4), gázdóm (6).

bonthatóságát, valamint a várható biogáz hozamát határozhatjuk meg. A kialakított reaktorrendszer 6 db 14 liter hasznos térfogatú (össztérfogat 18 liter) fermentorból, 6 db gázgyűjtő tartályból, 6 db vízgyűjtő ballonból és 1 db automata szabályzású elektromos fűtőrendszerből áll. A fermentorok felépítése a 7. ábrán és a 8. ábrán követhető, a fűtőbojler a 9. ábrán látható.

A fermentorok duplafalú, palástfűtéses, rozsdamentes reaktorok (1), melyek automata szabályzású, aszinkron keverőmotorok (3) segítségével hajtott lapátos keverő rendszerrel (2) vannak ellátva. A reaktorfedél és a keverő tengely tömítése gázzáró. A reaktorban lévő

folyadék homogenizálását perdülettörő lemezek segítik, áramlástanilag holtterek kialakulásának, valamint üledék lerakódásának megelőzése érdekében a reaktorfenék íves kialakítású. Alapanyag betáplálására (5) a reaktorfedélen kialakított csapon keresztül van lehetőség, a fermentációs végterméket a reaktorok alján lévő elvételi csövön (4) keresztül lehet leengedni. A termelődött biogáz mennyiségét a hasonló kialakítású reaktorrendszerek esetében gyakran alkalmazott vízkiszorításos módszerrel [8][9][10] mérjük. A biogáz a gázdómon (6) keresztül távozik a reaktorból, majd vízzel feltöltött, 40 literes térfogatú rozsdamentes gázgyűjtő tartályokba kerül átvezetésre. Az átvezetett



**8. ábra** Laboratóriumi fermentációs reaktorrendszer



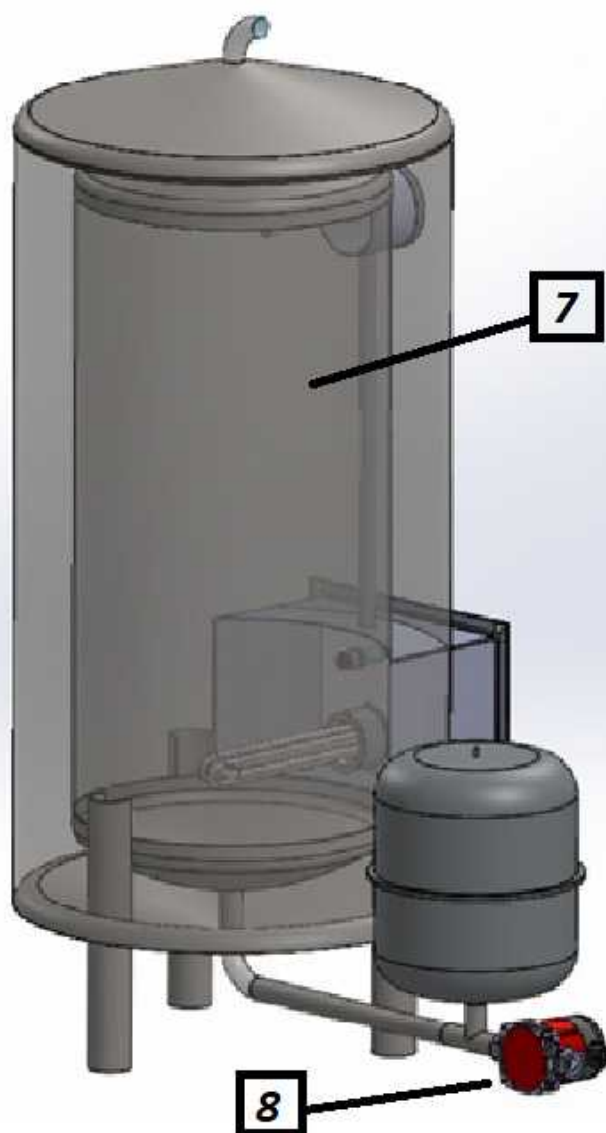
biogáz a gáztartályokból kiszorítja a térfogatával arányos mennyiségű vizet, melyet 40 literes műanyag ballonokban gyűjtünk. A biogáz összetételét ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  koncentrációját, % v/v) és kénhidrogén tartalmát (ppm) Goliath Esders mobil biogáz analizátorral mérjük.

A fermentorok fűtése és hőmérsékletük közel állandó értéken tartása érdekében egy külső szigeteléssel ellátott, zárt rendszerű központi fűtőrendszer került kialakításra (9. ábra) (7). A keringető szivattyú (8) biztosítja a teljes reaktorrendszer közel állandó üzemi hőmérsékletét, a fermentorok párhuzamosan vannak csatlakoztatva a központi fűtőrendszer előremenő és visszatérő vezetékeire.

A vizsgálatok előkészítésekor a kísérleti fermentációs rendszer reaktorait a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep üzemi anaerob rothasztóinak recirkulációs vezetékéből elvett iszappal töltjük fel. A kísérleti reaktorokba azonos mennyiségű, homogén iszap kerül. A 6 db kísérleti reaktor segítségével 2 vagy 3 párhuzamos mérés elvégzésére van lehetőség (ezek közül 1 párhuzamos mérés mindig a vak, tehát két rothasztóba kizárólag szennyvíziszapot adagolunk), ennek megfelelően választjuk meg az adagolni kívánt alapanyag minőségét és mennyiségét.

A reaktorbeli tartózkodási idő biztosítása adott mennyiségű rothasztott iszap (fermentációs maradék) elvételével, majd azzal megegyező mennyiségű biogáz alapanyag (alap szubsztrát + ko-szubsztrát) betáplálásával történik.

A vizsgálatok során az alap szubsztrát a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen képződő kevert iszap, melyet gravitációs és gépi elősűrítést követően veszünk el a rendszerből. A kevert iszap tartalmazhat dugulást okozó szálanyagokat, nagyobb darabos szennyeződéseket, a dugulások megelőzése érdekében 0,5



9. ábra Elektromos fűtőbojler

mm-es perforációval ellátott szűrőn engedjük át az iszapot a homogenizálás és a reaktorokba történő betáplálás előtt. Az előkészített sűrített kevert iszappal együtt kerül beadagolásra a reaktorokba a vizsgált ko-szubsztrát. A vizsgálatok során a kísérleti reaktorok táplálására napi egy alkalommal kerül sor.

Az elősűrített kevert iszap szárazanyag-tartalma a telep iszapsűrítési technológiájának aktuális beállításától nagymértékben függ, ezért a fermentorokba adagolt iszapot minden betáplálást megelőzően mintázzuk, jellemző

paramétereit nyomon követjük (4. táblázat). A kísérleti reaktorok minőségi jellemzői lassabban változnak, ezért a fermentorok iszapját ritkábban, hetente egy alkalommal vizsgáljuk.

## A MÓDSZEREK ÖSSZELETÉSE

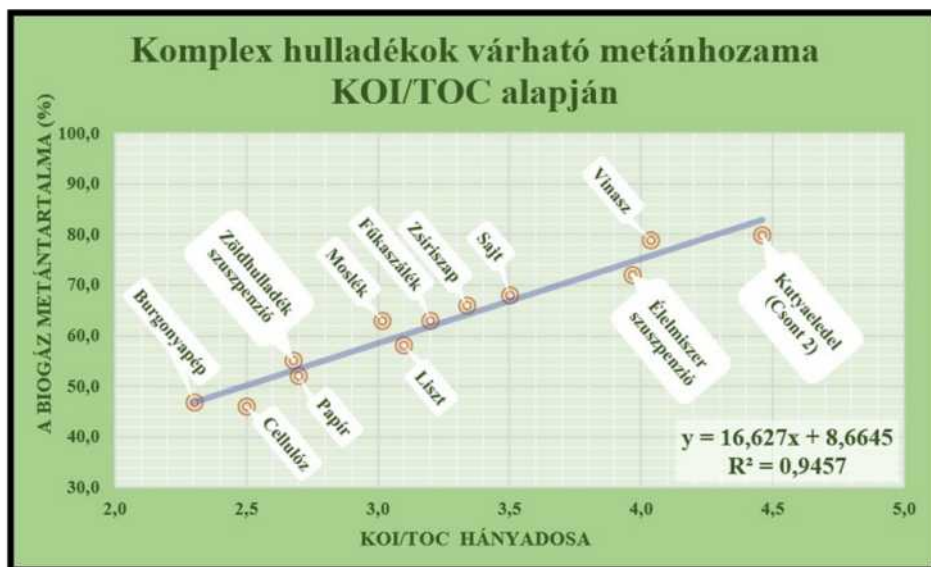
A szakaszos üzemű reaktorok esetében a szubsztrátot egyszerre adagoljuk be a vizsgálat teljes időtartamára. A gáznyomásgörbéken a gáztermelés dinamikáját is nyomon követhetjük. Ez a dinamika azonban más, mint folyamatos üzem esetében, mivel ez utóbbi esetében a gáztermelés a felfutás után folyamatossá válik. Így a szakaszos üzem ugyan a szubsztrát lebontása során zajló folyamatokról plusz információt szolgáltat a gázhozam időbeli változásán keresztül, de nem jósolja tökéletesen az üzemi rothasztók működését. Azért sem teszi ezt, mert a szakaszos rátáplálás kizárja az adaptáció hatását, amely folyamatos üzem során mindenképpen érvényesül. Így előfordul, hogy bizonyos szubsztrátok (pl. ecetsav) már kisebb koncentrációnál is toxikusnak mutatkoznak szakaszos üzemben, míg folyamatos üzemeltetésnél jóval

nagyobb koncentrációt képesek a mikroorganizmusok tolerálni, illetve hasznosítani.

További torzító hatása lehet a rendszernek, ha a biogázt nem vezetjük el a vizsgálat során, és bezárva marad a gáztérben. A biológiai lebontási folyamatok során szén-dioxid is termelődik, amely nem csak termék, hanem szubsztrátja is a további anyagcserefolyamatoknak. A szén-dioxid a hidrogénnel együtt a hidrogenotróf metántermelők szubsztrátja. Tehát a zárt reaktorbeli nyomás növekedésével a képződő szén-dioxid is fokozatosan metánná konvertálódik, ami a biogáz metántartalmát megnöveli. Az üzemi körülmények között, illetve a folyamatos üzemű vizsgálatok esetén a reaktortérből elvezetjük a termelődő biogázt, és ezzel a szén-dioxidot is eltávolítjuk a fejlődésének helyéről.

## KIEGÉSZÍTŐ VIZSGÁLATOK ÉS MÓDSZEREK

Fontos kiegészítő információval szolgál a ko-szubsztrátok anaerob rothasztásához azok szén-nitrogén-foszfor aránya. A bakétrium sejtek C:N aránya 3,8 – 9,5 [13][14][15] között változik, és szaporodásuk során ugyanezt az arányt kell



**10. ábra** A biogáz várható metántartalmát a szubsztrát KOI/TOC hányadosának függvényében és a gyakori hulladékanyagok hányadosa. [11]

reprodukálniuk újra meg újra. Érthető tehát, hogy a tápközeg C:N aránya döntő befolyással van a baktériumok élettevékenységeire, anyagcseréjükre. A baktériumközösség csak annyi szerves szénvegyületet képes eltávolítani a szennyvízből, amelyhez megfelelő arányban áll rendelkezésre nitrogén. A foszfor ugyanilyen fontos szerepet tölt be, hiszen a sejtananyagok alap építőelemei között szerepel és a sejtek működéséhez nélkülözhetetlen a megfelelő mennyiség jelenléte. A szennyvíztisztításban ökölszabályként kezelt 100:7:1 szén-nitrogén-foszfor arány (itt: KOI:TK-N:TP) a rothasztásnál is érvényes.

Ha nincs lehetőségünk a biogáz összetételének meghatározására, akkor becsülhetjük azt a szubsztrát KOI és TOC (Összes szerves széntartalom) hányadosa alapján. Azon ko-szubsztrátokat célszerű a fermentorokban hasznosítani, amelyekre KOI/TOC >3, ilyenkor a képződő biogáz metántartalma várhatóan >60 % v/v. A biogáz várható metántartalmát a szubsztrát KOI/TOC hányadosának függvényében ábrázolja a 10. ábra. Általában az üvegreaktorokkal végzett gázhozammérések nem igényelnek sok kiegészítő vizsgálatot. A pH, a vezetőképesség, a száraz és szervesanyag tartalom meghatározása tekinthető rutineljárásnak. K+F feladatok esetében az iszap, illetve a folyadékfázis (centrifugával

elválasztva) részletesebb kémiai analízise is elvárható. Ebben az esetben a folyadékfázisból KOI, TOC/TIC (TIC = Összes szerves széntartalom), ammónia és ortofoszfát koncentráció stb. mérhető. Az iszap enzimeinek aktivitása (dehidrogenáz, proteáz, lipáz, celluláz) is meghatározható. Szakaszos üzemeltetésű rendszerekben mindig figyelembe kell venni, hogy a kémiai analízis a rendszer felnyitásával, azaz a mérés megszakításával végezhető el.

A folyamatos üzemű reaktorrendszer ellenőrzése jóval egyszerűbb a szakaszos üzeműeknél. Rendszeres kémiai mintavétel zajlik, amely akár minden rátáplálásnál elvégezhető. A kivett iszapmennyiséget általában pótolni kell, különben az iszap mennyisége fogy a reaktorban. A leggyakrabban vizsgált paramétereket a 4. táblázatban foglaltuk össze. Emellett a biogáz összetétele is rendszeresen meghatározható hordozható gázanalizátor segítségével.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A Dél-pesti és az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen a biogáztermelés intenzifikálása érdekében külső forrásból érkező szilárd és folyékony szerves hulladékokat fogadnak és szennyvíztisztításból származó iszappal együtt kezelik (ko-fermentáció). A szerves hulladékok

**4. táblázat** A laboratóriumi anaerob fermentációs reaktorrendszer ellenőrzésére alkalmazott paraméterek és vizsgálati szabványok. A betáplált iszapot hetente 5 alkalommal (minden rátáplálásnál), a reaktorok iszapot hetente egy alkalommal vizsgáljuk.

Betáplált iszap	Rothasztott iszap reaktoronként	Vizsgálati módszer, szabvány
száraz anyag	száraz anyag	tömegmérés (mérési bizonytalanság: 10 %) MSZ EN 12880:2000
izzítási veszteség	izzítási veszteség	tömegmérés (mérési bizonytalanság: 10 %) MSZ EN 12879:2000
pH	pH	potenciometria (mérési tartomány: 2 – 12) MSZ EN 12176:2000
	illó szerves savak	SM (Standard Methods) 5560 C - Organic and volatile acids Distillation Method
	lúgosság	SM (Standard Methods) 2320B - Alkalinity Titration Method

ártalmatlanításának ez a módja környezetkímélő és jelentős mennyiségű zöldenergia forrása, így a szennyvíztisztítás hagyományos szerepe kibővült. A beszállított hulladékok kezelését szabályozó Hulladékgazdálkodási engedélyek tartalmazzák a telepeken fogadható hulladékok fajtáját azonosítójuk szerint, valamint a fogadható mennyiséget. A hulladékot szerződött partnerek szállítják be a telephelyekre együttműködési megállapodásban rögzítettek szerint. Azonban a szennyvíztisztítás és iszapkezelés stabil üzemeltetésének érdekében elengedhetetlen a beszállított biogázalapanyagok előzetes vizsgálata, amely során a fajlagos biogázhozamot, annak dinamikáját és a toxicitást mérjük fel.

A rothasztók mikroorganizmus közössége a nagy molekulatömegű komplex szervesanyagokat (fehérjék, zsírok, szénhidrátok) több lépésben metánná és szén-dioxidá alakítja át az ún. anaerob tápláléklánc mentén. A biológiai lebontás közösségi szinten zajlik, több mikroorganizmuscsoport együttműködését igényli. A folyamatsor a hidrolízis, az elsődleges és a másodlagos savtermelés, valamint a metántermelés fázisára bontható. A biogáz minőségét elsősorban a metán/szén-dioxid arány határozza meg, de a szén-dioxid „haszontalan” gáznak minősül, hiszen a gázmotorok a metán égetésével termelnek energiát, ezért minél nagyobb

metántartalomra szükséges törekedni. Az elérhető metántartalom 50-75% tartományban változik.

A szakaszos üzemű reaktorokba csak a kiinduláskor adagolunk tápanyagot (szubsztrát). A rothasztókban zajló biológiai lebontási folyamatok modellezésére két, különböző alapelven működő rendszert használunk: a nyomásváltozás mérésén és a vízkiszorítás elvén működőt. A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. laboratóriumában a nyomásváltozás mérésén alapuló vizsgálatokat végezzük, OxiTop® mérőrendszerrel. A kutatás-fejlesztési vizsgálatok során többször együttműködtünk az Óbudai Egyetem Biogáz Laboratóriumával, ahol vízkiszorításos elven működő Batch-rendszerrel is dolgoznak. Az OxiTop rendszer zárt, a termelődő biogázt beszorítjuk az üvegreaktorok gázterébe. Ezzel szemben a Batch-rendszer nyitott, a biogázt csöveken keresztül kivezetjük tartályokból. A folyamatos üzemű reaktorokat rendszeresen tápláljuk, nem csak a rendszer indulásánál. Ilyen reaktorok üzemelnek a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen, ahol a potenciális ko-szubsztrátok vizsgálatára építettünk ki laboratóriumi méretű fermentációs reaktorrendszert.

## ▶ IRODALOMJEGYZÉK

### SZERZŐ:



**Bezsényi Anikó:** 2007 óta dolgozik a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt-nél biológus-mérnökként. 2017-től az Óbudai Egyetem Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskolájának PhD-hallgatója. Témája a „Mikroszennyezők eltávolítása szennyvízből”. Szakértőként és oktatóként több országban képviselte a céget (Bukarest - 2011. július-október és 2013. április; Szófia - 2013. július; Zágráb - 2017. január; Nur-Szultan - 2019. július). 2012-ben a Bajai Eötvös József Főiskola és az EMVIR Nonprofit Kft. közös rendezésében meghirdetett 'Települési biológiai szennyvíztisztító telepek működés-optimalizációja' szakmai tanfolyamon oktatóként vett részt. A szennyvízkezelés, rothasztás és komposztálás biológiai optimalizálásával, problémamegoldással, fejlesztési feladatokkal széleskörűen foglalkozik.

# A SZENNYVÍZTISZTÍTÁS KÖRNYEZETKÁROSÍTÓ HATÁSAINAK MÉRSÉKLÉSE

TOLNAI BÉLA

tolnaibela51@gmail.com

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, környezetszennyezés

## TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ:

A szennyvíztisztítás mai gyakorlata környezetkárosító, hisz a leggyakrabban alkalmazott eleveniszapos technológia nem képes a szennyvízben szükségszerűen megjelenő hormonok és gyógyszermaradványok eltávolítására. A cikk a környezetszennyezés mérséklésének lehetőségeivel foglalkozik, beleértve a cél eléréséhez szükséges paradigmaváltásokat is.

## 1. A SZENNYVÍZTISZTÍTÁS FOGALMI RENDSZERÉNEK PONTATLANSÁGA

Korábban vízellátás-csatornázásról beszélünk, amit ma általában a vízi közművekkel kapcsolatos tevékenységként említünk.

A vízellátás definíciója viszonylag egyértelmű. Két alrendszere van: a víztermelés és a vízelosztás. A víztermeléstől kellő mennyiségű és elvárt minőségű vizet követelünk, a vízelosztás a fogyasztókig juttatja el a vizet, célként az elegendő mennyiségű és előírt nyomást megjelölve.

A szennyvízzel kapcsolatos magyar terminológia sok vonatkozásban nem egyértelmű, magyarázatra szorul. A csatornázás helyett ma szennyvíz szolgáltatásról beszélünk, amelynek szintén két alrendszer van: a szennyvízelvezetés és a szennyvíztisztítás. A szennyvízelvezetés a csatornahálózat segítségével

történik, amely tevékenységnek van célfüggvénye: a szennyvíz mielőbb érjen be a telepre. Mikrobiológiai indokokra visszavezethetően ez az előírt időtartam 5-6 nap.

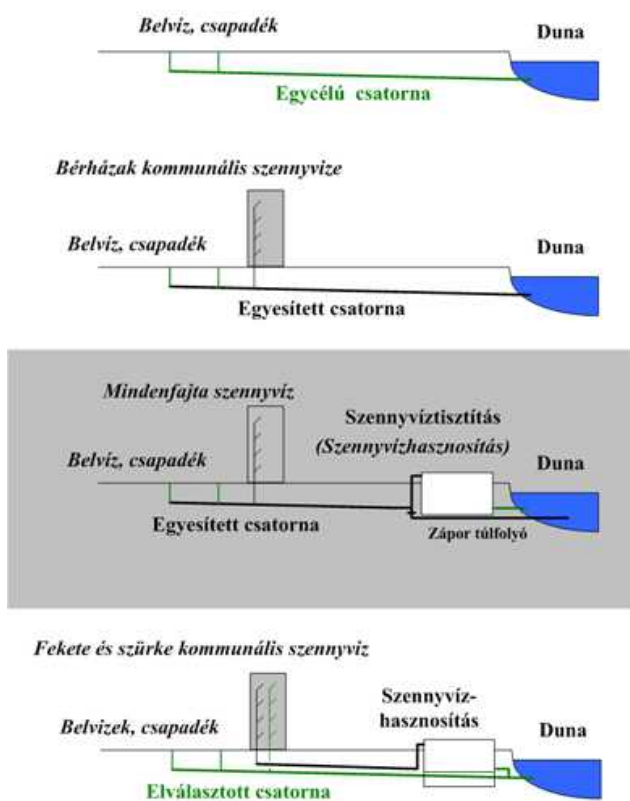
A telepre érkező szennyvizet tisztítjuk, a leválasztott iszapot pedig stabilizálási céllal kezeljük. Az általánosan használt szennyvíztisztító telep az ott elvégzendő tevékenységnek így csak egyik részét fedi le. Az iszappal kapcsolatos műveletek jelentősége csak az utóbbi időben kerültek előtérbe. Ma már egyre hangsúlyosabban beszélünk mind a tisztított szennyvíz, mind a kezelt szennyvíziszap hasznosításáról.

Bonyolítja a helyzetet, ha a települési csapadékvíz elvezetése egyesített rendszerű csatornahálózaton valósul meg. A szennyvizet csapadékvízzel keverve még több szennyvizet hozunk létre, amelyet aztán tisztítani kell. Ahogy a csatornázás, úgy a szennyvíztisztítás kifejezés sem azonosítja pontosan a szóban forgó tevékenységet. Fogalmaink pontatlansága számos félreértésre ad okot és folyamatos magyarázkodásra kényszerülünk.

## 2. A SZENNYVÍZTISZTÍTÁS FEJLŐDÉSE

Hasonlóképpen bajban vagyunk, amikor a szennyvíztisztítást, mint elvégzendő feladatot próbáljuk meg definiálni. A fejlődéstörténet alapján (lásd 1.ábrán) a csatornázás

kialakulását a fertőző betegségek elhárítása, valamint a komfortos életmód igénye indokolta. Kezdetben a víz megtisztítása a folyóvíz öntisztulási képességének igénybevételével történt. Amikor a szennyvizet befogadó élővizek tisztítási teljesítőképességük határa érkeztek, elszennyeződtek. A problémát orvosolandó szennyvíztisztító telepek építésére került sor. Ez a kényszerű lépés aztán számos technológia eljárás kialakulását és számos műtárgy kifejlesztését hozta.



**1. ábra** A szennyvíztisztítás vázlatos fejlődés története

Mára már megszületett a felismerés, hogy a szennyvíztisztítás helyett sokkal helyesebb a szennyvíz hasznosításáról beszélni. A hasznosításba beleértve mind a tisztított szennyvizet és a leválasztott iszapot. A tisztított szennyvízzel történő öntözésről a fejlődéstörténeti ábra még nem beszél.

## 2.1 A szennyvíztisztítás és a környezet-szennyezés viszonya

A szennyvíz az ipari vagy háztartási vízfelhasználás végterméke, lényegében bármely olyan víz, amely emberi behatásra szennyeződött el, illetve eredeti minősége megromlott. Az ipari szennyvíz és a kommunális szennyvíz eltérő megítélés alá esik. Az ipari szennyvíz ma már csak meghatározott előtisztítás után bocsátható a kommunális csatornahálózatba. A szennyvíz tehát különböző terheltségű vizek keveréke, amelyet mi keverünk össze. A szennyvíztisztítás az alkotóelemek szétválasztása törekvéseként értelmezhető. A szétválasztás fizikai eljárásokkal történik. A szennyező molekulák lebontása, átalakítása a biológiai lehetőségekhez tartozik.

Egy másik értelmezés a víz és a szennyező molekulák összetételéről szól:

A szennyvíz (vagy elszennyeződött víz) különböző szennyező anyagok és a víz komplex keveréke. A szennyezők nagy részét pontos molekula-összetétellel és szerkezettel nem is lehet, vagy semmiképpen nem szükséges (nem gazdaságos) meghatározni. [6].

Ezen megengedő definíció mentén eredeztethető a szennyvíztisztítás ma elfogadott felfogása, amelyet az 1. táblázat tükröz vissza.

Az 1. táblázatnak mérlegszemlélete van. A vizsgálati jegyzőkönyvek alapján összeállított táblázat a fontosnak tartott, tipikus mérési paramétereket tartalmazza. A beérkező és a tisztított szennyvíz viszonylatában azt várjuk el, hogy a megnevezett extenzív paraméterek számértéke a technológián történő áthaladás során csökkenjen (2-3. oszlop), mégpedig a tisztított szennyvízre megadott határérték alá (4. oszlop). A szennyvíztisztító telep vízjogi engedélyében rögzített határértékek nem abszolút számok, azok a befogadó élővíz besorolásától

**1. táblázat** A szennyvíztisztítás megítélése az input-output alapján

Mérési paraméter	Mértékegység	Befolyó (nyers) szennyvíz	Tisztított szennyvíz	Határérték (egyéb védett területek)	Minimális csökkentési hatásfok (%)
pH	[-]	7,7	7,6	6,5 - 9,0	
Ammónium-nitrogén	[mg/L N]	39	12,2	5	
Biokémiai oxigénigény BOI5	[mg/L O <sub>2</sub> ]	225	5	25	70 - 90
Kémiai oxigénigény KOIk	[mg/L O <sub>2</sub> ]	640	76	75	75
Szereves oldószer extrakt (olajok, zsírok)	[mg/L]	13	2	5	
Összes foszfor	[mg/L P]	4,6	1,91	2	80
Összes lebegőanyag (iszap-koncentráció)	[mg/L]	190	15	100	90
Összes nitrogén	[mg/L N]	43	23	30	70 - 80

és a hatóság megítélésétől függenek. Ezen túlmenően a szennyvíztisztító telepek méretezésének irányelvei a minimális csökkentési hatásfokot is megadják, illetve ajánlásként előírják (4. oszlop). Az 1. táblázat befolyó és tisztított szennyvíz mérési értékei egy konkrét vizsgálati jegyzőkönyvből származnak.

A fentiek fényében - némiképp sarkosan fogalmazva - a szennyvíztisztító telep egyfajta „KOI, BOI csökkentő műnek” tekintendő. A mérleg szemlélet egyszerű és jól átlátható, azonban nagyon félrevezető. Az input és output oldalon figyelt paraméterek összegző, indikátor paraméterek. Nem mondanak semmit a biológiai szennyvíztisztítás lényegéről, miszerint a szennyező molekulák lebomlása, átalakulása valójában megtörtént-e. Erre csupán indirekt paraméterek változása útján következtetünk. Kétséggkívül a tapasztalatok a megépített nagyszámú műben a víz tisztulását mutatják. Mérések által igazolt tény azonban az is, hogy a szennyvíztisztítás biológiai reaktortereiben a hormonok és gyógyszer-maradványok nem képesek lebomlani, átalakulni. Következésképp a szennyvíztisztítás mai

gyakorlata technológiai értelemben környezetszennyező, hisz ezek a lebontatlan molekulák az élővizekben landolnak. Jogi értelemben nem ez a helyzet, mert a hormonokra, gyógyszer-maradványokra vonatkozóan nincs határérték meghatározva. Ha pedig határérték hiányában határérték túllépés nem tud megvalósulni, úgy a környezetszennyezés jogi értelemben nem következik be. Meglehetősen ellentmondásos szituációval állunk szemben.

## 2.2 A szennyvíztisztítás elégtelenségének oka

A biológiai víztisztulás azáltal valósul meg, hogy a szennyezést okozó molekulák elbomlása, átalakulása megtörténik és a keletkező bomlástermékek már nem bizonyulnak szennyezőnek a vízben. Szervesmolekulák függően az oxigén jelenlététől - vagy másképpen az oxikus-anoxikus viszonyoktól - javarészt vízre, szén-dioxidra, illetve szén-dioxidra, metánra bomlanak el. A nitrifikáció és denitrifikáció során az ammónium négy lépésben nitrogénné alakul.

A közismert bomlási, átalakulási képletek csak statisztikus értelemben igazak. A feltételek hiánya a bomlási folyamatot megnehezíti, adott esetben ellehetetleníti.

Molekulák a természetben stabil képződmények. Atomokká történő szétesésükhöz energia közlésére van szükség (lásd 2. ábra). Ha kémiai oxidációról beszélünk, a közlendő energia nagysága az aktivációs energiaszinttel azonos [8].

Biológia módon történő oxidáció esetén az aktivációs energiaszint az enzimekatalizáció révén lecsökken és csak minimális energia befektetéssel az atomok szabadná válnak - vagy átmozgásuk egyik helyről a másikra lehetővé válik [1] -, hogy új molekulákká alakulhassanak, miközben energia szabadul fel. Szemben a kémiai égéssel a biológiai oxidáció alig igényel energiát. Ez teszi a biológiai víztisztítást – amely a szennyezést okozó szerves molekulák oxidációját jelenti – olcsó folyamattá.

Az enzimekatalizáció létrejöttéhez biofilmen kívüli és biofilmen belüli feltételek teljesülése szükséges. Állításunk belátásához a következőkből kell kiindulni:

- A biofilm a baktériumok élettere. A biofilm megtapadásához szilárd felületre van

szükség. Ezt nevezzük biofilmhordozó felületnek. A biofilmen belül a baktériumok mozognak ugyan, de érdemben nem változtatják helyüket. A baktériumok egysejtű élőlények, amelyek testfelépítése számos, különböző enzimmolekulából áll.

- Az enzimekatalizáció létrejöttének első feltétele, hogy a lebontandó szerves molekula bejuthasson a mikrobák életterébe, azaz a biofilmbe. Ennek a logisztikai előtét folyamatnak a hasonlósági kritériuma a Pe-szám, amelynek képlete:

$$Pe = \frac{w d_e}{D_s} \quad (1)$$

ahol

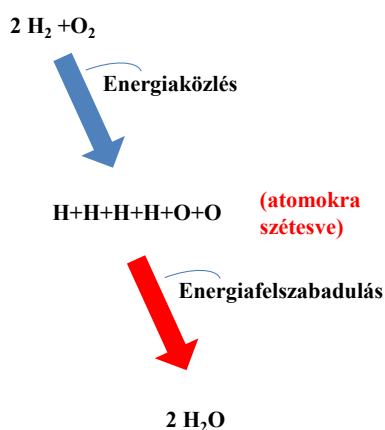
w konvektív sebesség, üzemi paraméter  
de egyenértékű szemcseátmérő, a biofilmhordozó jellemzője

Ds a szubsztrát diffúziós tényezője, a szennyezőanyag attribútuma

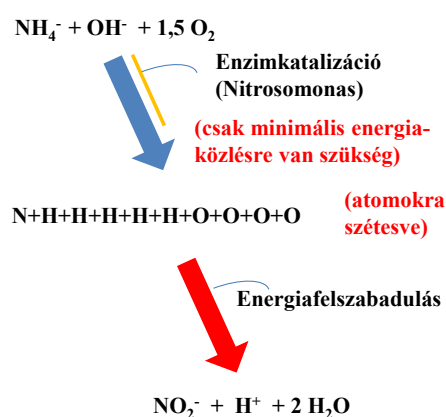
Ahhoz, hogy szennyező molekula bejusson a biofilmbe, alacsony Pe-számra van szükség. A részletes kifejtést lásd [7]-ben.

- Az enzimekatalizáció létrejöttének második feltétele, hogy a biofilmen belül,

### Kémiai égés



### Oxidáció biológiai módon



2. ábra A kémiai égés és a biológiai módon történő oxidáció összevetése

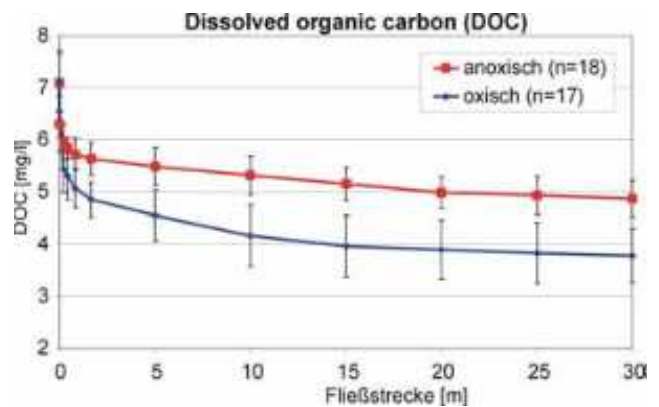


a baktériumok testfelépítésében jelen legyen olyan enzim molekula, amelynek mintázata megegyezik a lebontandó szennyező molekula, vagy mikrobiológiai szóhasználatnál a szubsztrát mintázatával. Ezen kívül szükséges még, hogy a biofilmen belüli „klimatikus viszonyok” – megfelelő pH és rH<sub>2</sub> – kedvezőek legyenek. Az új molekulák képződéséhez szükség van továbbá oxigénre, adott esetben szénforrásra, hidrogénforrásra. Ez utóbbiak szintén lebomló más molekulákból származnak. Ha a lebomlás lezajlik, energia szabadul fel, amelynek egy részét a baktériumok saját életfeltételeik fenntartására és szaporodásukra használnak fel.

A fentieknek megfelelően, ha egy molekula nem bomlik el, annak elsődleges oka, hogy a lebontandó szennyező molekula nem képes bejutni a biofilmbe. Csak ezután vizsgálható a biofilmen belüli biokémiai folyamatok hatékonysága.

### 2.3 A nehezen lebomló molekulák

A 2005-ben lefolytatott Jekel-kísérletek [2] arra a keresték választ: hogyan alakul a vízminőség a szűrőrétegen való áthaladás

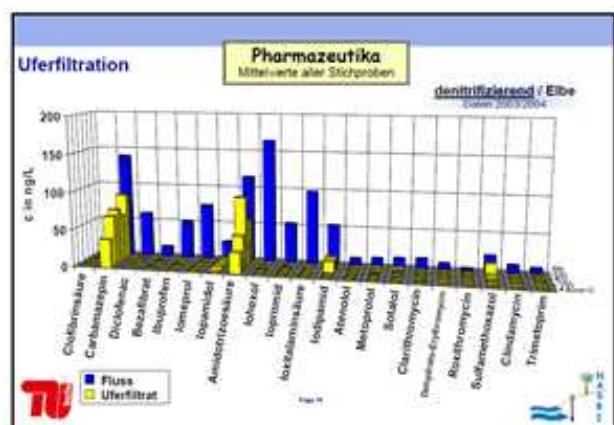
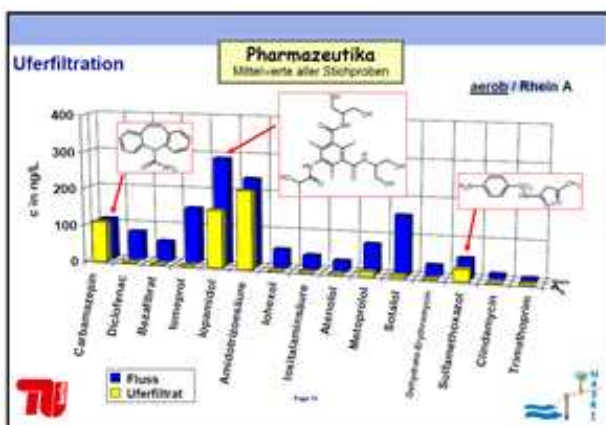


3. ábra Az oldott szerves szén lebomlása a szűrési útvonal mentén [2]

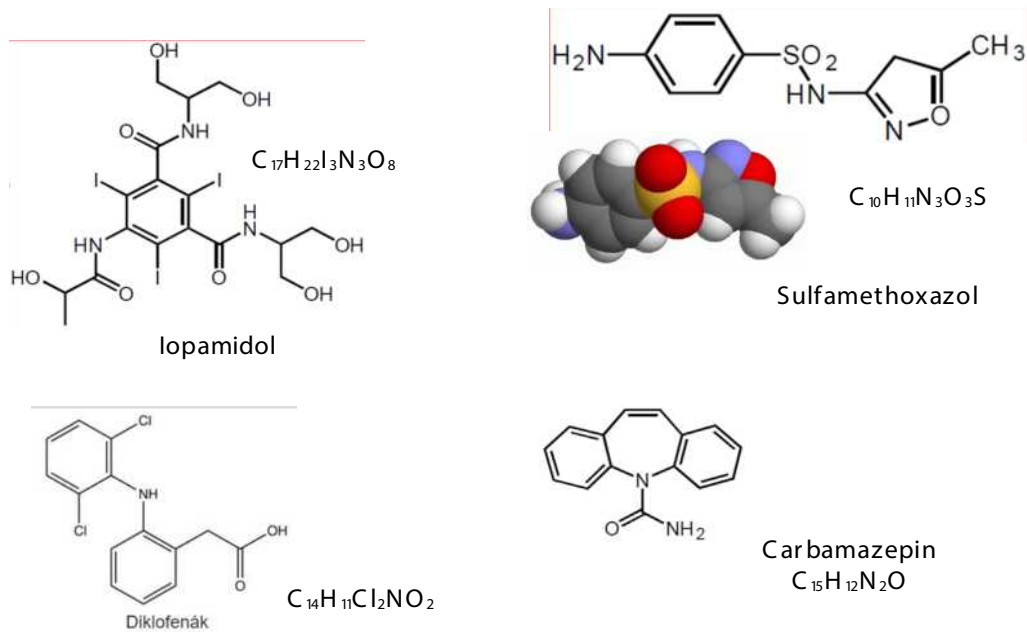
során. A jelenséget a partiszűrés sebességviszonyai mellett, homok szűrőrétegen vizsgálták.

A szerves tápanyag lebomlása már az útszakasz legelején megtörtént. (lásd 3. ábra) Oxikus körülmények között ez a folyamat intenzívebb volt, azonban anoxikus viszonyok esetén sem változott a hossz mentén a tápanyag-lebontási görbe jellege. A biológiailag aktív réteg vastagsága cm-ekben mérhető, max. 5 m-re volt tehető. Ez azt jelenti, hogy a szűrési útvonal további szakasza a szűrésben már nem vesz részt.

A Jekel-kísérleteknek volt egy másik hozadéka is. Megállapítást nyert, hogy a partiszűrés képes nagy molekulák, pl.



4. ábra A gyógyszermaradványok lebomlása aerob és anaerob viszonyok mellett [2]



5. ábra Gyógyszermaradványok nagymolekulák

a gyógyszermaradványok lebontására is. A különböző gyógyszermaradványok lebontását aerob, aerob-denitrifikáló, denitrifikáló és szigorúan anaerob viszonyok közt elemezték. Megállapításra került, hogy a partiszűrés egyfajta sorompót jelent e molekulák továbbhaladása szempontjából. A kútvízben ezek a gyógyszermolekulák gyakorlatilag már nem kimutathatók, pontosabban koncentrációjuk [ng/L]-ben mérhető.

A gyógyszermaradványok eltávolítása a vízből azonban nem a partiszűrés feladata. Környezetünk megóvása érdekében a vízzel ürülő nagymolekulákat a szennyvíztisztításnak kellene lebontani. Az eleveniszapos technológia erre nem képes, mert Pe-száma meglehetősen magas.

A gyakorlatban könnyen és nehezen lebomló molekulákról beszélünk. Az eddigiek ismeretében próbáljuk meg magyarázatát adni a lebomlás jelzőinek. A logisztikai

előfeltétel szerint a molekulának be kell jutnia a biofilmbe. Nagy molekulák diffundálása nehezkesebb, a kisebbek könnyebben jutnak be. Megfelelően alacsony Pe-szám mellett azonban elérhető, hogy a bejutás nagy molekulák esetén is hatékony legyen. Kismolekulák – pl. ammónium – diffúziós tényezője kicsivel 20 [m<sup>2</sup>/s] alatti érték, nagymolekulák esetében a diffúziós tényező 2 – 5 [m<sup>2</sup>/s] között változik. A számadatakból jól látszik, hogy a nagy- és kismolekulák között (4 - 10) -szeres a szorzó.

### 2.3.1 Gyógyszermaradványok

A gyógyszermaradványokat (antibiotikumokat, fájdalomcsillapítókat) a hagyományos eleveniszapos szennyvíztisztítási eljárásokkal nem lehet eltávolítani. – állítja az üzemeltetői tapasztalat. A legfontosabb tudományos kutatások közé sorolják ennek a problémának a megoldását.

forrás: Wikipedia

A gyógyszermaradványok nagy molekulák, molekulaméretük  $M > 400$ . A partiszűrés ezeket a molekulákat elég nagy biztonsággal elbontja. A kútvízben eddig nem mértek gyógyszermaradványokat. A partiszűrés Pe-száma 10 körüli érték, amely konvektív vízsebeség rendkívül kicsi volta - 0,1 m/d - következtében az. A nyersvízben megjelenő gyógyszermaradványok ugyan megnövelik a Pe-számot, de az még a hatékony tartományban marad. A gyógyszermaradványokat kiszűrni a szennyvíztisztításnak kell, mert már az élővízekben történő megjelenés is problémás. Az eleveniszapos reaktortér Pe-számának meghatározása nehézségekbe ütközik, még a nagyságrendi becslés is problémás. Annyi azonban biztosan mondható, hogy értéke lényegesen magasabb, mint az a partiszűrésnél jellemző. A lebontandó gyógyszermaradvány nagy molekulamérete ezt az eleve magas Pe-szám értéket tovább rontja. Az eleveniszapos technológia ezért a gyógyszermaradványokat nehezen bontja le. Az alacsony hatékonyság éppen ebből fakad.

Javítani ezen háromféle módon

- a szennyező molekula méretének csökkentésével,

- a biofilmhordozó iszapleányhek felületének növelésével és
- a konvektív sebesség csökkentésével lehet.

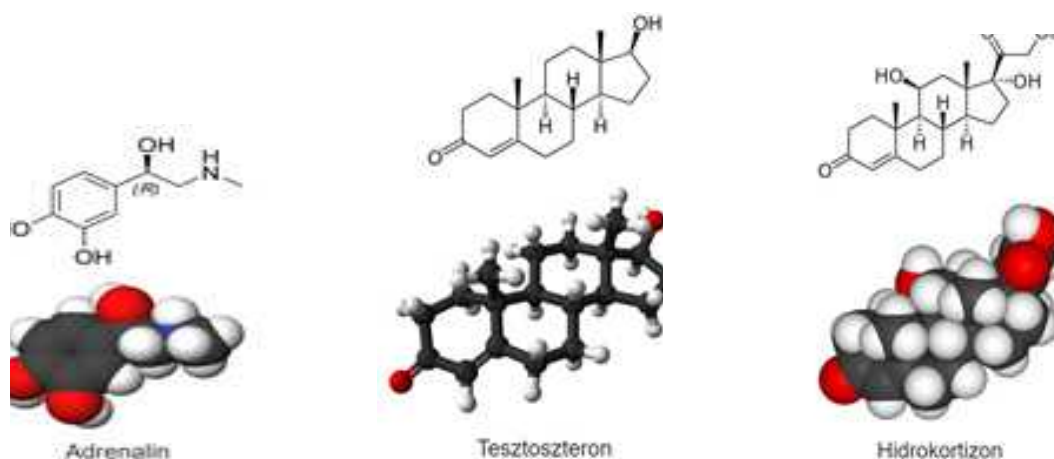
Az egyes beavatkozási lehetőségek egyenrangúak ugyan, de az alkalmazás lehetőségei korlátozottak.

A partiszűrés pozitív példája azt mutatja, hogy a gyógyszermaradványok nagy valószínűséggel elbomlanak. Ez azt jelenti, hogy létezik olyan enzim, amely az aktiválási energia lecsökkentve katalizálni képes.

### 2.3.2 Hormonok






Az élettannal foglalkozó tankönyvekben a következő meghatározást találjuk:

„Az emberi és állati szervezetek különböző életműködéseikhez számos információt igényelnek, melyek átvitele elektromos (neuronok), vagy kémiai jelek (hormonok) formájában történik. Szerepük az ún hormonális szabályozásban merül ki. A „klasszikus hormonokat” a belső elválasztású mirigyek termelik. Ez a váladék a vérbe ömlik. A hormon a vérben oldott állapotban lévő vegyi anyag és a vér áramlása révén jut el a „kívánt” helyre. Hatását kifejtve nem raktározódik, hanem a sejtekben a lizoszómák által



6. ábra Hormonok – nagymolekulák

**2. táblázat** Műanyag-láncmolekulák

Polietilén PE	$(C_2H_4)_n$	
Polipropilén PP	$(C_3H_6)_n$	
Polivinilklorid PVC	$(C_2H_3Cl)_n$	
Polietilén-tereftalát PET	$(C_{10}H_8O_4)_n$	
Polisztirol PS	$(C_8H_8)_n$	

olyan enzimekre van szükség, amelyek mintázata ezen anyagokéval azonos. A legelterjedtebb műanyag típusok a hosszú szénláncvázú polietilén (PE), polipropilén (PP), polivinilklorid (PVC), polietilén-tereftalát (PET) és a polisztirol (PS).

forrás: Wikipedia

lebontódik, vagy kiürül a szervezetből nagymértékben a vizelettel, kismértékben a széklettel.”

forrás: Wikipedia

A teljesség igénye nélkül: az adrenalint a mellékvese termeli és a szimpatikus idegrendszer hatását közvetíti. A tesztoszteron a férfi nemi hormon, amelyet a herék állítanak elő. A hidrokortizon a gyulladáscsökkentésért felel.

A hormonok – hasonlóképpen a gyógyszer-maradványokhoz – nagymolekulák. A szennyvízből történő eltávolításuk ugyancsak biológiai módon történhet. Előfeltételként kellően alacsony Pe-számra van szükség.

### 2.3.3 Mikroműanyagok

A műanyagok is nagymolekulák, polimerizálódott óriásmolekulák. Biológiai lebontásuk előfeltétele - ugyanúgy, ahogy az a gyógyszer-maradványok esetében is megkövetelt volt - a baktériumi élettérbe való bejutás. Nagymolekulákról lévén szó, nagy lesz a diffúziós tényező, a Pe-szám alacsony értéken tartásához nagy biofilmhordozó felületre és/vagy alacsony (esetleg nagyon alacsony) szűrési sebességre van szükség.

A mikroműanyagoknak a vizekben történő megjelenése vagy inkább kimutathatósága nem régi keletű. Biológiai lebontásukhoz

A műanyagok tehát ismétlődő elemekből álló láncmolekulákból épülnek fel, makromolekulákká állnak össze. A belőlük készült használati tárgyak stabilak. Hő- és fény hatására és az idő múlásával ezek az anyagok öregszenek és képesek elbomlani, majd mikroméretben – mikroműanyagként – a vízbe jutva szennyezni a környezetet. A mikroműanyagok – hasonlóan a gyógyszer-maradványokhoz – molekulamérete nagy. Általában nem ötlük fel, de a mikroműanyagok lebontására egyáltalán akkor lehet gondolni, ha előfeltételként a Pe-számot alacsony értéken tudjuk tartani. A mikroműanyagok a vizekből történő eltávolítására leginkább biológiai módszerrel van remény, azaz a molekulák lebontásához megfelelő enzimekre van szükség.

A mikroműanyagok előfordulásának osztályozásakor fontos lehet a színük, a részecské mérete, de leginkább az eredetük (milyen anyagból töredezték) és a molekulatömegük (M) a meghatározó.

A DDT permetezőszerezrel szemben valószínűleg nem volt a természetben található ilyen enzim, ezért annak gyártását, forgalmazását be kellett tiltani. Egyes műanyagok esetében is belefuthatunk ilyen helyzetbe.

### 3. LEHETŐSÉGEK A KÖRNYEZET-KÁROSÍTÁS MÉRSÉKLÉSÉRE

#### 3.1 A IV. tisztítási fokozat kiépítése

A szennyvíztisztítás teminológiája alapján három tisztítási fokozatról beszélünk.

**3. táblázat** A tisztítási fokozatok

Fokozat	Folyamat	Műtárgyak
I.	Mechanikai előtisztítás	Gereb, homokfogó, zsírfogó, előülepítő
II.	Biológiai tisztítás	Oxikus, anoxikus reaktorterek
III.	Kémiai tisztítás + mechanikai utőtisztítás	Utóülepítő vegyszeradagolással

A tisztított vízre vonatkozó határértékek szigorodásával előtérbe kerül a negyedik tisztítási fokozat beiktatása. Az egyik szokásos megoldás az aktív-szén szűrő beiktatása (lásd 7. és 8. ábrákat).

Az ózon adagolásnak itt molekula darabolási szerepe van, miáltal a diffúziós tényező megnő. A víz tisztulása vagy abszorpciós megkötéssel és/vagy az aktív-szén felületén megtapadó mikrobák tápanyag-lebontása révén valósul meg. Az aktív-szén helyettesítheti zeolit is. Az oxikus biológiai folyamatok elősegítésére a szűrőágy levegőztetése előnyös.

A másik szokásos megoldás a membránszűrő beépítése. A membránblokkok elhelyezhetők

magában az utóülepítőben, de külön műtárgyban is helyet kaphatnak, ahogy az a 8 ábrán szerepel.

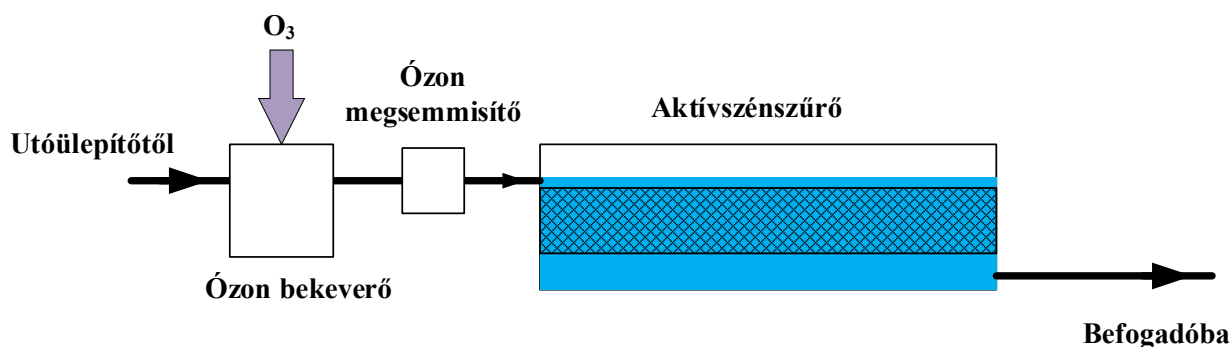
A levegő hozzávezetése a biológiai szűrőhatás kialakulása miatt indokolt. A membrán

külső falán megtapadó mikroorganizmusok lebontják a tápanyagot. A lebontás révén ke-

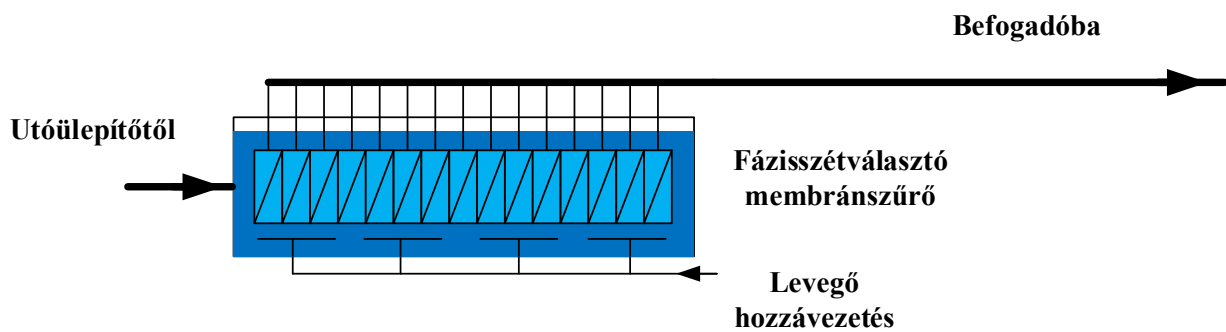
letkező „szén-dioxidot és vizet” a membránnak már nem kell visszatartania. A fázisszté-  
váltató membránszűrő tehermentesül.

Mindkét megoldás látszólag egy hatásme-  
chanizmusában a megelőző fokozatokhoz képest eltérő szűrési módot használ, mégsem zárható ki, hogy e helyeken is a biológiai jelleg dominál. Az aktív-szén az alacsony Pe-számhoz a nagy felületet adja (vele a kicsi egyenértékű szemcseátmérőt), a membrán pedig alacsony szűrési sebességet képes elő-  
állítani.

A IV. fokozat kiépítése és üzemeltetése a tisztítás költségeit jelentős mértékben növeli.



**7. ábra** A negyedik tisztítási fokozat megvalósítása aktívszénszűréssel



**8. ábra** A negyedik tisztítási fokozat megvalósítása membránszűrővel

Elkerülhető ennek a fokozatnak a technológiai sorba való beillesztése, ha szakítva az eddigi szemlélettel és méretezési gyakorlattal, a II. biológiai tisztítási fokozat hatékonyságát próbáljuk meg a Pe-szám csökkentése révén növelni, amivel a hagyományos méretezési eljárások ez idáig nem számoltak. A kavitron alkalmazása lehet ez esetben a megoldás [7]. A tisztított szennyvízre előírt szigorúbb határértékeket így a hatékonyabb II. biológiai tisztítási fokozattal is biztosítani lehet.

Elkerülhető a rendkívül költséges IV. tisztítási fokozat beépítése, ha a nagy molekulák lebontását nem épített reaktorterekben, hanem a talajon végezzük el, azaz tisztított szennyvízzel öntözünk. Itt tudunk kellően alacsony konvektív sebességet, vele kellően alacsony Pe-számot gazdaságosan előállítani.

### 3.2 Lebontás talajon

Amikor a szennyvíz újra hasznosításáról beszélünk, akkor az esetek többségében az öntözésre gondolunk [4]. Az érvelések során a tisztított vagy a részlegesen tisztított szennyvízben megtalálható nyomelemeket, szerves tápanyagokat említjük, amelyek a víz mellett a növények fejlődéséhez szükségesek.

A különböző műtrágyák is hasonló célokat szolgálnak. Célzottan leggyakrabban nitrogén és foszfor tartalmú műtrágyákkal segítjük elő a növények fejlődését, azaz végsősoron

a terméshozamok növelését. Nitrogén és foszfor a szennyvízben, a részlegesen tisztított szennyvízben és még a tisztított szennyvízben is megtalálható. Kézenfekvő tehát a gondolat, hogy az előállításában rendkívül energiaigényes műtrágya helyett hasznosítsuk inkább szennyvizet. Eddig a szokásos érvelés.

A műtrágya-lobby érzékelve a valós „konkurenciát”, mindent elkövetett annak érdekében, hogy a szennyvizet veszélyes anyagnak, veszélyes hulladéknak nyilvánítsa és mint ilyen, a termőterületek elszennyeződésének okaként mutassa fel. A vád nem teljesen alaptalan, de erősen eltúlzott. A lobby-tevékenység azonban elérte célját. Olyannyira, hogy amikor tisztított szennyvíz vagy szennyvíziszapból készült termékek termőföldekre történő kihelyezéséről beszélünk, a környezetvédők szigorúbbnál-szigorúbb határértékek előírásával szállnak harcba.

Ezen a ponton érdemes a vitát egy másik síkra terelni. A korábbi fejezetekben megállapítottuk, hogy a szennyvíztisztítás mai gyakorlata környezetkárosítást valósít meg, folyamatosan szennyezve a tisztított szennyvizet befogadó élővizeket. Dilution is the solution to pollution / Hígítás a szennyezés megoldása – közkeletű szólás azonban nem jelent a károsító tevékenység alól felmentést.

Ha a IV. tisztítási fokozat általános kiépítése a magas költségek miatt nem vállalható fel, úgy más megoldást kell keresni. Már korábban említettük: a partiszűrés lebontja a hormonokat és a gyógyszermaradványokat. Erre azért képes mert a partszakaszon nagy a beömlési keresztmetszet, így alacsony a szűrési sebesség, vele kicsi Pe-szám. Ha a részlegesen tisztított vagy a tisztított szennyvizet kellően nagy területen a talajon szivárogtatjuk el, úgy hasonlóan a partiszűréshez könnyen biztosítható a kívánt alacsony konvektív sebesség. A talajban található mikrobák – miután teljesül a biofilmek tápanyagellátásra vonatkozó logisztikai előfeltétel – hatékonyan fogják lebontani a nagy molekulákat is.

Izraelben a szennyvíz 80%-t öntözésre használják [4]. A száraz klíma miatt nem esőztető öntözést alkalmaznak, mert mire a víz a talajra jutna, a hőség miatt a fele elpárologna. A csepegtető öntözéssel a vizet (tisztított szennyvizet) közvetlenül a növények gyökérzónájába juttatják. A vízfelhasználás ezáltal csak 50 % körüli. A rendelkezésre álló víz így dupla nagyságú termőterület öntözésére alkalmas.

A valódi nyereség azonban nem ez. A csepegtető öntözés a víz lassú, szabályozott szikkasztását adja. Az elárasztásos öntözési változatnál lényegesen gyorsabb lesz a szivárgási sebesség, amelynek mértékét nem tudjuk szabályozni. A talajvizek óvása érdekében fontos követelmény tehát, hogy a spontán beszivárgás helyett csökkentett sebességű, szabályozott szikkasztást alkalmazzunk. A beszivárgás és szikkasztás szavak ez esetben nem szinonimái egymásnak, hanem egymástól minőségében szigorúan elválasztott műveletek.

A szikkasztásnak a partiszűréssel összevethető alacsony konvektív sebessége jelenti a nagymolekulák hatékony lebontásának



**9. ábra** Az energiafűz ültetvény [5]

lehetőségét. A szennyvíztisztítással megvalósított környezetkárosítás így nem valósul meg. A felmerülő költségek sem lesznek nagyok.

Óvatosságból abban egyet lehet érteni, hogy a tisztított szennyvízzel öntözött növények első körben ne a táplálékláncban közvetlenül résztvevő növények legyenek, hanem energia növények, amelyeket biomasszaként hasznosítunk. Az éves gyakorisággal leartható energiafűzből pelletet, végsősoron tüzelőanyagot állítunk elő [5].

Párhuzamosan, körültekintő talajtani kutatással igazolni kell, hogy a nagymolekulák talajon történő lebontásával a környezetkárosítás valóban mérsékelhető. Ha az energiafűzben nem lesznek káros anyagok kimutathatók, úgy a tisztított szennyvízzel történő öntözés más növényekre is bátran kiterjeszhető lesz.

#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK

Paradigmaváltásra van szükség a technológusoknál. Az extenzív paranéterek mellett a biológia víztisztítás lényegét képező molekulabontás feltételeinek teljesülésére is oda kell figyelni.

Paradigmaváltásra van szükség a környezetvédőknél, akik a határértékek szigorításnak

folyamatos követelése helyett végre megértene, hogy a természet értékeit úgy is lehet védeni, hogy segítségül hívjuk, igénybe vesszük adottságait. A nagymolekulák talajon történő elbontásához előbb azoknak oda ki kell kerülniük. Tudatában kell lenni a szikkasztás (fékezett beszivárgás) és spontán beszivárgás közti különbségnek. Csak a szabályozott szikkasztással garantálható a lassú vízmozgás, amely nélkül nincs hatékony biológiai víztisztítás. Nem lehet eretnek a gondolat, hogy a természetet hívjuk segítségül problémáink megoldásához.

A mikrobiológia Becking és Beijerinck törvénye - Everything is everywhere, the environment selects. (Mikroorganizmusok mindenütt, a környezet szelektál) – azt jelenti, hogy ha létezik egy baktérium, amely megfelelő környezetbe kerül és eljut hozzá a mintázatának megfelelő szubsztrát, szaporodni fog. A hormonok és gyógyszer-maradványok esetében biztosak lehetünk benne, hogy a természetben van ilyen baktérium, hisz különben az élettani folyamatok

nem működnének. A makromolekulájú műanyagok mesterséges anyagok. Biológiai elbontásukhoz kellene alkalmas baktériumok. Hogy ezek léteznek-e, arról meg kell győződni. Erősen valószínűsíthető, hogy elbontásukra csak akkor van remény, ha bejutnak a biofilmbe, ha az alacsony Pe-szám előfeltételt biztosítani tudjuk.

Paradigmaváltásra van szükség a mezőgazdászoknál, akik belátják, hogy a klímaváltozás derekán szárazságtűrő növényeket érdemes termesztetni. Akik ráébrednek arra, hogy a jövedelmezőség az energiafűz esetében is garantált [3],[5]. Vízszűkében öntözni csak csepegtető öntözési módszerrel szabad, mert így kevesebb vízzel érhetünk cél. Paradigmaváltásra van szükség a hatóságok esetében, akik a folyamatok mélyebb megértésével képesek betölteni az érdeklődőket kiegészíteni képes szabályozó szerepüket.

### ▶ HIVATKOZÁSOK

#### A SZERZŐRŐL:



**Tolnai Béla** alapszakmáját tekintve folyamattervező gépészmérnök és folyamatirányítási szakmérnök. A Fővárosi Vízműveknél eltöltött évek alatt azonban szem- és fültanúja lehetett a partiszűrés történéseinek. Üzemeltetési igazgatóként egy ideig felelősséget is viselt a főváros vízellátásában.

A biológiai szűrés elméletének kutatása köti le jelenleg figyelmét (bővebben lásd: <https://www.biomodel.hu> honlapon).



## KÖZGYŰLÉS BESZÁMOLÓ

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség 2023.05.30-án tartotta rendes évi közgyűlését Budapesten, a Lurdy házban. A "Rothasztók körképe Magyarországon" szakmai nap és a MaSzeSz Mentor egyesület alakuló közgyűlése, után, az intenzív program délutáni részében került sor a MaSzeSz közgyűlés megtartására.

### 2022 évi tevékenység – dr Kovács Károly

A Szövetség 2022 évi tevékenységéről dr Kovács Károly számolt be, előadásában kiemelve a Szövetség taglétszámának tavalyi gyarapodását, számos és nagy-súlyú szervezetekkel, köztük többek között a DM-RV-vel, Pannon Víz-zel, Kristály Kft-vel, Puraset Kft-vel. Szót ejtett a gördülékenyen lezajlott szervezetet érintő változásokról: az új titkárságról (Tompos Ágnes -titkár, Rózsa Bálint – főtitkár), a gazdagréti Rétköz utcába költözésről, Kassai Zsófia új felügyelőbizottsági tagról, és a lezajlott Állami Számvevőszéki ellenőrzésről, mely nem talált semmi kifogásolnivalót a Szövetség dokumentációjában. Köszönet illeti ezért elsősorban könyvelőnket Horvátné Ancsin Editet.

A Szövetség 2022 évi programjából az elnök kiemelte a Közszolgálati Egyetemen megtartott két országos konferenciát (a 2021 évi elmaradt konferencia pótlása miatt), a Junior Szimpóziumot, ami két év után újra személyesen került megrendezésre, az ingyenes webinárium sorozatot, a fórum színházi

eszközökkel megtartott junior workshopot és a digitális vízgazdálkodási különszámmal kiegészült négy Hírcsatorna megjelenést.

Többek közreműködése mellett elsősorban dr Major Veronika és dr Melicz Zoltán munkájának köszönhető a "Digitális Vízgazdálkodás Modellje" felmérés és tanulmány elkészítése, melynek elkészítéséért a Szövetség jelentős pályázati támogatásra is szert tett.

Kovács Károly egy kis kitekintést is tett a közgyűlést megelőzően, de már 2023-ban történt eseményekre. Itt a UNWATER2023 vízkonferencián való MaSzeSz részvételt emelte ki. A Szövetség a HWP-vel szerzett akkreditációt az ENSZ konferenciára, majd az általa javasolt virtuális kísérőrendezvény a "Víz- és Szennyvízinfrastruktúra beruházási szükségletei az SDG 6 (Víz – fenntarthatósági cél) teljesítéséhez" megtartásra került a konferenciaszervezők részéről. Továbbá társszervezőként vettünk részt éves támogatónk a Hungarianwaterpartnership szervezésében megvalósult élő kísérőrendezvényen, ami dr Áder János felvezető gondolataival és részvételével kezdődött, a HWP és a MaSzeSz elnöke, dr Kovács Károly beszélgetésindító előadása mellett folytatódott, és a Szövetség főtitkára, Rózsa Bálint moderált.

Dr. Kovács Károly a Szövetség két díjazottjáról is szót ejtett. Először dr Major Veronikának gratulált a Víz Világnapja alkalmából átvett Kvassay Jenő emlékplaketthez, majd saját EWA tiszteletbeli tag kitüntetését említette.

## 2022 évi Elszámolás – dr Papp Mária

A 2022 évi tevékenységet követően dr Papp Mária a Felügyelőbizottság elnöke számolt be a tavalyi év gazdálkodásáról. A Felügyelőbizottság elnöke, az emelkedő tagdíjbevétel és a Digitális modell pályázat bevételei mellett az infláció és a törvényi keretek szorításában élő vízügyi szektor nehéz helyzetét



említette, és fegyelmezett költséghatékony gazdálkodás mellett 1.264e Ft 2022. évi veszteségről számolt be. Kiemelte, hogy a nehéz helyzetben lévő szektor számára a tudásátadás programot a Szövetség a 2022-ben ingyenesen tette elérhetővé a résztvevőknek. Az előadása végén dr Papp Mária megköszönte a szakmai szervezetek 2022. évi támogatását. A küszöbön álló alapszabály változtatás miatt, mely a közhasznúság

törvényi feltételeinek teljesítése miatt szigorúbb összeférhetlenségi szabályokat ír elő. Ennek a feltételnek a teljesítése érdekében lemondott Felügyelőbizottsági tagságáról, hogy a továbbiakban a Hírcsatornai főszerkesztői munkájával tudja támogatni a Szövetséget.

A Közgyűlés elfogadta a beszámolót, dr Kovács Károly elnök megköszönte dr Papp Mária sokéves munkáját, és a jövőben tudására, tapasztalatára főszerkesztőként számít a Szövetség.

## Alapszabály módosítás – Rózsa Bálint

A közgyűlés következő részében Rózsa Bálint főtitkár mutatta be az előkészített és előzetesen kiküldött Alapszabály módosítást. Elmondta, hogy a mostani, átfogó módosítást három ok teszi szükségessé. A közhasznúság elérése több szempontból is fontos a Szövetség számára: adókedvezményeket, kedvezőbb szolgáltatási díjakat, többletbevételeket, potenciális konzorciumi tagként és pályázóként kedvezőbb pozíciót biztosít. A közhasznúság miatt számos ponton kerül módosításra az alapszabály: közhasznú tevékenységek nevesítése, összeférhetlenségi szabályok, nyilvánosság.

Ezen kívül törvényváltozások is indokolják, hogy korszerűsítsük és az aktuális törvényekhez igazítsuk az Alapszabályt. Ezek közül a legfontosabb és a Szövetséget leginkább érintő elem, hogy a jelenleg hatályos törvények arra kényszerítik a Szövetséget, hogy megszüntesse a természetes személyek tagságát. Ugyanakkor, mivel a természetes személyek a Szövetség teljes működése során kiemelten fontos erőforrást és értéket képviseltek a hátrányból erényt kovácsolva,

a MaSzeSz közgyűlést megelőzően létrehoztuk a MaSzeSz Mentor Egyesületet, amibe ingyenes tagság mellett várjuk a magánszemélyeket és az Egyesület MaSzeSz tagságán keresztül biztosítjuk a magánszemélyeknek a továbbiakban is a szövetségi kapcsolatot, juttatásokat, kedvezményeket. Az egyesület létrehozásától pedig új lendületet remélünk a magánszemélyek szakmai aktivitásának vonatkozásában, a szakmaszeretet és a szakma ismertségének előmozdításában, az utánpótlás elősegítésében.



Harmadszor pedig két apróbb módosítást is befoglaltunk a módosítási javaslatba. A főtitkári munkakörrel kapcsolatos munkáltatói jogokat illetően és az elnökségi ülések összehívását illetően kerültek be javaslatok.

A közgyűlés elfogadta az Alapszabály módosítást, így annak életbelépésével a magánszemélyek tagsága megszűnt, ugyanakkor a Szövetség felhívja és a továbbiakban direct kapcsolatfelvétellel is ösztönzi a korábban tag természetes személyeket, hogy lépjenek be a MaSzeSz Mentor Egyesületbe és maradjanak változatlanul kapcsolatban a MaSzeSz-szel.

## 2023 évi tevékenységek – Rózsa Bálint

Az idei tevékenységeket részben már dr. Kovács Károly bemutatta, Rózsa Bálint azonban megemlítette még a Dulovics Junior Szimpóziumot is és a már megtartott 2 webináriumot (Vízgépészet, Szennyvíz direktíva változás) és a délelőtt nagy sikerrel zajlott Szakmai Napot (Rothasztók), illetve a Hírcsatorna idei első számát.

Az év hátralevő részében, a tudásátadás program keretében 2 témát kívánunk kifejteni: az Energiahatékonyság témakörében készülünk egy sorozattal ősszel és az Önkormányzatokat szeretnénk fókuszba helyezni egy másik sorozattal év végén.

- Meg kell újítsuk honlapunkat, mert lejár a háttérrendszer támogatása.
- Át kell tekintsük és megújítanunk együttműködési megállapodásainkat a partnerszervezetekkel.
- El kell indítsuk az Egyesületben zajló munkát.
- A változások miatt új Felügyelőbizottsági tagot/elnököt kell választanunk.
- Az Országos konferencia előkészítése tárgyalásokkal már elkezdődött.

## 2023 évi költségvetés – Rózsa Bálint

A 2023-as költségvetés az infláció szorításában született. A titkárság kénytelen tagdíj-emelést is javasolni, amit a lehető legkisebb emelésekkel és több lépcső bevezetése mellett készített elő és terjeszt be. A főtitkár külön kérte, hogy az emelést a teljes idei évre (visszamenőleg) fogadja el a közgyűlés. Az emelések csak egyes lépcsőknél érik el az inflációt, többnyire jelentősen az alatt



maradnak és több ponton nem történik emelés (pl intézményi tagdíjknál, legkisebb

tagok esetében). A növekvő költségeket nagyobb részben inkább aktívabb tevékenységgel próbálja meg a Szövetség ellensúlyozni.

A közgyűlés ellenszavazat és tartózkodás nélkül fogadta el a 2023 évi tevékenységi és költségvetési tervet.

A jó hangulatú alkalom végén elhangzott javaslat arra, hogy több, személyes alkalom, akár kétnapos kapcsolatépítő szakmai esemény is legyen újra része a Szövetség programjának.

Egy őszi közgyűlés ígéretével az éves rendes közgyűlést dr Kovács Károly elnök berekesztette.

**A német IPA Bauchemische Produkte GmbH kizárólagos hazai forgalmazójaként ajánljuk figyelmükbe az alábbi termékeket:**  
**Betonműtárgyak javítása, védelme!**

**IPANEX STOPFMÖRTEL®**

Pontszerű vagy csőátvezetések mentén jelentkező **vízbetörések azonnali és végleges tömítésére** szolgáló habarcs. **Folyó vízzel szemben is hatékony!** <https://www.youtube.com/watch?v=hSL0aHq-Qzw>

**IPA POLYSCHICHT®**

Egyszerű, gyors és tartós **szulfátálló felületvédelem** -> <https://youtu.be/tdBX0ueaAHU>

#2 komponensű

#0-14-es pH értékig vegyszerálló

#nem toxikus

#fej felett is könnyen eldolgozható

#vezetőképes kivitel is lehetséges

#rohasztótornyok, áttemelők bevonására

#kemény járható felület képezhető

#mechanikai és vegyi terhelésnek ellenáll



Kérjük látogasson el honlapunkra bővebb információkért, vagy keressen elérhetőségeink egyikén, és mi készséggel állunk rendelkezésére!

T.: +36 30 757 1918

[service@aquaregia.hu](mailto:service@aquaregia.hu)

[www.aquaregia.hu](http://www.aquaregia.hu)

H-8000. Székesfehérvár Verebélyi köz 2.

**AQUA REGIA**





## MEGALAKULT A MASZESZ MENTOR EGYESÜLET

Vízre tesszük a jövőt – Segíts Te is!

Kihasználva azt a jogszabályi előírást, miszerint magánszemélyek nem lehetnek szövetségi tagok, a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség Junior Tagozata és magánszemély tagjai országos egyesületté szerveződve megalakították a **MASZESZ Mentor Egyesületet**, ahova várjuk magánszemélyként a vízzel foglalkozó, a víz iránt érdeklődő, a fiatalok szakmai fejlődését támogatni kívánó szakembereket.

### Az egyesületi célunk az, hogy

- **az általános iskolában** megtanítsuk a fiataloknak a víz megbecsülését,
- **a középiskolában** megismertessük a tanulókkal a vizes szektort,
- **az egyetemen** megszeretessük a hallgatókkal a vizes szakmát,
- a 35 év alatti szakembereket megtartsuk a vizes szektorban,
- MASZESZ CAMPUS segítségével kapcsolatot teremtsünk az egyetemi hallgatók és a cégek között. Célunk, a felsőoktatásban tanuló tehetséges fiatal mérnök hallgatók anyagi és szakmai támogatása, annak érdekében, hogy Magyarországon biztosítva legyen a szakmai előmenetelük, az anyagi háttér, már az egyetemi vagy a főiskolai évektől. Segíteni kívánunk a tehetséges

fiatal, magyar mérnököknek a megfelelő szakmai tapasztalatok megszerzésében, és ehhez kapcsolódóan a MASZESZ CAMPUS-on keresztül pályázatással anyagi támogatás nyújtásával.

### Tervezett programjaink:

- az általános iskolában: MINI MENTOR PROGRAM
  - kampány keretében az iskolákban előadásokon/foglalkozásokon ismeretjük meg a gyerekekkel a víz értékét,
  - online verseny hirdetése pl. a víz világnap, a Föld napja alkalmából.
- a középiskolában JUNIOR MENTOR PROGRAM
  - a GWP Magyarországgal együtt a Stockholm Junior Water Prize (SJWP) előadások bevonása a Dulovics Junior Szimpózium programjába vagy a MASZESZ éves konferenciájába,
  - vizes kirándulások szervezése (vízművek, szennyvíztisztító telepek, cégek, stb.).
- az egyetemen és a 35 év alatti szakemberek esetében: JUNIOR+ MENTOR PROGRAM
  - A MASZESZ JUNIOR TAGOZATÁ-val együttműködve kialakított programok,

- szakmai kirándulások megszervezése,
- nemzetközi konferenciákon való részvétel támogatása.
- az egyetemi hallgatók esetében: JUNIOR+ MENTOR PROGRAM
  - MASZESZ CAMPUS meghirdetése.

### KI JELENTKEZHET?

Bármely természetes személy (diák, aktív, nyugdíjas), aki csatlakozási szándékát kinyilvánítja.

### MILYEN KÖTELEZETTSÉGGEL JÁR EZ?

Az egyesület tagdíj nélkül működik, a MaSzeSz és mentoráló szervezetek támogatásával. A tagságot évente, adatfrissítéssel kell megerősíteni.

### MIRE SZÁMÍTHATOK, MIT AD NEKEM AZ EGYESÜLET?

Egy elhivatott szakmai körhöz tartozás lehetőségét. A szakmát, a vizet különböző

szinteken megismertető, megszerettető programokon való részvételt. Az egyesület mentor programja izgalmas kapcsolatokat, kutatásokban való részvételt és ösztöndíjat kínál.

### HOGYAN TUDOM KIHASZNÁLNI LEGJÓB- BAN A LEHETŐSÉGET?

Az egyesületet a MaSzeSz támogatja, a programokat az egyesület szervezi. A személyes fejlődés, a kapcsolatok, a programok formálása azoknak jut, akik szerepet, tisztséget vállalnak az egyesület életében.

### HOGYAN TUDOK BELÉPNI?

A [titkarsag@maszesz.hu](mailto:titkarsag@maszesz.hu) címen jelezze, ha be kíván lépni az egyesületbe.

*Varga Laura*

A MASZESZ Mentor Egyesület Elnöke



# AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG: LEHETŐSÉG VAGY TEHER?

## – A TÉMA BEMUTATÁSA AZ ÉSZAK-PESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP MŰKÖDÉSÉN KERESZTÜL

*Kassai Zsófia FCSM Zrt., Észak-pesti SZVTT*

A 91/271/EGK irányelv tervezett 11. cikke bevezeti azt a kötelezettséget, hogy nemzeti szinten minden 10.000 LE feletti kezeléletesítményben el kell érni az energiasemlegességet 2040. december 31-ig. Ennek megvalósításához négyévente energetikai auditokat kell tartani a 2012/27/EU irányelv 8. cikkével összhangban, az első auditoknak pedig a 100.000 LE-nél nagyobb telepek esetében 2025. december 31-ig le kell zajlaniuk. Az önellátás elérését több ütemben írják elő megvalósítani: 2030 végéig 50%, 2035 végéig 75%, 2040 végéig pedig 100%-ban megújuló energiaforrásokból kell biztosítani a telepek által felhasznált energiát.

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep energiamérlege megmutatja, hogy a telep az elmúlt négy év átlaga alapján 80%-ban önellátó. Ehhez az eredményhez az energiatermelési lehetőségek folyamatos kihasználása és a villamosenergia-fogyasztást elősegítő beruházások és technológiai módosítások vezettek.

### **Energiatermelés az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen:**

**Biogáz:** A telepen 2008 óta 2 db, egyenként 12.000 m<sup>3</sup>-es mezofil rothasztóban történik a szennyvíztisztítás során keletkező iszap és

egyéb, magas szervesanyag-tartalmú hulladékok ko-fermentációja. Éves szinten átlagosan 7-9 millió m<sup>3</sup> biogáz keletkezik, melyből a 3 db gázmotor 14-16 millió kWh villamos energiát állít elő. 2016 júliusa óta a fel nem használt energia kitéplésre kerül, ez az elmúlt 6,5 évben a megtermelt energia 3%-a volt.

Napelemek telepítésére két ütemben, 2010-ben és 2023 elején került sor. 2010-ben kísérleti jelleggel 18 panel, míg 2023-ban egy nagy beruházás során 150 kW teljesítmény került elhelyezésre lapostetős épületeken.

2021-ben és 2022-ben került telepítésre 1-1 rekuperációs vízerőmű az elfolyó tisztított víz csatornára, melyek együttes üzemével évente kb. 170 ezer kWh energia termelhető meg.

A telepi energiatermelés legjelentősebb lába a biogázból történő előállítás, az összes megtermelt energiának ez teszi ki a 97-99%-át.

### **Energiafogyasztás optimalizálásának lehetőségei az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen:**

A telep által felhasznált energia 55%-át a levegőztetés igénye adja, emellett jelentős fogyasztók még: átemelés (szennyvíz,



hígított- és záporvizek), iszaprecirkuláció, iszapvíztelenítés, légkezelés.

Levegőztetés optimalizálása: A telepen egy szakaszos levegőztetéssel kombinált előkapcsolt denitrifikációs technológia működik. Ennek köszönhetően a denitrifikáló mikroorganizmusok nemcsak a szennyvízzel érkező könnyen bontható szerves anyagot tudják felhasználni, hanem a hidrolízis során keletkezőt is, így a telep külső szénforrás adagolása nélkül tudja tartani stabilan a 85% körüli TN eltávolítási hatásfokot. A technológia másik előnye, hogy a szervesanyag bontáshoz oldott oxigén helyett a nitrátban kötött oxigén felhasználása történik, ami a levegőztetés energiaigényét közel 50%-kal csökkentette. A technológiát Amtax sc. ammónium analizátorok jele alapján vezéreljük.

Iszapvíztelenítés optimalizálása: 2020-ban és 2021-ben került sor 3 db új, energiahatékony iszapvíztelenítő centrifuga vásárlására. Az új gépeknek köszönhetően 2022-ben az iszapvíztelenítés kb. 470.000 kWh-val kevesebb energiát használt fel, mint a régi centrifugákkal.

#### **További tervek:**

A fúvók üzemének optimalizálása továbbra is kiemelt feladat. Viszonylag apró változtatásokkal, technológiai módosításokkal is lehet eredményeket elérni. Az egyik biológiai vonal fúvóinak esetében az első eredmények már látszanak: 2022 azonos időszakához képest átlagosan 25%-kal csökkent a levegőztetés energiafelhasználása. Ilyen kisebb változtatások voltak a fúvónyomás alapjelének csökkentése, a levegőszelep sebességének változtatása, a nagy terhelések esetén szükséges második fúvó indításának késleltetése – természetesen a megfelelő vízminőség és a határértékek maximális figyelembe vételével. A levegőztetés további optimalizálása a másik biológiai vonalon is folytatódik. Feladat még a telepi világítás folyamatos korszerűsítése és az előregedett elektromos hálózat ütemezett felújítása.

*Kassai Zsófia*  
FCSM Zrt., Észak-pesti SZVTT



## MASZESZ SZAKMAI NAP 2023. MÁJUS 30.

### ÖNFENNTARTÓ SZENNYVÍZTELEPEK? - ROTHASZTÓ KÖRKÉP MAGYARORSZÁGON!

Zöld megállapodás, karbonsemlegesség, körforgásos gazdaság, energiahatékonyság, digitalizáció. Az előadások rávilágítottak, hogy a rothasztóink és a jelenlegi üzemeltetési gyakorlat hogyan felel meg a fenntarthatósági kihívásnak és a szigorodó előírásoknak. Meghallhattunk számos magyarországi példát, láthattunk jó megoldásokra és hallottunk arról, hogy, min lehetne javítani. Dr. Patziger Miklós vezette eseményen szó esett arról, hogy a szennyvíztelepek átalakulnak-e anyag és energiakezelő telepekké. Ezekre a kérdésekre keresték a választ a szakmai nap előadásai.



#### Anaerob rothasztók tervezési kérdései

Az előadásban néhány fontosabb szempont került kiemelésére. Elsőként az alapadatok fontosságáról volt szó, melyben külön hangsúlyozták az iszap szervesanyag hányadának

jó meghatározása, hiszen ez az paraméter fogja meghatározni a termelhető energiát. Szó került a jó sűrítési stratégiáról, mert a rothasztó tartózkodási idejét és ezzel kihasználtságát ez befolyásolja. Röviden említésre kerültek a különféle rothasztó keverési módok illetve az ahhoz illeszkedő alaki követelmények. A keletkező biogázt lehet gázmotorban illetve kazánban vagy további tisztítás után üzemanyagként vagy a földgáz-hálózatba betáplálva hasznosítani. A gázmotor optimális kiválasztásához érdemes több konfigurációt megvizsgálni, mert az egyes motorok hatásfoka a különböző terheléseknél jelentősen eltérhet. A rothasztás utáni víztelenítésből magas nitrogén és foszfor tartalmú csurgalékvíz keletkezik, melynek a visszavezetéséből keletkező hatást vizsgálni kell. Mind az iszapban, mind a csurgalékvízben hasznos alapanyagok, mint például zsírsavak illetve tápanyagok megtalálhatók. Ezek visszanyerése esetén mind megtakarítást vagy akár bevételt lehet generálni. Érdemes tehát a szennyvíztelep önfenntartásánál nem csak a megtermelt hő vagy elektromos energiát figyelembe venni, hanem a lehetséges termékek előállítására is befolyásolhatja az üzem gazdaságosságát.

**(Taxner György)**

### Anaerob rothasztók, általános üzemeltetési kérdések.

Az anaerob iszaprothasztás gyakorlatában általában elkevert reaktorokat alkalmaznak. Ez azt jelenti, hogy a lebontási folyamatok (hidrolízis, savképződés, ecetsavképződés, metánképződés) egymással egy időben, párhuzamosan megy végbe.

A jól működő rothasztókban az anaerob lebontás végtermékeiből a pH eltolódását kiegyenlítő, úgynevezett pufferanyagok képződnek, pl. Ammónium-hidrogén-karbonát ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ).

Az üzemeltetést ellenőrző paramétereket annak figyelembevételével kell meghatározni, hogy az anaerob rothasztásnál egyik paraméter sem jelzi egyértelműen a rothasztó instabilitását. Ezért több paraméter egyidejű ellenőrzésével kell a megfelelő üzemmenetet folyamatosan követni.

Az üzemi gyakorlatban az egyensúlyi viszonyok jellemzésére a pH mérés nem elegendő. Nagyon fontos paraméter az összes illósav (mint mg/l ecetsav) és a lúgosság (mint  $\text{CaCO}_3$  mg/l) arányszáma. Az egyensúly felborulása akkor következik be, ha ez az arányszám nagyobb, mint 0,8.

Az anaerob iszaprothasztók ellenőrzése szempontjából a termelt biogáz  $\text{CH}_4/\text{CO}_2$  aránya egy gyors és érzékeny paraméter, mert az esetleges üzemzavart 24 órával hamarabb jelzi, mint laborvizsgálatok. Az üzemzavarok beazonosításához szükséges az alapvető technológiai paraméterek meghatározása is. A rothasztók üzemzavarai közül kiemelhetőek a foszfát vegyületek (stuvit, vivianit) által okozott lerakódások a rothasztóban, iszapvíztelelítő berendezésekben és csővezetékekben. Ennek megelőzésére a pH beállítás, a kristályképződés és lerakódás vegyszeres gátlása,

valamint a foszfor visszanyerése alkalmazható. A foszfor visszanyerése szabályozott kristályosítással bevált technológia, a világon 113 szennyvíztisztító telepen üzemel. Az előállított termék mennyisége 2022-ben meghaladta az 40 000 tonnát. Piacvezető eljárás a Pearl, Airprex, PHOSPAQ valamint NuReSys.

**(Román Pál)**



### Önfenntartó szennyvíztisztító telep? – fosszilis energia zéró

A zalaegerszegi szennyvíztelepen 2012-ben fejeződött be Kohéziós alapból finanszírozott fejlesztés, melynek során megvalósult a szennyvíz iszap rothasztás, a biogáz hő- és villamos energia célú felhasználása is.

A telep a Balaton vízgyűjtőjén található, ezért a tápanyag eltávolítás a tisztítás fő prioritása, nem épült előülepítő. Ennek, és a nyers szennyvíz kedvezőtlen változásainak (pl. élelmiszeripar megszűnése a térségben) köszönhetően a biogáz kihozatal nem volt jelentős.

A biogáz növelés érdekében Zalavíz saját beruházásban kialakított egy hulladék fogadót, mely a biológiailag lebomló hulladékokat fogadja, ezzel is növelve a biogáz mennyiséget. A fogadó alkalmas állati eredetű hulladék feldolgozására is, mivel pasztörizáló is része a technológiának.

2022-re megvalósult a telepen a tisztított szennyvízhő hasznosítás, 2\*174 kW teljesítményű hőszivattyú bekapcsolásával, mely a fűtésen túl összekapcsolásra került a gázmotorok hőtermelésével és a pufferrel is. Sajnos ez a fejlesztés is félbe maradt, nem valósult meg a hőszivattyúk ellátását biztosító naperőmű és az épületekbe tervezett Fan Coil rendszer sem (hűtés!). 2022 évben a telep energia felhasználásából a nem fosszilis energia arányának alakulása: villamos energia esetén 42 %, míg hőenergia esetén 97 %.

Ahhoz, hogy a teljes energia saját termelés legyen, néhány száz millió forintos fejlesztés szükséges (napenergia, hulladék fogadó fejlesztés, gázmotor csere), de ez jelenleg csak egy álom. A trend ellentétes, a fejlesztések karbantartás hiányosak, új fejlesztésre nincsen pénz (sem támogatás, sem önkormányzati fejlesztés, sem saját tőke).

Az elmúlt 11 év díjpolitikája ide vezetett, hiszen 1-2 év alatt megtérülő fejlesztéseket korábban saját beruházásban el tudott végezni Zalavíz, ma már ez sem megoldható (cég elvesztette hitelképességét is).

Kijelenthető, amennyiben nem fizetik meg fogyasztók a törvényben és EU irányelvekben meghatározott módon – akár egy reális léptékű rezsicsökkentés mellett – a költségeket, abban az esetben nem a fenntartható fejlődés kérdéses, hanem az elfogadható mértékű szennyvíztisztítás is.

A 11 éve változatlan díjak tulajdonos önkormányzatainknak 10 milliárd forintot meghaladó vagyonszétvesztést okozott (viziközmű értékcsökkenés és részvénytársaság). Ez bőven fedezhette volna a kitűzött célok elérését az energia hatékonyság terén is, támogatások igénybevétele nélkül is.

**(Arnhoffer András)**



### Rothasztók kihasználása és intenzifikációs lehetősége

A Szegedi Vízmű Zrt. már több, mint 10 éve a hatékony üzemeltetés megvalósításán dolgozik, melynek egyik alappillére, hogy minél kevesebb vételezett villamos energiát használjon fel a működése során. Ennek elérése érdekében beruházásokat, fejlesztéseket hajtottunk végre, valamint nemzetközi pályázatokon is indultunk. Az eredményes befektetett munka meghozza a gyümölcsöt, jelenleg a Szegedi Vízmű Zrt. energiafelhasználásának forrása 55 %-ban megújuló energia, ez mind környezetvédelmi, mind költséghatékonysági szempontból kiemelkedően fontos. Az előadásomban 3 projektet mutatok be, melyek az iszapvonalhoz, főként a rothasztóhoz kapcsolódnak. Elsőként ismertettem a rothasztó keverésének átalakítását, mellyel éves szinten 220,4 MWh energiát takarítunk meg. Másik megoldással a meglévő két rothasztó tornyunk egyikébe 9 hónapon keresztül bioenzimet adagoltunk az egyik, míg a másik rothasztó referenciatornyoként szolgált. Minden vizsgált paraméterre a bioenzim jó hatással volt, viszont gazdaságosságát az enzim, a termelt biogázból előállított villamos energia, a polielektrolit és víztelenített szennyvíziszap kezelési, szállítási egységei nagymértékben befolyásolják.

A harmadik téma a melléktermékek fogadása, mellyel tovább tudjuk fokozni a termelt biogáz mennyiségét. A beszállított melléktermékek folyamatos ellenőrzést igényelnek, hogy a rothasztók jó hatékonysággal üzemeljenek. Itt kiemelten fontos a beszállított melléktermékek ellenőrzése, valamint a rothasztási folyamat permanens mintavételezése. Ezek a beruházások, projektek hozzájárulnak ahhoz, hogy a szegedi szennyvíztisztító telep 2022. évben a biogázból előállított villamos energia aránya 110 % volt, tehát több villamos energiát termelt, mint amit felhasznált. Céges szinten 2018-ban társaságunk 9 millió kWh elektromos áramot vásárolt, tavaly ez már csak 4 millió 460 ezer kWh volt, az év végére pedig szeretnék lemenni 4 millió kWh alá.

**(Homola Anett)**



### Az utófeszítés körszimmetrikus tartályok

Az utófeszítés körszimmetrikus tartályok esetén a folyadék, vagy gáznyomás által keltett sugárirányú erők felvételére alkalmas megoldás. A tartály falában a folyadéknyomás hatására húzóerők keletkeznek, melyek vasbeton tartályok esetén a szerkezet repedését okozhatják. A vasbeton szerkezet repedései hatással vannak a szerkezet élettartamára és szélsőséges esetben a tartály szivárgását okozhatják. A keletkezett húzóerőket hatékonyan lehet

ellensúlyozni a szerkezeten belül vagy kívül vezetett feszítőkábelekkel. A kábelek feszítése során a tartály falában egy tervezett nyomóerőt hozunk létre, mely a folyadéknyomás hatására kialakuló húzóerők ellen hat. Ezzel korlátozható a repedések tágassága, vagy teljes ellensúlyozással megszüntethető a repedések keletkezésének oka. Az utófeszítéssel így alapjaiban szüntethetőek meg a vasbetonszerkezet repedései által okozott problémák. Alkalmazhatóvá válnak kisebb rugalmassággal rendelkező bevonatok és növelhetőek a bevonatok és a szerkezet élettartama. További előnye, hogy számottevően csökkenthető az alkalmazott betonacél mennyiség és szerkezettől függően csökkenthető a szerkezeti keresztmetszet is, ezzel gazdaságosabb és környezet barát szerkezetépítés valósítható meg.

A belsőkábeles utófeszítés új építésű tartályok esetén alkalmazott megoldás, itt a feszítőkábelek a szerkezeten belül futnak. A külsőkábeles utófeszítés mind új építés, mind felújítás, szerkezet megerősítés esetén alkalmazható, utólagosan a szerkezetre kívülről szerelt kábelekkel.

Összegezve az utófeszítés új és meg lévő tartályok esetén is hatékonyan alkalmazható és elterjedt technológia a húzóerők felvételére. Az utófeszítés húzóerők által okozott szerkezeti repedések kiváltó okait a teljes tervezési élettartamra megoldja.

**(Kertész Zoltán)**



## GRATULÁLUNK!



## GRATULÁLUNK BANDI BÁCSI!

50 éve tanítasz  
bennünket!  
Köszönjük!

**Professzor**  
**dr. Juhász Endre**



## A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG 2023. ÉVI TISZTELETBELI TAG KITÜNTETÉSÉBEN RÉSZESITETTE



**Dr. Licskó István** a Budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán szerzett diplomát, majd 1976-ban doktorált ugyanezen egyetemen és szerzett nagy doktori fokozatot, a Kémiai tudomány kandidátusa címet. Szakmai tevékenységét a VITUKI Vízminőségvédelmi intézetében kezdte tudományos tanácsadóként, majd az MTA Vízgazdálkodási Kutató csoportjában, mint tudományos főmunkatárs folytatta. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékének egyetemi docense 1999-től. Kiemelkedő szakmai munkát az ivóvízkezelés területén végzett, melyet megosztott a hazai szakember gárdával. Egyetemi oktatóként aktív tevékenységet folytat a nappali és szakmérnök képzésben. Az MHT előadói tevékenységének aktív résztvevője, sokat tett az elméleti ivóvízkezelés gyakorlati megvalósításának feladatkörében. Az oktatás és a kutatás mellett ki kell emelni a vízi közmű üzemeltetés területén kiterjedt szakértői tevékenységét.

területén végzett, melyet megosztott a hazai szakember gárdával. Egyetemi oktatóként aktív tevékenységet folytat a nappali és szakmérnök képzésben. Az MHT előadói tevékenységének aktív résztvevője, sokat tett az elméleti ivóvízkezelés gyakorlati megvalósításának feladatkörében. Az oktatás és a kutatás mellett ki kell emelni a vízi közmű üzemeltetés területén kiterjedt szakértői tevékenységét.

## MAJOR VERONIKA: ÖRÖM ÉS MEGTISZTELTETÉS, HOGY 2023 MÁRCIUSÁBAN A VÍZ VILÁGNAP ALKALMÁBÓL A BELÜGYMINISZTER ÚR KVASSAY JENŐ EMLÉKÉREMBEN RÉSZESÍTETT.

Fiatal diplomásként 1976. augusztusában léptem be a VITUKI kapuján első munkahelyemre, a VITUKI telephelyére – milyen érdekes egybeesés - a Kvassay Zsilipnél. A szerelem ekkor kezdődött. Lenyűgöző volt az a tudás, az az egymás iránti megbecsülés és a vizes ágazat iránti tisztelet, amit ott tapasztaltam. Ebben az ágazatban tanítottak meg dolgozni. Itt ismertem meg a szakmát, tanultam meg a pontos és elhivatott feladatvégzés, a kollegák megbecsülésének fontosságát és a víz tiszteletét. Ebben az ágazatban találtam meg második családomat. Büszke vagyok arra, hogy „vizes” lehetek, hogy megismerhettem és együtt dolgozhatam a vizes ágazat szakembereivel, a VITUKI-s, a VIZIG-es és az OVH/OVF-es kollegákkal és olyan emberektől tanulhattam, mint Benedek Pál és Somlyódy László. Mostanra már csak egy feladatom maradt: minél többet átadni abból a tudásból és tapasztalatból, amit a vizes ágazattól kaptam az elmúlt 47 év alatt.



**dr. Major Veronika** átveszi a Kvassay Jenő díjat



Cím: 5008 Szolnok, Vajda János út 29.

E-mail: [komplex.siker@gmail.com](mailto:komplex.siker@gmail.com) , [www.komplexsiker.fw.hu](http://www.komplexsiker.fw.hu)

Mobil: 06 (20) 941-8347

**PROFESSZIONÁLIS CÉLOKRA ALKALMAS SZIVATTYÚK A VÍZELLÁTÁS  
ÉS SZENNYVÍZELVEZETÉS TERÜLETÉN! CALPEDA, SUBLINE, ZENIT, HOMA, JET,  
ROVATTI, CADOPPI, NETZSCH, PCM, VARISCO, JWC MONSTEREK**

**Rossz állapotban lévő szv. átemelők műanyaggal való BÉLELÉSE,  
valamint komplett házi beemelő egységek,  
ÉS MÁS TÍPUSOK HATALMAS VÁLASZTÉKA**

*Kérje ismertetőnket!  
Képviseelőnk készpénzzel áll rendelkezésére.*



## BESZÁMOLÓ A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA, VÍZELLÁTÁSI ÉS CSATORNÁZÁSI BIZOTTSÁGA 2023. ÁPRILIS 12-I ÜLÉSÉRŐL

A MaVíz előadótermében megtartott ülés témája a **Kezelt szennyvizek mezőgazdasági területen történő hasznosítása** volt. A témát felvezette **Prof. Dr. Ligetvári Ferenc** DSC professor emeritus.

A **levezető elnök Boda János** a Mélyépítésvizsgáló Kft. technológus főmérnöke az előadást megelőzően emlékeztetett a téma aktualitására, valamint arra, hogy a 7/2028 (II.12.) Korm. rendelet az EU elvárásokkal összhangban módosította a szennyvizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV.29.) Korm. rendeletet. Lényeges eleme a rendeletnek, hogy a „települési szennyvíztisztító telepen keletkező tisztított szennyvízből előállított visszanyert vízzel a 2020/741 európai parlamenti és tanácsi rendelet D. minőségi osztálya szerinti, nem élelmezési és nem takarmányozási célú ipari növények, energia növények és vetőmagkultúrák öntözhetőek”. A vonatkozó új szabályozásokról az MTA Vízellátási és Csatornázási Bizottságának 2023. február 7-i üléséről beszámoló **HÍRCSATORNA 2023/1. számában** **megjelent Ágazati Hírekben** olvashatunk bővebben.

**Ligetvári professzor az előadásában az öntözés szerepét a következők szerint foglalta össze:**

- terménynövelő agrotechnikai beavatkozás
- termésbiztonságot garantáló hatásgazdálkodási kockázatcsökkentő eszköz
- termésminőséget befolyásoló hatás

A hasznok és a kockázatokkal kapcsolatban megemlítette, hogy a csak mechanikailag tisztított szennyvízzel való öntözéskor:

- a szennyvízben lévő oldott anyagok teljes mennyiségben hasznosulnak,
- jelentősen csökkenthető a levegőszennyezés
- megszűnik a vizeink gyógyszer, hormon, drog, xenobiotikum és mikro műanyag szennyezése
- jelentős a tisztítás anyag- és energia költségében elérhető megtakarítás

Kockázatot jelent viszont, hogy egyes növények felvehetnek káros anyagokat, azok bekerülve a táplálékláncba károsodást, illetve megbetegedést okozhatnak.

**Ligetvári professzor szerint:**

- **az energia növények,**
  - **a vetőmagtermesztés**
  - **az ipari növények**
- öntözése szürkevízzel biztosan nem kockázatos.**

- A felszín alatti öntözés a gyökérnövények kivételével bárhol alkalmazható.
- Az esőszerű öntözés csak energia és vetőmagnak termesztett növényeknél, esetleg (nem élelmiszer) ipari növényeknél alkalmazható.
- A szabad kifolyású árasztó öntözés elsősorban a nagyobb vízigényű energianövények optimális módszere. Alkalmas vetőmag és ipari növények öntözésére is.

Ligetvári professzor előadását egy sokat ígérő energianövény ismertetésével zárta.

Elmondása szerint az öntözött energiafű hozama évenként 25t/ha szárazanyag 16-17 MJ szárazanyag kg fűtőértékkel. Az energiafű igénytelen a talajjal szemben, hosszú az élettartama, jól gépesíthető, de kézzel is művelhető. Többféle a felhasználási lehetősége.

Ligetvári professor előadásának diaképei **maszesz.hu Tudástárban**, illetve **IDE kattintva** olvashatóak.

**Boda János** a Mélyéperv Komplex Zrt. technológus főmérnöke a „**Felértékelődött a membrán bioreaktoros (MBR) szennyvíztisztítási technológia**” című előadásában felhívta a figyelmet arra, hogy

- A vízminőség védelmi követelmények szigorodása, a szennyezőanyagok, és köztük a mikro szennyezők, minél nagyobb mértékű eltávolításának szükségessége, a tisztított víz újrahasznosításának igénye felértékelte a kommunális szennyvíztisztításban a membrán technológián alapuló eljárások alkalmazását.
- A membrán – bioreaktoros (MBR) szennyvíztisztítási technológia ülepítés helyett

ultraszűréses fázisszétválasztást alkalmaz teljes lebegőanyag, baktérium és vírus visszatartással. A terhelésváltozásokhoz rugalmasan alkalmazkodó technológiában nincsenek ülepíthetőségi problémák és nincs szükség külön fertőtlenítésre sem. A kiváló tisztítási eredmény a szennyvíz újra-hasznosításának lehetőségét is magában rejti, ami többek között lehet mezőgazdasági öntözés, ipari víz felhasználás és ivóvízbázisként való hasznosulás.

- Aktív szénpor bioreaktorba adagolásával a nyomanyagok teljes körű eltávolítása is lehetővé válik.
- A technológia előnyeikhez tartozik még az alacsony helyigény és a moduláris bővíthetőség is.

A példaképen bemutatott Membrán bioreaktoros **Budakeszi szennyvíztisztító telep** napi 3311 m<sup>3</sup> mennyiségű és 25085 LE-nek megfelelő szennyvíz tisztítására alkalmas a jelenlegi, és a jövőben várható vízminőségi követelmények kielégítésével.

A szennyvíztisztító telep technológiai elemei a következők:

- Szennyvíz fogadása-átemelés, települési folyékony hulladék (TFH) fogadás-előkezelés 3 mm-es dobszűrővel
- Mechanikai tisztítás: szűrés 5 mm-es gépi tisztítású ráccsal, homok- és zsírfogás hosszanti átfolyású légbefúvásos műtárggyal, finomszűrés 1 mm-es forgódobbal, a kifogott hulladékok tömörítésével
- Kiegyenlítés: a csúcsvíz leválasztása és tárolása 500 m<sup>3</sup>-es átkevert medencében



- MBR biológiai tisztítás két biológiai vonalon:
- denitrifikáló elő- és utó-anoxikus medencékben, két vonalon összesen 1500 m<sup>3</sup> térfogattal
- szerves anyagok lebontása és nitrifikáció, két vonalon összesen 2000 m<sup>3</sup> levegőztetett aerob térfogattal
- iszap kilevegőztetés 250 m<sup>3</sup> térfogattal
- tervezett iszap koncentráció a biológiai medencékben 8-10kg/m<sup>3</sup>
- Fázissztávlasztás 4 db membrán medencében 4\*2 db ZW500d-48/36 kazettával, új fejlesztésű energiatakarékos LEAP membrán-levegőztetéssel.
- Iszapsűrítés pálcás sűrítőben, iszap víztelenítés centrifugával
- Víztelenített iszap biogáz termeléssel történő hasznosítása a Dél-pesti szennyvíztisztító telepen
- Mechanikai tisztításból és iszapkezelésből elszívott bűzös levegő tisztítása biofilterrel
- Épületfűtés hőszivattyúval a tisztított szennyvíz hő-hasznosításával
- A telep építés nélkül fejleszhető a biológiai iszapkoncentráció növelésével és a 48 modulós membránkazettákban további modulok telepítésével a jelenlegi 36 db modulok mellé

Az építési költségeket a hagyományosnál kisebb reaktorterek, a szükségtelen előülepítés és fertőtlenítés, az üzemeltetési költségeket pedig az energiatakarékos megoldások csökkentik:

- a csőszivattyús recirkuláció
- az újszerű membrán levegőztetés (LEAP)
- a membránszűrés miatti szükségtelen fertőtlenítés

- a hőszivattyús energiahasznosítás és a takarékos vegyszerfelhasználás csökkenti

A technológia alkalmazását nagyban segítette, hogy a világ egyik legnagyobb membrán gyára Magyarországon működik.

Az MBR technológia oxigén dús tisztított vize biztosítja a Budakeszi árok megújulását és a befogadó Hosszúréti patak folyamatos jó minőségű vízpótlását.

Boda János előadásának diái a [ma-szesz.hu Tudástárban](http://ma-szesz.hu), illetve [IDE kattintva](#) megtekinthetők.



**Kucsora István** műszaki vezető (Veresegyház és Környéke Szennyvízüzem Társulás) felkért hozzászólóként a **„veresegyházi membrán bioreaktoros szennyvíztisztító telepének a bővítését”** ismertette. A Veresegyház, Erdőkertes és Szada településeket kiszolgáló veresegyházi szennyvíztisztító telep 2013 óta üzemel Membrán-Bioreaktoros (MBR)

technológiával, 5000 m<sup>3</sup>/d hidraulikai és 40 000 LE kapacitással, a tisztított szennyvíz rekreációs célú hasznosításával.

A térség rohamos fejlődése miatt a telep túlterheltté vált. A hidraulikai kapacitás 5000 m<sup>3</sup>/d-ről 7000 m<sup>3</sup>/d-re való növeléséről döntött a Szennyvízüzemi Társulás.

A vállalkozásba adott kivitelezés alatt álló bővítés elemei a következők:

- 2 db MEVA MCU 200 típusú Kombiegoység (kombinált előmechanikai berendezés beszerzés, telepítés).
- 4 db SOBYE szűrő, tartozékvíztelenítő préssel és szállító szalaggal.
- Gravitációs vezeték kiépítése SOBYE szűrőkre.
- Szennyvíz átemelő kivitelezése figyelembe véve a további bővítési lehetőséget.
- Gravitációs vezeték kiépítése a SOBYE szűrőkről az átemelőbe.
- Robuschi Biológiai fúvó cseréje 2 db TNE permanens mágneses motorú légcsapágyas fúvóra, amelynek szállítási teljesítménye 480 mbaron 4980 Nm<sup>3</sup>/ó/fúvó.
- Propeller nagykörösi recirkulációs szivattyú cseréje 3 db kompatibilis Q:1000 m<sup>3</sup>/h szállítási teljesítményű propeller szivattyúval.
- A meglévő membrán szűrőkapacitás növelése, „A” sorban 3 db SUEZ ZW52 LEAP 52/52db modulós kazettával.

A tervezett jó hatásfokú elő mechanikai tisztítás, a KOMBI típusú rács - légbefúvásos zsírfogó, homokfogó és a SOBYE típusú finomszűrő alkalmazása lehetővé tette a biológiai

reakterek bővítése nélkül a membrán szűrő kapacitás növelését 7000 m<sup>3</sup>/d-re.

A jó minőségű tisztított szennyvíz a kishozamú befogadó víz pótlását, rekreációs célú hasznosítását szolgálja.

Kucsora István előadásának diaképei **maszesz.hu Tudástárban**, illetve **IDE kattintva** megtekinthetők.

**Major János** az Aquasolv Systems Kft. értékesítési vezetője felkért hozzászólóként a **„Veresegyházi mechanikai előtisztítás hatásfokának növelését”** ismertette.

A kapacitás bővítés, optimális helykihasználással a korábbi üzemeltetési problémák megszüntetésével történt 1+1 db MEVA MCV 200 kombinált egység telepítésével az alábbi műszaki jellemzőkkel:

MEVA léptetőrács, RS 14-70-3 Q<sub>max</sub>=200 l/s, 3 mm pálcaköz, 674 mm, 1,5 kW EN 1.4404  
Rácstartály: 1100X2500X1200 MM EN 1.4404  
MEVA SWP 20-70 mosóvízes préscsiga 1-1,5 m<sup>3</sup>/h, 3KW, EN S355J2, EN 1.4404, Hardox  
Kétkamrás levegőztetett homokfogó EN 1.4404, 10500x1600mm, Q=200l/s, 90% hatásfokkal

Zsírfogó hossz: 6200x400 mm, EN 1.4404  
MEVA U260 fenék csiga Ø230mm, 1m<sup>3</sup>/h, hossz:10500mm, 0,75 kW EN1.4404/EN S355J2

MEVA homokkihordó és víztelenítő csiga 0,5 m<sup>3</sup>/h, 0,55kW, EN 1.4404, S355J2  
Levegőztető rendszer EN 1.4404 csőhálózat  
Fúvó 1,1 kW

Zsír és hab eltávolító egység EN 1.4404 Zsírkotró: 0,55 kW, Zsírszivattyú 1,1 kW  
DN450 PN10 csatlakozással  
Teljesen fedett zárható kivitel

Téliesített kivitel, automatikus fűtéssel, hőszigeteléssel

A SOBYE TD 20-Dyna Belt TD 27 típusú finomszűrőkből

- 4 gép került beépítésre, 2 üzemi két tartalékkal
- 180 mikron/2,7 m<sup>2</sup> szalag szűrő felülettel
- 2 kW villamos teljesítmény igényel
- EN 1.4404 kivitelű, DN300 PN10 és DN100 csőcsatlakozásokkal
- Szintvezérlésről történő üzemmel
- Frekvenciaváltóval állítható szalagsebességgel
- Állítható szalag tisztítási periódussal
- A gépre épített vezérlőszekrényvel, szigetüzemmódra is

A SOBYE- Dyna Belt szűrők a mechanikai tisztításnál az

- Előülepítő kiváltására.
- Az össz. lebegőanyag 50 %-os csökkentésére.
- KOI – 20 %-kal történő csökkentésére.
- A túlterhelt telepek kapacitás bővítésére szolgálnak.
- Egyszerű, kis helyigényű.
- Utólag is beépíthető megoldás.
- Új létesítménynél megtakarítást tesznek lehetővé a műtárgy kiváltással

Major János előadásának diaképei a **ma-szesz.hu Tudástárban**, illetve **IDE kattintva** megtekinthetők.

Az előadásokat követően a kérdések megválaszolására az elhangzottak összefoglalására került sor.



Végezetül Dr. Juhász Endre tájékoztatta a jelenlevőket, hogy a **Svájci - Magyar Együttműködési Program most induló és 2029. december 31.-én záruló II. időszakában mintegy 43 milliárd forint összegű támogatásra nyílik lehetőségünk**, többek között az ivóvízellátás korszerűsítése program részben a vas- és mangántartalom csökkentésére, a szennyvízkezelés programrészben pedig a mikro szennyező anyagok célzott eltávolítására a települési szennyvíztisztító telepeken, beleértve az átfogó fejlesztéseket.

A program **Stakeholder konzultációja 2023. április 26-án** került megrendezésre a Belügyminisztériumban.

A Beszámolót összeállította: Boda János vezető elnök

## BEMUTATKOZIK A GYŐRI SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM, ALBERT KÁZMÉR MOSONMAGYARÓVÁRI KAR, VÍZGAZDÁLKODÁSI ÉS TERMÉSZETI ÖKOSZISZTÉMÁK TANSZÉKE

A Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszéke a nagymúltú Magyaróvári Akadémia egyik utód tanszékeként jelentős szerepet töltött be a kezdetektől a gazdász-hallgatók képzésében. Az Akadémia a fennállása óta, több mint kétszáz éve a mezőgazdaság igényének megfelelően bocsátotta ki az agrárszakembereket a hazai és a nemzetközi élet számára. A képzés jelentős értékét jelzi, hogy a kor színvonalának megfelelő természettudományos ismeretekre alapozott. Ez a magas ismeretanyag biztosította a végzett hallgatók széleskörű elhelyezkedési lehetőségét. Ma a győri Széchenyi István Egyetem egyik karát alkotja az Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kara.

### A Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Karának bemutatása

A Karon alapszakon, mesterszakon és szakmérnök képzésben történik a leendő mérnökök képzése. A tudomány iránt elkötelezett végzős hallgatók a tanulmányaikat a Wittmann Antal Növény-, Állat- és Élelmiszer-tudományi Multidiszciplináris Doktori Iskolában folytathatják.

A képzés széleskörű: a mezőgazdaság, az élelmiszer, a gépészet, a vidékfejlesztés, növényvédelem, **vízgazdálkodás és a környezetvédelem** területén történik. Bővebb információ

és képek elérhetők: kari honlap. A Karon a hazai hallgatók mellett a világ számos országából érkezett hallgatók is végzik tanulmányukat. Az elméleti képzést a kornak megfelelően a legújabb informatikai eszközök segítik. Jól felszerelt laboratóriumok és a több mint 500 hektáros tangazdaság biztosítja a magas szintű gyakorlati képzést. A Wittmann parkban, modern kollégiumban, kétszemélyes szobákban biztosított a hallgatók kollégiumi elhelyezése. A kollégium mellett sportcsarnok és kondicionáló terem, valamint vízi sporttelep is segíti a hallgatók kikapcsolódását. Eredményesen működő Szaktanácsadó és Továbbképző Intézet is segíti a szakmában dolgozók szakmai fejlődését, továbbképzését.

A Kar folyamatosan fejlődik, igen jelentős oktatást, kutatást segítő beruházások teszik a Kart 21. századi Intézménnyé. Az alábbi képek mutatják be az Albert Kázmér Kart, az 1. kép a várat a kar központi épületét mutatja, a 2. kép pedig az aulát, a diplomaátvételt.

A Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszéke a Kar egyik legátfogóbb, legtöbb tudományterületet felölelő egysége. Oktató- és kutatótevékenységünk alapja a mezőgazdaság, a vízgazdálkodás és a környezetvédelem, valamint azok összefüggéseinek (talaj – víz – levegő) minél behatóbb



megismerése és megismertetése hallgatóinkkal. Előadásaink és gyakorlataink során nem csupán élő és élettelen környezetünk felépülésével, logikus rendszerével ismerkednek meg diákjaink, hanem azok jellemző tulajdonságainak, változásainak mérésével és a kapott eredmények értelmezésével, értékelésével is. A tanszéken oktatott tárgyak és kutatási területek széleskörűek, a természettudomány és az élő természet iránt orientáltak.

### A tanszék oktatási tevékenysége

A Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák tanszék munkáját 10 oktató és 2 fő kutató végzi, melyből 11 fő tudományos fokozattal, 2 fő egyetemi tanári kinevezéssel rendelkezik. A tanszéken oktatott tantárgyak a képzésnek

megfelelően öt fő területre, így talajtannal, kémiával, meteorológiával, vízgazdálkodással és környezet- és természetvédelemmel kapcsolatos oktatási tevékenységre oszthatók. A tanszék vezetője Dr. habil. Kalocsai Renátó PhD, egyetemi docens.

A tanszék az elméleti oktatásához szükséges előadótermekkel, és a kornak megfelelően kialakított technikai és szemléltető eszközökkel rendelkezik. A hallgatók számára kialakított laboratóriumok a képzéseknek megfelelően modern műszerekkel vannak ellátva, biztosítva hogy a hallgatóink a gyakorlati életbe kikerülve magas szinten végezhessek el a munkáikat. A tanszék oktatógárdája kiemelt feladatának tartja, hogy az elméleti tananyag leadása, elsajátítása mind jobban legyen összhangban a gyakorlati életben történő megvalósítással, ennek megfelelően vonjuk be az oktatásba a magas technológiával rendelkező üzemek szakembereit. A tanszék neve hűen tükrözi, hogy kiemelt feladatának tartja a vízgazdálkodás és a környezetvédelem területét érintő szakok kialakítását és gondozását. A több mint két évszázada alapított Magyaróvári Akadémia oktatási anyagában a kezdetektől kiemelten foglalkozott a mezőgazdaság, vízgazdálkodás és a környezeti hatások közötti kapcsolatrendszerrel. A tradíciókat követve tartotta fontos feladatának a tanszék, hogy a Kari struktúrában meglévő mezőgazdasági képzést kibővítve indítson új szakokat. A Kar Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák tanszéke az utóbbi években az országos igényeket kielégítve indított szakokat, a vízgazdálkodás és környezetvédelem területén. A vízgazdálkodás területén indított képzést az elődeink hagyományaira építve folytattuk.

### A mosonmagyaróvári agrárfelsőoktatás szerepe a hazai és a nemzetközi vízgazdálkodásban

A víz és az ember a kezdetektől fogva szoros kapcsolatban állnak egymással. Az életünk nélkülözhetetlen eleme, ezért is kiemelt szerepe van az élővilággal együtt. Mosonmagyaróvár környéke folyókkal (Lajta, Kis-Duna), vadvizekkel, lápokkal (Hanság, Szigetköz) ölelt terület volt a 18. századig. A vízgazdálkodás fontosságát felismerve a Mosonmagyaróváron a hazai agrárfelsőoktatás bölcsőjében vette kezdetét a képzés. Az 1818-ban megalakult Magyaróvári Akadémia első igazgatója Wittmann Antal lett. Wittmann a vízgazdálkodás területén jelentős kutató és fejlesztő munkát végzett Európa számos országában. Fő céljai közé tartozott az elméleti és gyakorlati tevékenységek összehangolása, valamint a tanítás. 1810-ben megjelentetett munkájában a vízépítés és rétöntözés jelentőségével foglalkozott. A Márialigeti öntöző rendszert ő alakította ki. A vízgazdálkodás területén bizonyított eredményei meghatározták a Magyaróvári gazdász képzés oktatásában történő kiemelt szerepét.

### Kultúrmérnök képzés a Magyaróvári Akadémián

Karunk egyik leghíresebb volt diákja, a hazai vízügyi szakemberek talán legnagyobbika, **Kvassay Jenő** a XIX. század második felében kultúrmérnöki képzést indított a Magyaróvári Akadémián, a Műegyetemen (alapszakon) végzett mérnökök részére (3. kép). A képzés az akkori korszerű technológiát tanította meg a diákoknak, akik vízépítési, vízgazdálkodási és öntözési területen kiváló szakemberekké váltak, és világszinten is korszerű tudást



kaptak. Az 1949-ig fennálló képzés méltán tekinthető a hazai vízgazdálkodás oktatási bölcsőjének, mely számtalan komoly szakembert adott az országnak, és a világnak is, köztük a Műegyetem egyik rektorát, **Rohringer Sándort**, a későbbi időkben pedig **Mosonyi Emilt**. A kultúrmérnökök tevékenységére alapozó Kultúrmérnöki Hivatal Kvassay vezetésével átalakította hazánk víztérképét, és máig tartó hatást gyakoroltak a vízügyi szakmára.

Mosonmagyaróvárnak a kultúrmérnökképzéssel meghatározó szerepe volt a hazai vízgazdálkodás képzésében. Mindezek ismeretében a Víz- és Környezettudományi Tanszék majd az utódjaként a Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszéke fontosnak tartotta, hogy a régmúlt eredményeire alapozva újból **újraredefiniálja a vízgazdálkodási**

**képzést.** A színvonalas képzés létrehozását meghatározza, hogy a kar kedvező természeti és ökológiai környezettel rendelkezik. Mosonmagyaróvár „a Szigetköz fővárosa” folyók (Lajta, Duna), csatornák, lápokkal ölelt terület, mely mezőgazdaságilag kiemelkedő sajátosságú területei, egyedülálló kiváló minőségű ivóvízbázisa, természetvédelmi területei, a magas technológiai színvonalú gyakorló helyet biztosító üzemei teszik lehetővé a szakok indítását és sikeres működését. E kedvező adottságok biztosítják a magas színvonalú vízgazdálkodási képzés alapját.

### Vízgazdálkodás területén folyamatosan fejleszt és indított szakokat a Győri Széchenyi István Egyetem mosonmagyaróvári Albert Kázmér Kara

A szak indítását indokolja a vízgazdálkodás területén jelentkező, jól képzett széles ismeretekkel rendelkezők szakember gárda hiánya. A vízgazdálkodási ismeretekkel rendelkező szakemberek nemcsak a mezőgazdaság területén, hanem az élet szinte minden területén hiányoznak. A Magyaróvári Akadémia már az 1800-as években felismerte az ilyen irányú szakemberképzés jelentőségét, ezért az országosan is egyedülálló kultúrmérnöki képzésével kezdte meg a szakemberek kibocsátását.

### Fokozódó igény a vízgazdálkodási szakemberek iránt

A klímaváltozás, a szélsőséges időjárási anomáliák mind jobban előtérbe helyezik a korszerű és tudományos alapokon történő vízgazdálkodást. A vízgazdálkodás nehéz helyzete nemcsak a mezőgazdaságot, hanem az élet szinte minden területét érinti.

A világot érintő klímaváltozás, ivóvíz ellátás, szennyvízkezelés, öntözés, hidrokultúrás növénytermesztés, tápanyaggazdálkodás, hulladékkezelés- hasznosítás (körforgásos gazdaság megvalósítása), tógazdálkodás stb. nemcsak a hazai hanem világviszonylatban is igényli az ilyen irányú szakemberek alkalmazását. A képzés területén ezt a hiányt pótolva indítottuk be a vízgazdálkodási képzéseinket alapszinten és mesterképzésben. A szakok gondozását a Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszéke végzi.

### Vízgazdálkodási képzés alapszinten (BSc) Mezőgazdasági vízgazdálkodási és környezettechnológiai mérnöki szak (alapszak, BSc)

A mezőgazdasági vízgazdálkodási és környezettechnológiai mérnöki szak, országosan is új szak. A szakot a Magyar Akkreditációs Bizottság (MAB) 2021-ben engedélyezte. A szak nappali és levelező képzésben magyar és angol nyelven került elfogadásra. Várhatóan az angol nyelvű képzése is hamarosan elindul külföldi hallgatókkal. A szakra 2022-ben vetünk fel először hallgatókat. A szakra jelentkezhetnek mindazon hallgatók, akik érettségivel vagy technikus végzettséggel rendelkeznek. A szakra felvett hallgatók ennek megfelelően gimnáziumokból és szakközépiskolából kerülnek be. A vízgazdálkodás és alkalmazása az életünk széles területét érinti, ennek megfelelően több tudományág ismerete szükséges a képzés során. Ezek figyelembevételével került kialakításra a képzés struktúrája. A szakon tanuló hallgatók a tanulmányaik során szinte egyedülálló képzésben részesülnek, melyben három tudományterülettel, mezőgazdaság, víz és környezetvédelemmel ismerkednek. E három tudományterület

biztosítja a széleskörű ismeretek elsajátítását és a magasszínvonalú alkalmazási lehetőségeit a gyakorlati életben. A képzés gyakorlatorientált, több mint 60 % a gyakorlati képzés



aránya. A szakon történő képzés 7 féléves. A hetedik félévet gyakorlati helyen kell tölteni (4. kép).

Az elméleti képzés során a mezőgazdaság, vízgazdálkodás és a környezetvédelem területét érintő tantárgyak leadásában az egyes tématerület legismertebb képviselői vesznek részt. Nagy hangsúlyt fektetünk arra, hogy a gyakorlati élet legkiválóbb szakembereit is bevonjuk az oktatásba. A képzés tantárgyai az alapismeretek csoportjában kerültek bemutatásra.

**MéRNÖKI alapismeretek:** MéRNÖKI matematika, MéRNÖKI fizika, Statisztika, Hidraulika,

Geodézia, Felszíni és felszín alatti vízkészletek hidrológiája, Általános gépészeti ismeretek

**Természettudományos alapismeretek:**

Szervetlen kémia, Szerves és biokémia, Mikrobiológia, hidrobiológia, Mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani és agrokémiai alapjai, Ökológia, Természet- és tájvédelem

**Mezőgazdasági alapismeretek:** Földművelés, Földhasználat, Öntözéses növénytermesztés, Gyepgazdálkodás, Állattenyésztés, Kertészeti termelés, Növényvédelem, Precíziós vízgazdálkodás, Agrometeorológia

**Agrár-gazdasági és humán ill. társadalmi alapismeretek:**

Víz-és környezetgazdaságtan, Hazai és nemzetközi agrárgazdaság intézményrendszere, Mezőgazdasági termelés. környezet-, és –természetvédelem jogi szabályozásának alapjai, Munkavédelmi és munkabiztonság, Vízpolitika-vízjog

**Szakmai törzsanyag:** Vízgépészeti és vízépítési ismeretek, Árvízvédelem és vízkárelhárítás, Mezőgazdasági vízgazdálkodás, Vizes élőhelyek üzemeltetése, Öntözéstechnológia, Belvízgazdálkodás, Akvakultúra, Mezőgazdasági és élelmiszeripari hulladékkezelés, Talajvédelem, Agrárerdészet, Környezetgazdálkodás környezettechnológia szennyvízkezelés, Megújuló energia, Vízgazdálkodási informatika és monitoring

A feltüntetett tantárgyak mellett a nagyszámú szabadon választott tárgyakból van arra lehetőség, hogy a hallgatók az érdeklődési körüknek megfelelően bővítsék ismereteiket.

**TOVÁBBTANULÁSI LEHETŐSÉGEK  
AZ ALAPSZAK ELVÉGZÉSE UTÁN  
MESTERSZAKON**

Az alapszakon végzett hallgatók mesterszakon folytathatják tanulmányaikat. Az alapképzés három tudományterület kapcsolatán



keresztül került elsajátításra. Az alapképzésben végzett hallgatók a specialitásuknak megfelelően Intézményünkben tovább folytathatják magasabb szinten, mesterszakon a tanulmányaikat, így az agrárképzés mellett a **mezőgazdasági vízgazdálkodási mérnöki és a környezetgazdálkodási agrármérnöki** mester szakokon. A szakon végzett azon hallgatók, akik a kutatás, a tudomány iránt elkötelezettek a tanulmányaikat a Wittmann Antal Növény-, Állat- és Élelmiszer- tudományi Multidiszciplináris Doktori Iskolában folytathatják, mely négy éves. A tanszék igen vonzó a PhD képzést választó hallgatók körében. A képzésre az ország számos egyetem, különböző szakjain végzett hallgatók jelentkeznek.

### Mezőgazdasági vízgazdálkodási mérnöki mester (MSc) szak

A mezőgazdasági vízgazdálkodási mérnöki mesterszak új szakként került bevezetésre. Először 2019-ben vett fel hallgatókat a Kar. A képzés bevezetését indokolta, hogy irántuk országosan jelentős a kereslet, mely megmutatkozott a végzett hallgatók gyors elhelyezkedésében. A négy szemeszteres (két éves) szak nappali és levelező képzésben indult.

A képzés célja, olyan mezőgazdasági vízgazdálkodási mérnökök képzése, akik a mesterképzésben megszerzett ismeretek birtokában képesek a vízgazdálkodás szakterületén belül a fenntartható integrált vízgazdálkodás eszközrendszerének kreatív mérnöki alkalmazására. A képzettségük birtokában magas szinten képesek együttműködni szakterületükhöz kapcsolódó hazai és nemzetközi feladatok megoldásában. Alkalmasak a tervező-fejlesztő mérnöki, kutatói, illetve vezetői

munkakörök betöltésére. Felkészültek tanulmányaik doktori képzésben történő folytatására. A képzés tantárgyai az alapismeretek csoportjában kerültek bemutatásra.

**Természettudományos:** Vízkémia, Alkalmazott hidrológia, Hidrobiológia, Klimatológia

**Mezőgazdasági:** Öntözéses gazdálkodás, Precíziós mezőgazdaság, Hidrokultúrás rendszerek, Talajfizika, Kolloidika, Birtoktervezés és birtokrendezés, Hullámtéri gazdálkodás

**Vízgazdálkodási:** Integrált vízgazdálkodás, Belvízgazdálkodás, Vízgazdálkodási információs rendszerek, Vízszolgáltató rendszerek, Vizes élőhelyek kezelése és hasznosítása, Melioráció, Hidraulika, Vízgazdálkodási monitoring, Hidroökonomia, Vízpolitika, vízjog

**Műszaki:** Hidrológiai térinformatika és távérzékelés, Mezőgazdasági vízgazdálkodási tervezés és kivitelezés, Vízkezelési technológiák

### Környezetgazdálkodási agármérnöki mesterszak (MSc)

A Környezetgazdálkodási agármérnöki mesterszak indítását magyar és angol nyelven, nappali és levelező képzésben a Magyar Akkreditációs Bizottság 2009-ben engedélyezte. A képzés 4 féléves, mely 4 hetes nyári szakmai gyakorlat elvégzéséhez kötött. A szűk régió igen fejlett mezőgazdasági és ipari üzemekkel rendelkezik, ennek megfelelően a gyakorlati képzésbe bevont szakembereikkel sikerült megvalósítani a képzést. A végzett hallgatóink iránti széleskörű kereslet, biztosítja a jó elhelyezkedést.

A szakon végzettek, a széleskörű tanulmányaik következtében alkalmasak: önálló, környezetszemléletű gazdálkodásra, korszerű mezőgazdasági, ipari és környezetvédelmi technológiák alkalmazására, fejlesztésére, tervezésére és ellenőrzésére, vállalatok

környezetirányítási rendszerének fejlesztésére, települési környezetgazdálkodási, hulladékgazdálkodási feladatok tervezésére, irányítására, az agrár-környezetgazdálkodási célprogramok térségi, települési és birtok szintű adaptációjára, valamint szaktanácsadásra, ellenőrzésre.

### **A szakokon nagy hangsúlyt adunk a gyakorlati képzésre**

A képzés során nagy hangsúlyt fektetünk arra, hogy a hallgatók minél szélesebb gyakorlati ismerettel rendelkezzenek. A gyakorlati képzésben nagy segítséget jelent, hogy lehetőségünk van arra, hogy a régió mezőgazdasági, vízgazdálkodási és a környezetvédelem területén magas technikai szinten lévő termelő üzemekkel létesítettünk együttműködési szerződéseket. Fontosabb partnereink: a mosonmagyaróvári Aqva (szennyvíz, biogáz, ivóvíz), Rekultiv (hulladékkezelés), Győr-Szol (hulladékkezelés, hasznosítás), Büchl Hungaria (hulladék, emulzió...kezelése, hasznosítása), Bácshal (halászat), Komárom Solum (mezőgazdaság, öntözés), Berzence Solanum (mezőgazdaság), Lébényi Zeiler

Hungária Kft (hidrokulturás növénytermesztés), amelyek munkahelyet is biztosítanak. A külső tanszékünkön az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság széleskörű elméleti és gyakorlati képzési lehetőséget biztosít. A karunk több mint 500 hektáros tangazdasága, valamint országosan is egyedülálló mintagazdasági hálózata szintén hallgatóink rendelkezésére áll. A gyakorló helyen a jól teljesítő hallgatóinknak lehetőséget biztosítanak az ottoni munkavégzésre. Az 5. kép mutatja a Solumban lineárral történő öntözést.

### **Kutatás**

A Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszék kutatásai felölelik a komplex környezeti, vízgazdálkodási rendszerek számos abiotikus (a talaj kémiai és fizikai tulajdonságai, meteorológiai tényezők, hidrológiai viszonyok) és biotikus (gyomnövények, természetű növények, kártevők) összetevőjének vizsgálatát. Köszönhetően a tanszék munkatársai sokrétű tudományos képzettségének és érdeklődésének lehetőség nyílik a felvetődő problémák multidiszciplináris megközelítésére.





A tanszék másik fő kutatási tevékenysége az ipari hulladékok mezőgazdasági hasznosítása: az ipar számos területén keletkező réz- és cink tartalmú hulladékok komplex vegyület formában történő kinyerése és növényi tápanyagokként történő felhasználása. A cél a megfelelő beltartalmú, funkcionális élelmiszer előállítása.

A tanszék oktatói és kutatói széles területen végeznek kutatásokat. A kutatási és fejlesztési tevékenység (K+F tevékenység) kiemelten fontos a tanszék életében. A kutatások révén a nemzetközi tudományos életbe történő bekerüléssel az oktatók és kutatók jelentős tudományos tapasztalatokra tesznek szert, a tudományos eredmények átadásával a kutatásban részt vevő partnerek egymást segítik a jobb eredmények elérésében. Az 1990-es éveket követően a tanszék külföldi kutatási kapcsolatai felgyorsultak. A hazai kutatási pályázatok ( OTKA, Minisztériumi megbízások) mellett a külföldi ( EU-s pályázatok; Inco-Copernicus, Leonardo Da Vinci, Interreg III/A. Huskua 2/158, Husk/09/01/1.2.1/0010, ECOSOILREM

HUSK/111/1.2.1/148, SKHU/1802/3.1/023 CO-INNOVATION) kutatási pályázatok száma növekedett. A nagyszámú kutatások eredményeként a tanszék műszer állománya nagyot javult, mely maga után vonzotta, hogy még több kutatási területre sikerült eredményesen pályázni.

### Tanszéki kutatási csoportok, területek

**Vízgazdálkodási:** Kiemelt területünk a vizek nano levegő buborékokkal való dúsítása és annak hatásainak vizsgálata. A szennyvizek, komposztok, hígtrágyák hasznos és káros anyagainak vizsgálata a mezőgazdasági felhasználhatóság céljából (hormon, gyógyszer maradék). Öntözés, öntözővizek összetétele, hatása a talaj összetételére (6. kép).

### Meteorológiai

A Tanszék meteorológiai csoportjának kutatásai elsősorban az éghajlati változékonyság és az éghajlatváltozás mezőgazdasági termelésre gyakorolt hatásainak feltárására irányulnak.

Az éghajlatváltozás regionális következményeinek elemzése mellett fontos a makro- és mikroklíma kapcsolatának viszonyaira gyakorolt számszerűsítése. Nagy hangsúlyt helyezünk a szélsőséges meteorológiai viszonyok, kiemelten az aszályhelyzet alakulásának és ökológiai következményeinek tanulmányozására.

### Tápanyaggazdálkodási

Talajösszetétele alapján történő makro-, és mikroelem tápanyagpótlás hatása a minőségi élelmiszer termelésre. Új típusú mikroelem, – komplex vegyületek előállítása és lombtrágyakénti felhasználása növényvédelmi és táplálási célból (7. kép).

### Hulladék gazdálkodási és hasznosítási

Mezőgazdasági és ipari hulladékok hasznosítása talajszerkezet és növénytaplálási célból. Kiemelten foglalkozunk a mikroelektronikai-, növényolajipari - (hamu), szeszgyári- (vinasz), mind szélesebb körű alkalmazására.

### Szigetközi

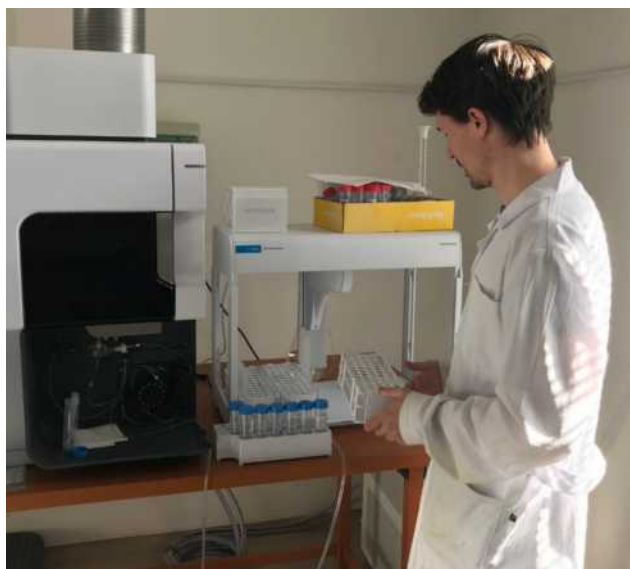
A Szigetköz talajainak vízellátottsága, talajok vízmegtartó képességének vizsgálata. A gyomflóra és az invazív fajok megjelenése, terjedése.

### Főbb elnyert pályázatok

INCO-COPERNICUS / Osztrák, Szlovák, Dán partnerekkel (EU) Mikroelektronikai hulladékok hasznosítása. 1997-2000.

LEONARDO DA VINCI / Szlovák, Dán, Angol, Szlovén partnerekkel (eu). Környezetvédelmi szakkönyvek írása. 1999-2003.

INTERREG III/A. HUSKUA 2/158 / Osztrák, Szlovák, Angol, Dán partnerekkel (EU). Hulladékok hasznosítása. 2006-2008.



HUSK/09/01/1.2.1/0010, A regionális források felhasználása az egészségmegőrző funkcionális élelmiszerek előállítására (EU) 2010-2013.

ECOSOILREM HUSK/111/1.2.1/148 / Szlovák partnerekkel (EU) Szennyvíz-iszapok mezőgazdasági felhasználása 2012-2015.

A SZIGETKÖZ TÉRSÉG KÖRNYEZETI MEGFIGYELÉSÉVEL KAPCSOLATOS FELADATOK  
Finanszírozó: Vidékfejlesztési Minisztérium, 2018-2022.

AGROTECHNIKAI ÉS ABIOTIKUS TÉNYEZŐK HATÁSA A MAGYARORSZÁGI SZÓJA- ÉS OLAJTÖK-VETÉSEK GYOMNÖVÉNYZETÉRE  
Finanszírozó: NKFI-6, 2016-2020.

INTERREG V-A SZLOVÁKIA-MAGYARORSZÁG EGYÜTTMŰKÖDÉSI PROGRAM KERETÉBEN MEGVALÓSULÓ SKHU/1802/3.1/023 CO-INNOVATION  
Eu-s pályázat. Mezőgazdasági, ipari hulladékok hasznos elemeinek tápanyagkénti felhasználása, körforgásos gazdálkodás megvalósítására. Funkcionális élelmiszerek beltartalmi értékeinek javítása, magasabb antioxidáns-tartalmú termékek előállítása

## A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG XL. ORSZÁGOS VÁNDORGYŰLÉSE (GYŐR, 2023. JÚLIUS 5-7.)

Társaságunk XL. Országos Vándorgyűlését a Győri Területi Szervezettel közösen Győrben, a Széchenyi István Egyetemen rendezük meg 2023. július 5-7. között.

A Vándorgyűlésen a korábban jelzett 6 témakörben (vízkárelhárítás, vízkészlet-gazdálkodás, területi vízgazdálkodás, települési

vízgazdálkodás, vízépítés és hidrológia, hidraulika, numerikus modellezés szakterületen rendezünk szekcióüléseket. A meghirdetett határidőig 150 dolgozattal érkezett jelentkezés, ami jel-

zi, hogy a Vándorgyűlés iránti szakmai igény változatlan jelentőségű.

A dolgozatokat 2023. május 2-ig kellett elkészíteni és beküldeni a rendezveny@hidrologia.hu címre. A dolgozatok elkészítéséhez a formai követelmények az alábbi linken érhetőek el: [http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/dolgozatok\\_formai\\_kovetelmenyei-2023.pdf](http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/dolgozatok_formai_kovetelmenyei-2023.pdf) Az egyes szekciókba írásban benyújtott valamennyi dolgozatot megjelentetjük a Vándorgyűlés ISBN számmal rendelkező digitális kiadványában és előzetesen – a Vándorgyűlés előtti héten – közzétesszük.

Célul tűztük ki, hogy a tavalyi évhez hasonlóan a helyszínen kevesebb előadás hangozzék

el, egy-egy előadásra több idő jusson, legyen idő a kérdésekre, hozzászólásokra, esetleges vitára, „lazább” legyen az időbeosztás, több idő jusson a személyes beszélgetésekre, kommunikációra. A Vándorgyűlés időbeosztását, programjait idén is ezekhez a célkitűzésekhez igazítjuk.



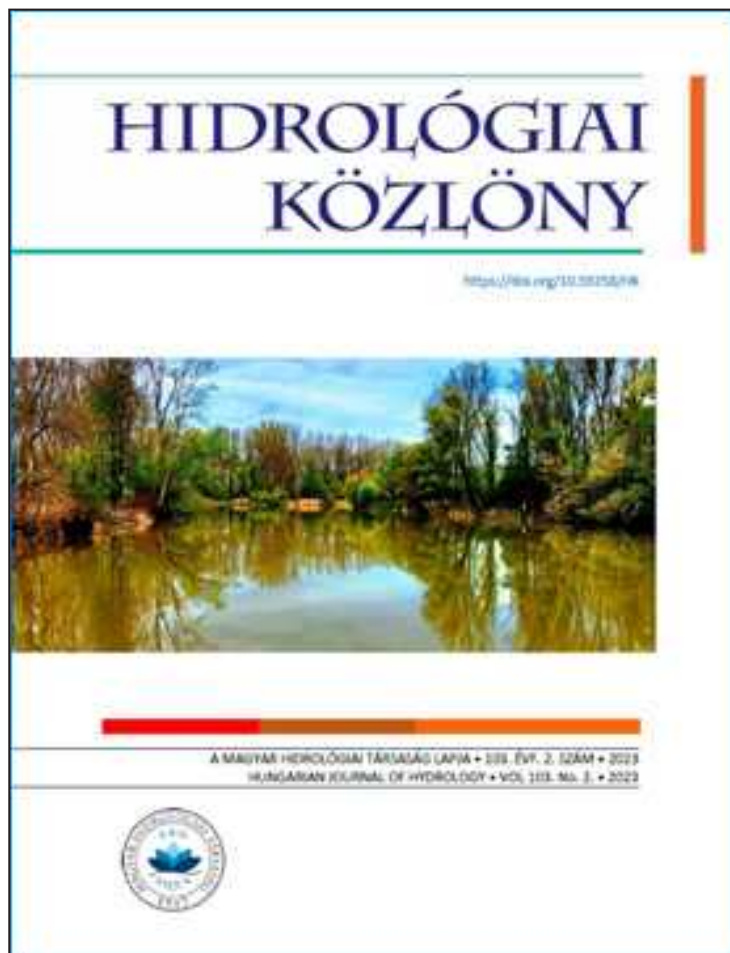
A helyszínen előadásra kerülő dolgozatokat a szekció társelnökök választják ki a beérkezett írásos anyagokból. A szekcióüléseken 8-10 kiválasztott előadás teljes terjedelmű bemutatására, a továb-

bi előadások összefoglalására, kérdésekre és vitára kerül sor.

A Magyar Mérnöki Kamara 2023-ban is elismeri a Vándorgyűlést szakmai továbbképzésként. Ennek részleteiről a továbbiakban, az MHT honlapja útján adunk tájékoztatást. A rendezvény idejére szakmai kiállítást és helyi programot, a harmadik napon pedig tanulmányi kirándulást szervezünk. Ezek részletes programját a Vándorgyűlés részvételi jelentkezési lapjával együtt az MHT honlapján ([www.hidrologia.hu](http://www.hidrologia.hu)) ismertetjük.

*Előkészítő Bizottság*

# BEMUTATKOZIK A HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY



A **Hidrológiai Közlöny** (HK) a Magyar Hidrológiai Társaság 1921-től folyamatosan megjelenő magyar nyelvű, ám angol címet, összefoglalót, táblázat- és ábrafeliratot is tartalmazó folyóirata, egyike Európa legrégebb víz tudományokkal foglalkozó szakmai lapjainak. A negyedévente, nyomtatott és elektronikus formában (<https://tinyurl.com/556exrhn>) is elérhető HK az MTA értékelése szerint a legmagasabb „A” minősítéssel rendelkezik.

A HK-ban megjelenő közlemények 2023-tól már saját DOI számmal rendelkeznek és az Open Journal Systemben (OJS) könnyen hivatkozhatók és kereshetőek lesznek.

A szerzők magyar és angol nyelvű bemutatása belekerül az OJS rendszerébe és amennyiben ORCID számmal rendelkeznek, úgy a közlemény automatikusan megjelenik az ORCID adatbázisban is.

A **HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY** a **SAZAKIKKÉK ROVATBAN** első sorban hidrológiával, vízgazdálkodással és a kapcsolódó szakterületeket érintő tudományos megalapozottságú szakmai közlemények megjelentetésére ad teret. Ezek mellett a **FÓRUM** rovatban lehetőség van szakmai érdekességek, újdonságok közzétételére is. A **TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP** rovatban a régmúlt vízügyi eseményeinek állítunk emléket. Módot adunk továbbá szakkönyvek bemutatására a **KÖNYVISMERTETÉS** rovatban. Tekintse meg legfrissebb számunkat a Hidrológiai Közlöny ([mtak.hu](http://mtak.hu)) oldalon is.

Örömmel fogadunk közleményeket a vízgazdálkodás teljes területéről. Kérjük, a kézirat készítésekor tanulmányozzák a részletes közlési útmutatót ([http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/hk\\_kozlesi\\_utmutato.pdf](http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/hk_kozlesi_utmutato.pdf)). A közleményeket a [hk@hidrologia](mailto:hk@hidrologia) címre kérjük eljuttatni. A [http://www.hidrologia.hu/mht/index.php?option=com\\_jellap15&Itemid=209](http://www.hidrologia.hu/mht/index.php?option=com_jellap15&Itemid=209) címen található űrlap kitöltésével és visszaküldésével megrendelhető nyomtatott formában a Magyar Hidrológiai Társaság szaklapja, a Hidrológiai Közlöny.

dr. Major Veronika  
főszerkesztő  
**Hidrológiai Közlöny**

## BESZÁMOLÓ A 2023. MÁRCIUS 30. DULOVICS JUNIOR SZIMPÓZIUMRÓL

Idén is megrendezésre került a Dulovics Junior Szimpózium. Három szekcióban 15 előadó 12 előadását hallgattuk meg. A munkákat egy 5 tagú szakmai zsűri értékelte.

- Farkas Egonné Zsuzsa: DMRV Zrt., MMK Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozat
- Kassai Zsófia: Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep
- Dr. Bakos Vince: BME Alkalmazott Biotechnológiai Tanszék
- Goda Zoltán: NKE Víz tudományi Kar
- Dr. Hajnal Géza: BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék



### AZ IDEI ÉV NYERTESEI:

#### Legjobb előadás fődíj nyertese:

**Gazda Fanni.** Előadása címe: Csapadék-lefolyás modellezés a Rinya-patak vízgyűjtőjén. Díjazás: Pureco-TLD Kft. felajánlásából részvétel egy osztrák szakmai konferencián az ÖWAV/EWA szervezésében, MaSzeSz

felajánlásából budapesti fürdőbelépő. A díjakat Varga Laura, a MaSzeSz Jurta Elnöke, Kovács Károly a MaSzeSz Elnöke és Farkas Egonné Zsuzsa adta át.



#### Legjobb előadó díj nyertese:

**Farkas Veronika.** Előadás címe: Városi szennyvizek összetételének a változásai a COVID 19 járványhelyzettel kapcsolatos lezárások alatt. Díjazás: ÉRV Zrt. felajánlásából szállás 2 éjszaka 4 fő részére Mihálygyergén, MaSzeSz felajánlásából budapesti fürdőbelépő.

#### Legjobb téma díj nyertese:

**Decsi Bence.** Előadás címe: Vízfolyások, felszín alatti vizek és part menti sávok: ökoszisztéma szolgáltatások és területhasználati konfliktusok a Duna vízgyűjtőn. Díjazás: ÉRV Zrt. felajánlásából szállás 2 éjszaka 4 fő részére Lázbercen, MaSzeSz felajánlásából budapesti fürdőbelépő.

**Magyar Mérnöki Kamara Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozat különdíj nyertese: Mészáros Nándor és Urbán Balázs Gyula.**

Előadása címe: Az úttestek felszínéről származó mikrogumi-szemcsék vizsgálata és csökkentési lehetőségei a csapadékvíz-elvezető rendszerekben. Díjazás: MMK különdíja, MaSzeSz felajánlásából budapesti fürdőbelépő.



**Közönségdíj nyertese:**

**Koppány Balázs.** Előadás címe: Sikeres vízipari és üzemeltetői partnerség Ghánában. Díjazás: GWP Magyarország Alapítvány felajánlásából 4 személyes Tisza-tavi

csónakázás, MaSzeSz felajánlásából budapesti fürdőbelépő.

Gratulálunk minden előadónak, és köszönjük a támogatóinknak és az összes résztvevőnek, hogy hozzájárultak a szimpózium megvalósulásához.



Külön megemlítenénk a kvízverseny nyertesait, akik nehéz szakmai kérdéseken átverekedve magukat törtek az élre. Emeljük kalapunkat! A fődíj, a Toray felajánlásával egy svájci bicska volt, a dobogósok továbbá értékes ajándékcsomagokat kaptak a Donauchemtől.

**Jövőre ismét találkozunk!**

*Üdvözlettel,  
Junior Elnökség*

**A 2023. évi Dulovics Junior Szimpózium támogatói:**





# VÁROSI SZENNYVIZEK ÖSSZETÉTELÉNEK A VÁLTOZÁSAI A COVID 19 JÁRVÁNYHELYZETTEL KAPCSOLATOS LEZÁRÁSOK ALATT

DULOVICS SZIMPÓZIUM LEGJOBB ELŐADÓ DÍJ NYERTESE: FARKAS VERONIKA

## BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

2020. év eleje gyökeres változást hozott szinte mindenki életébe. Évtizedek óta nem volt ehhez hasonló járvány Magyarországon és most azoknak is meg kellett tanulnia ezzel együtt élni, akik még nem láttak hasonlót. A COVID 19 felborította a mindennapjainkat, megváltoztak a munkába, iskolába járási szokások, az otthon és a szabadban töltött idő, az eddig sokszor természetesnek vett javak luxuscikkékké váltak és kiszámíthatatlanná vált minden, amit eddig biztosra vettünk.

A munkám során célom a Budapesti szennyvíz mennyiségi és minőségi változásainak feltérképezése a COVID 19 járvány következtében. A vizsgálatokhoz a Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep (továbbiakban BKSZTT) által regisztrált adatokat használtam fel.

A dolgozatom/munkám első része a szakirodalmi és elméleti áttekintést tartalmazza. Itt bemutattam a szennyvíztisztítás jogszabályi hátterét, a budapesti tisztító telepek kibocsátási határértékeit, valamint Budapest szennyvíz elvezető hálózatának részeit és a beérkező szennyvíz jellemző paramétereit. Emellett egy idővonalban bemutattam

a pandémia különböző hullámjainak intézkedéseit, amelyek a változások alapját képezték. A második részben az elemzést és kiértékelést végeztem, amelyben a BKSZTT-re érkező szennyvíz hozamát, koncentrációját és terhelését vizsgáltam. Az adatokat a Fővárosi Vízművek Zrt. biztosította.

A harmadik részben bemutattam és kiértékeltem a vízhasználati szokásokról szóló kérdőívet, melyet összesen 324 ember töltött ki. Végül összefoglaltam az eredményeket, levontam a következtetéseket és felvázoltam a kutatás további lehetőségeit.

## JOGSZABÁLYI HÁTTER

Az általános víziközmű-szolgáltatással kapcsolatos jogszabályok, mint például a 2011. évi CCIX. törvény és az 58/2013. (II.27.) Korm. rendelet, meghatározzák az ellátási felelősséget, a természeti erőforrások védelmét és a szolgáltatók közötti együttműködést. A vízminőség romlására reagálva az Európai Bizottság létrehozta a Víz Keretirányelvet, amelynek célja, hogy az európai vizeket „jó” állapotba hozza. A Víz Keretirányelv mellett a Vízgyűjtő Gazdálkodási Terv is segíti

Paraméter	BOI <sub>5</sub>	KOI	TSS	N-NH <sub>4</sub>	TN	TP
Mértékegység	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Határérték	25	125	35	5	30 (10!)	2 (1!)

**1. ábra** Jogszabályi kibocsátási határértékek  
(forrás: 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet)

a víztestek terhelhetőségének meghatározását és a hosszú távú megőrzést. A BKSZTT kibocsátási határértékeiről (amelye értékeit az alábbi táblázat mutatja) és alkalmazásáról információk találhatóak a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendeletben.

### A BKSZTT JELLEMZÉSE

Magyarország szennyvíztermelése az elmúlt évtizedben a lakosság csökkenésével párhuzamosan csökkent. Az emberek környezettudatosabb életmódja is hatással van a szennyvíz mennyiségére és minőségére. Az ipari tevékenység és gyárak működése szintén jelentős szerepet játszik ebben. A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep a legnagyobb kapacitású telep az országban, ahol mechanikai és biológiai tisztítás is történik.

A BKSZTT-n első lépésként mechanikai tisztításra kerül sor, amely során a szennyvízből eltávolítják a nagyobb szilárd anyagokat, például az uszadékot, a homokot és a szerves hulladékokat. Ezután következik az előüleltetés, ahol a szennyvízben található kisebb részecskék leülepednek és leválasztásra kerülnek.

A második tisztítási fázisban a szennyvíz biológiai folyamatokon megy keresztül, ahol a mikroorganizmusok lebontják a szerves anyagokat és a szennyeződéseket. Ezáltal csökkentik a vízben található szerves anyagok és tápanyagok koncentrációját, ami a befogadó számára kevésbé terhelővé teszi a szennyvizet.

A telep területe teljesen fedett, emellett egy komplex légkezelő rendszert alkalmaznak, amely segít csökkenteni a szag- és légszennyezést. Ezáltal minimalizálják a telep környezetre gyakorolt lehetséges hatásait.

A BKSZTT számos területről és településről kapja a szennyvizet. Budapestről az V., VI., VII., VIII., IX. kerületek teljes területéről, valamint a X., XIII., XIV., XVIII., XIX. és XX. kerületek bizonyos részeiről érkezik szennyvíz. Emellett Nagykovácsi, Remeteszőlős és Budaörs szennyvizét is a BKSZTT-re juttatják tisztítás céljából.

### AZ ÁLTALAM VIZSGÁLT PARAMÉTEREK

A szennyvíz minőségét hat fő paraméter alapján szokás nyomon követni. Ezek a paraméterek a következők:

**Biológiai oxigénigény (BOI5):** A BOI5 a biológiailag lebontható szervesanyagok mikrobiális lebontásához szükséges oxigénfogyasztást jelenti meghatározott idő alatt és hőmérsékleten.

**Kémiai oxigénigény (KOI):** A KOI a szennyvízben lévő szerves anyagok oxidálószerrel végzett nedves oxidációja során elfogyasztott oxigén mennyiségét jelzi. A KOI érték nagyobb lehet, mint a BOI, és segítségével megállapítható, hogy mennyi nehezen lebomló szerves anyag van jelen a szennyvízben.

**Összes lebegő anyag tartalom (TSS):** A TSS a vízben vagy szennyvízben lévő lebegő anyag tömegét jelenti. A magas TSS érték hatással lehet a víz zavarosságára, a hőmérsékletére és az oldott oxigénszintre.

**Összes nitrogén és ammónium-nitrogén tartalom (TN és N-NH<sub>4</sub>):** A szennyvízben jelen lehet szerves és szervetlen formában is a nitrogén. A nitrogénformák eltávolítása fontos a nitrátok és az eutrofizáció megelőzése érdekében.

**Összes foszfor tartalom (TP):** A foszfor az élő szervezetek alapvető építőeleme, de túlzott mennyiségben felboríthatja a biológiai egyensúlyt.

## AZ ISMERT ÉS AZ ISMERETLEN VÁLTOZÁST OKOZÓ TÉNYEZŐ – A PANDÉMIA

A globális felmelegedés, a népesség növekedés, a klímaváltozás és ezek vele járói azt eredményezték, hogy a korábbi évek-évtizedek tervezési valószínűségei már nem aktuálisak, és a működő infrastruktúrát új kihívások elé állították. A vízhálózatok és szennyvíztisztító telepek méretezését és üzemeltetését rugalmasabbá és fenntarthatóbbá kell tenni, hogy alkalmazkodni tudjanak a változó környezeti körülményekhez és vízhasználati igényekhez. Ezek az ismert és valamelyest kiszámítható hatású események állandó részét képezik a gondolkodásunknak.

A COVID-19 járvány egy váratlan és teljesen új esemény volt az életünkben, amely jelentős hatást gyakorolt Magyarországra is. Az első hullám 2020 tavaszán kezdődött, a kormány számos intézkedést hozott a járvány terjedésének lassítása érdekében. Az első hullámot sikeresen kezelték, majd ősszel érkezett a második hullám. Az oltási kampány 2020 decemberében indult, prioritást élveztek az egészségügyi dolgozók, idősek és krónikus betegek. Az oltási kampány sikeres volt, és a harmadik hullám hatása is mérséklődött. Az országban enyhítések történtek, de a COVID-19 Delta variánsa okozott némi aggodalmat.

A vízhasználati szokások és szennyvíztermelés is változott a pandémia alatt. Az otthoni vízhasználat nőtt, de az ipari és kereskedelmi szektorokban csökkent. A fokozott higiéniai intézkedések hatására a szennyvízben magasabb koncentrációban jelentek meg fertőtlenítőszeres és tisztítószeres maradványai. A pandémia és a kormány intézkedései miatt fontos figyelemmel kísérni és értékelni ezeket a változásokat a vízgazdálkodás területén,

valamint megtenni a szükséges lépéseket a jövőbeni működés optimalizálása érdekében.

## ADATELEMZÉS MÓDSZERTANA

A Fővárosi Vízművek Zrt.-től kapott nyers adatokat elemeztem, kiszűrtem a valószerűtlen értékeket, majd rendszereztem azokat. A koncentráció és terhelés adatok kiértékelésére vegyes diagramokat használtam (oszlop és vonal kombináció), mivel ezáltal a diagramok átláthatóbbak lettek, jobban elkülönültek a pandémia előtti és alatti időszak adatai. Emellett a diagramjaim általában nem a nulla értéktől kezdődnek, mivel a céljuk nem a konkrét értékek nagyságrendjének bemutatása, hanem az időszakok közötti változások szemléltetése, melyet így sokkal hatékonyabban tudtam ábrázolni.

Áttekintettem a szennyvíztisztítási jogszabályokat és a minőségi paramétereket. Jelenlegi helyzetképet adtam a főváros szennyvízelvezetéséről. Elemzést végeztem a BKSZTT vízhozam, koncentráció és terhelés adatain. Felmértem a lakossági vízfogyasztási szokásokat és annak változásait, mindezt egy anonim kérdőív elkészítésével végeztem, amit főként közösségi média platformokon terjesztettem. Végezetül mindezeket figyelembe véve kerestem az összefüggéseket a pandémia időszakai és a BKSZTT-re érkező szennyvíz változása között.

## BEÉRKEZŐ SZENNYVÍZHÓZAM ALAKULÁSA

A telep 2010-ben készült el, és az adatgyűjtésem 2011-től kezdődik. Az első években azonban nem érdemes külön beszélni a hozamok alakulásáról, mivel ezek az évek átmeneti időszakot jelentettek, amikor változott,

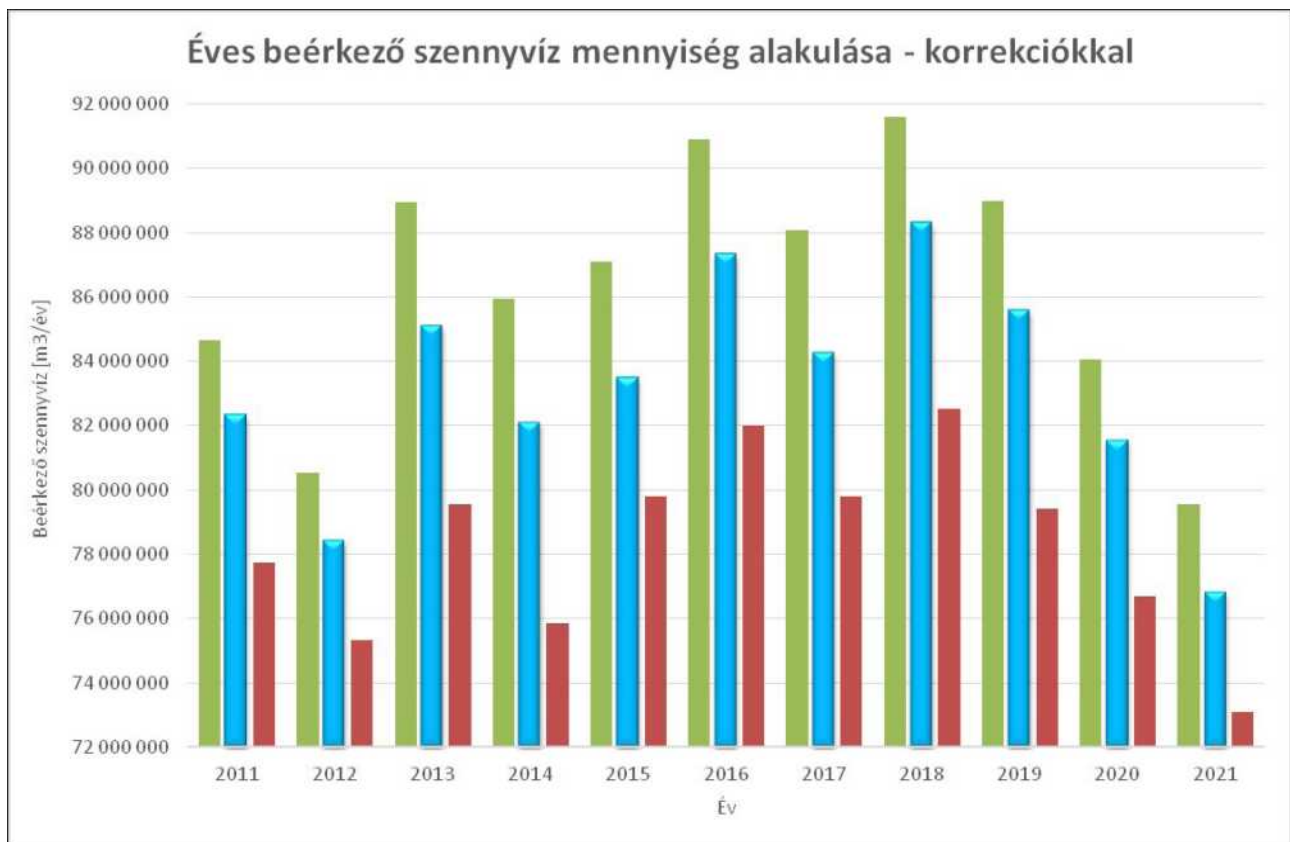
hogyan és mennyi szennyvíz érkezik a telepre, valamint még tartottak a kiegészítő telepi munkálatok is.

2013 után évente szinte rendszeres váltakozás figyelhető meg az éves hozamokban, egyik évben kevesebb, másik évben nagyobb mennyiségekkel kell a telepnek megbirkóznia. Ki kell emelni a 2016-os és 2018-as éveket, amikor kiugróan magas hozamokat regisztráltak. 2019-ben azonban a hozamok csökkentek az előző évhez képest, majd a pandémia időszakában (2020-2021) jelentős csökkenés volt megfigyelhető a beérkező szennyvíz mennyiségében. Ez az időszak volt a telep teljes kiépítettsége óta a legalacsonyabb hozamú. 2020-ban összesen 84 041 911 m<sup>3</sup> szennyvíz érkezett, ami közel 2 millió m<sup>3</sup>-el kevesebb a korábbi minimumhoz

képest (2014-ben 85 950 944 m<sup>3</sup>). A legalacsonyabb beérkezett mennyiség azonban a 2021-es évben volt, mindössze 79 555 570 m<sup>3</sup> hozammal.

### BEÉRKEZŐ HOZAMOK KORRIGÁLÁSA A CSAPADÉKOS NAPOK HOZAMAINAK, A SZÁRAZ IDEI NAPOK HOZAMAINAK ÁTLAGÁVAL VALÓ HELYETTESÍTÉSSEL

A beérkező szennyvízmennyiségeket a csapadékesemények jelentősen befolyásolják, ezért szükséges korrekciót végezni rajtuk. Csapadékos napokon a csapadék és a szennyvíz keveredik az egyesített rendszerű csatornahálózaton keresztül. Kétféle korrekciót végeztem el, ami közül a másodikkal számolok a továbbiakban, mivel az pontosabb eredményre vezetett.



**2. ábra** A két korrekciós módszerrel kapott eredmények az összes beérkező hozamhoz képest  
forrás: saját készítés

Különbség	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Minimum	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
Átlag	4 404	4 579	8 861	8 908	7 265	8 679	8 582	7 752	8 107	6 346	6 563
Maximum	50 937	91 037	126 013	235 080	132 210	152 910	251 730	160 283	131 171	284 546	167 168
Szum	2 322 336	2 110 379	3 858 486	3 847 033	3 596 677	3 569 138	3 802 326	3 302 196	3 400 103	2 503 830	2 753 510

### 3. táblázat

2011-2021 közötti BKSZTT-re érkező szennyvíz hozamok záporkiömlővel együtt számolt és az azt mellőző értékeinek különbsége  
forrás: saját készítés

Az alábbi összesítő oszlopdiagramon (2. ábra) látható balról jobbra haladva:

- az összes telepre érkező szennyvíz mennyiség (zöld)
- az 1. módszerrel a záporkiömlőre kerülő mennyiségek leválasztásával kapott hozamok (kék)
- a 2. módszerrel a csapadékos napok leválasztásával és a száraz idei napok átlagával való pótlásával kapott hozamok (vörös)

Az összesített adatok alapján megerősödik az a feltételezés, hogy a pandémia idején csökkent a telepre érkező szennyvíz mennyisége. A kisebb mennyiségű beérkezés a szennyvízhálózat és a tisztítótelep kapacitás kihasználtságának csökkenését eredményezi. Emellett az ingadozó hozamok nagyobb hidraulikus terhelést jelentenek a rendszer számára. Ha ezek a körülmények tartósan fennállnak, akkor a telep túlméretezetté válik, ami gazdasági szempontból sem előnyös. Érdeemes figyelemmel kísérni a jelenlegi és a jövőbeli trendeket annak érdekében, hogy megállapítsuk, ez a változás tartós lesz-e, vagy visszatérünk a pandémia előtti állapotokhoz. Az alábbi táblázat (3. táblázat) számszerűen mutatja a korrekció nélküli és korrekciós hozam adatok különbségeit, azaz a záporkiömlőn éves szinten elfolyó, megfelelő hígítású

(de nem a teljes mechanikai és biológiai rendszeren átmenő) szennyvizek mennyiségét, ami a Dunába kerül. Az összesített részből látható, hogy a pandémia idején ez a mennyiség jóval kisebb volt. A Duna ökoszisztémájának fenntartása és környezetvédelmi szempontból ez egy kifejtetten előnyös változás. A megelőző évekhez képest nagyságrendileg 1 millió m<sup>3</sup>-rel kevesebb hígított szennyvizet juttattunk a Dunába a pandémia éveiben.

### KONCENTRÁCIÓ ÉRTÉKEK ALAKULÁSA

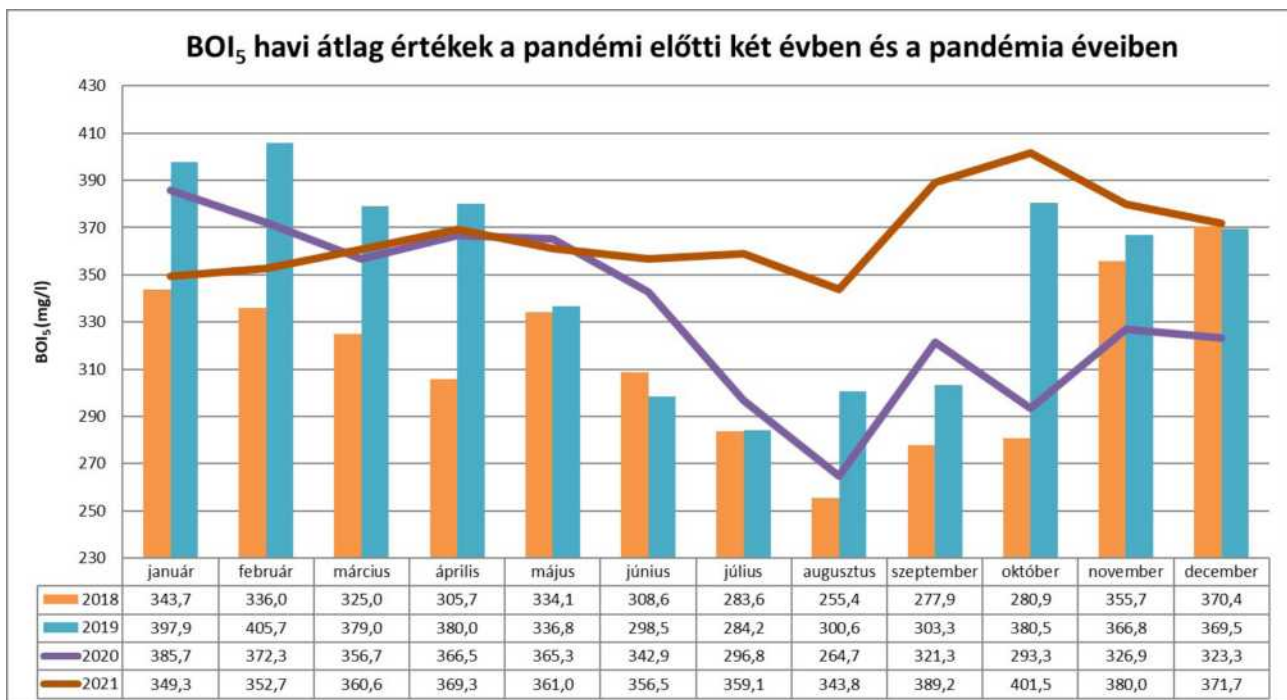
A szennyvíz minősége a koncentrációs értékek alapján értékelhető. A kevesebb szennyvíz beáramlása miatt alacsonyabb sebességű áramlás alakul ki a csatornában, ami hosszabb tartózkodási időt és a szennyvíz rothadását eredményezi. A telep biológiai rendszere a kisebb mennyiségekre szabályozódik, de a nagyobb terhelések felboríthatják az egyensúlyt. A városi szennyvizek minőségi jellemzése érdekében a csapadék korrekciót itt is elvégeztem és csak a száraz idei szennyvizet használtam. A KOI, BOI5, TSS, NH4-N, TN és TP értékek alakulásának diagramjai közül cikkemben csupán egyet jelenít meg, a többi a diploma dolgozatomban fellelhető.

A pandémia előtti adatok alapján látható, hogy a KOI és BOI értékek hasonló trendet

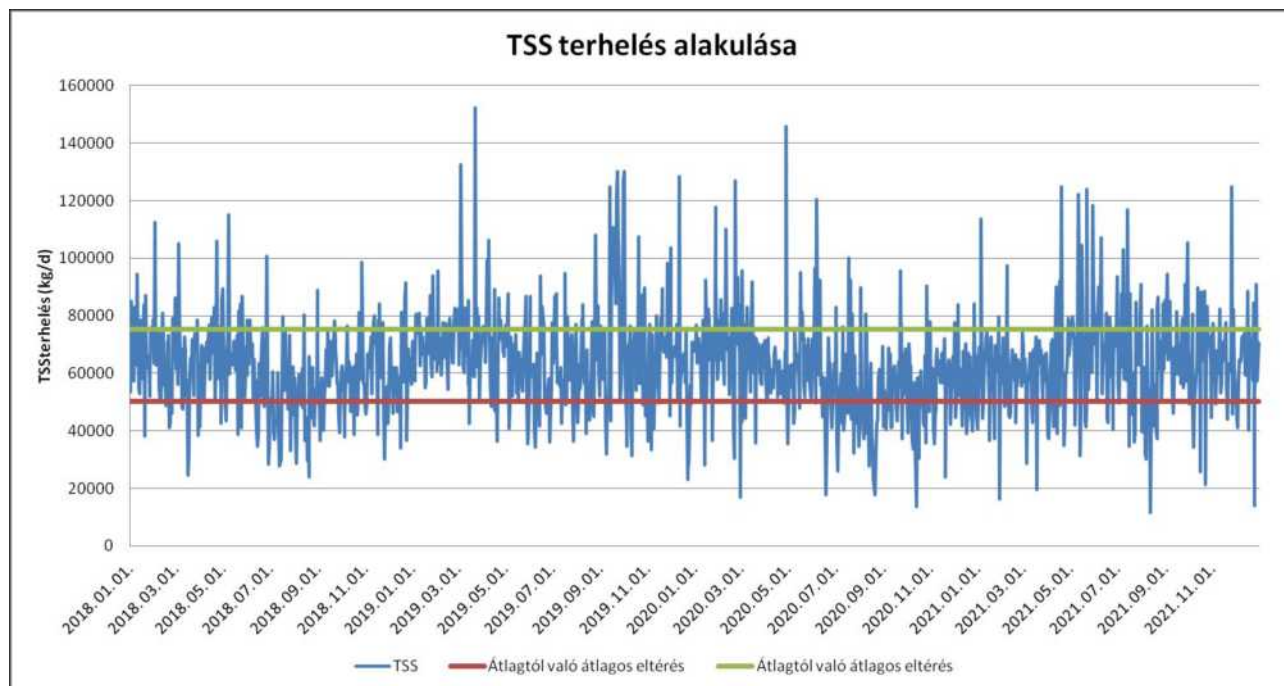
mutatnak. A téli és hidegebb hónapokban magasabb koncentrációkat figyelhetők meg, míg nyáron és melegebb időszakokban alacsonyabb értékek voltak tapasztalhatók. Ennek oka részben a szennyvíz minőségének hőmérsékletfüggése (magasabb hőmérsékleten kedvezőbb a mikroorganizmusok működése), valamint az, hogy nyáron általában kevesebb szennyvíz keletkezik, mivel a tanulmányi szünet miatt az oktatási intézményekben és a nyaraló lakosság miatt is csökken a terhelés a fővárosban. Az első évben, a pandémia idején viszont júniusig szinte állandóak voltak a KOI értékek, míg a BOI értékek augusztusig szinte változatlanok maradtak. A KOI értékek júniustól, a BOI értékek májustól erőteljesen csökkenni kezdtek, majd szeptember és november között néhány kiugrás mellett folyamatosan csökkentek. 2021 elején, a korlátozások időszakában a KOI és BOI értékek alacsonyabbak voltak

az előző évhez képest, de egyenletesen növekedtek egészen júniusig. Az nyári időszakban ismét csökkentek (bár minimálisan a BOI esetében), majd a nyár végével, a COVID és a korlátozások enyhülésével a KOI értékek magasabbak és emelkedő tendenciát mutattak, meghaladva az előző éveket és a pandémia első évét is. Utóhatásként jelentkezett a magasabb koncentráció a KOI és BOI értékek esetében.

Az összes lebegő anyag (TSS) tartalma esetén hasonló tendenciák voltak megfigyelhetők, de kevésbé voltak változékonyak a koncentrációk. A szennyvízben lévő lebegő anyagok tartalma érzékenyen reagált a járvány és az intézkedések hatására. A korlátozó intézkedések időszakában csökkent a TSS tartalom, valószínűleg az alacsonyabb szennyezés és a kevesebb emberi tevékenység következtében. Az intézkedések feloldása és a járvány utóhatásai azonban megemelték a lebegő



**4. ábra** BOI<sub>5</sub> koncentrációk alakulásának diagramja (a többi paraméter diagramja a diploma dolgozatban fellelhető)  
forrás: saját készítés



5. ábra TSS terhelés 2018-2021 között az átlagtól való eltérést bemutatva

anyagok tartalmát, amelyek meghaladták a korábbi értékeket.

Az ammónium-nitrogén (NH<sub>4</sub>-N) koncentrációk az évek során eltérő trendeket mutattak, de a pandémia végét követően magasabb értékek voltak megfigyelhetők.

Az összes nitrogén és foszfor koncentrációi hasonló változásokat mutattak az ammónium-nitrogénhez hasonlóan.

Összességében elmondható, hogy a pandémia hatással volt a szennyvízparaméterek alakulására, és a pandémia előtti és utáni időszakokban eltérő trendek voltak megfigyelhetők. A koncentráció értékek változásait az érkező szennyvíz hozamokkal együttesen érdemes vizsgálni, azaz fontos a terhelések kiértékelése is. Ennek részletezése szintén a diplomamunkámban tekinthető meg.

## TERHELÉS JELLEMZÉSE

A szennyvíztisztító telepek tervezése és üzemeltetése során két lényeges tényezőt kell figyelembe venni: hidraulikai terhelés és

szennyezőanyag-terhelés. A hidraulikai terhelés az érkező szennyvíz hozamokkal kapcsolatos, és fontos a napi ingadozások és kiugró értékek figyelemmel kísérése. A szennyezőanyag-terhelés magában foglalja a szerves anyagot, valamint a nitrogén- és foszforterhelést. A terhelési adatokat átlagtól való eltérésekkel szokás bemutatni, ahol a kiugró értékek gyakorisága befolyásolhatja a telep biológiai egyensúlyát. Ezt a TSS terhelés alakulásának példáján keresztül szemléltetem az alábbi (5. ábra) ábrán.

A biológiai szennyvíztisztítás során a C:N:P arány, azaz a szerves szén, a nitrogén és a foszfor aránya kritikus jelentőséggel bír a telep technológiájának felépítése és az üzemeltethetősége szempontjából. A tápanyagok mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya meghatározza a telep hatékonyságát és a biológiai folyamatok optimális működését. A vizsgált paraméterek terhelési diagramjainak külön elemzése a diploma dolgozatomban szerepel.

## KÉRDŐÍVES KUTATÁS ÉRTÉKELÉSE

A kérdőív célja az emberek szokásainak és viselkedésének felmérése volt a pandémia ideje alatt, különös tekintettel a vízhasználatra és a szennyvíztermelésre. Az adatok alapján megállapítást nyert, hogy a fővárosban kevesebb szennyvíz keletkezett a pandémia ideje alatt, de a szennyezőanyag koncentráció nem változott jelentősen. A fővárosból sokan kiköltöztek az agglomerációba vagy vidékre, ami a szennyvíz mennyiségének csökkenéséhez vezetett. Emellett az agglomerációban és vidéken megnőtt a lakosság, és ennek következtében növekedett a vízfogyasztás és a szennyvíz mennyisége ezeken a területeken. A kérdőívben személyes adatokra tartózkodási helyekre, valamint a vízhasználat szokásaira vonatkozó kérdések szerepeltek. A kitöltők között a legnagyobb arányban dolgozó felnőttek voltak jelen. A válaszadók között voltak, akik átestek a koronavírus fertőzésen enyhe vagy komoly tünetekkel.

Az emberek többsége betartotta az egészségügyi intézkedéseket, mint az egymástól való távolságtartás, a kézfertőtlenítés, a kézmosás és a maszkviselés. Azonban a kesztyűviselés, a termékek otthoni fertőtlenítése és a ruházat cseréje kevésbé volt jellemző. A vízhasználat tekintetében néhányan odafigyeltek a vízhiány idején, míg mások változatlanul, vagy csak kisebb mértékben változtattak a vízhasználatukon.

A pandémia alatt az ipari termelés mértéke általában csökkent, de néhány iparág, mint például a maszkok, gyógyszerek vagy vakcinák gyártása, fellendült. Az emberek napi vízfogyasztása és időbeli vízfogyasztása is megváltozott a pandémia hatására, aminek negatív hatása volt a szennyvíztelepek kapacitására. A kommunális szennyvíz minősége

is problémákat mutatott, különösen a nedves törlőkendők, élelmiszerhulladék, zsírok és olajok bekerülése miatt. Az eredmények azt jelzik, hogy fontos a társadalmi tudatosság és a megfelelő felvilágosítás a helyes szennyvízkezelés és a hálózat védelme érdekében.

## ÖSSZEFOGLALÁS:

Az elmúlt években, a járvány alatt számos tényező együttes hatásának eredményeképpen a csatornahálózatba jutó szennyvíz mennyiségek jelentősen lecsökkentek. Ennek következtében a száraz idei maximális vízhozam is kisebb értéket fog felvenni, és a terhelések is eltérnek a korábbi évek trendjétől. Ez azt jelenti, hogy a későbbi tervezési munkák és az üzemeltetés során figyelembe kell venni ezeket az új adatokat és feltételeket.

Az adatok elemzése során észleltem, hogy a beérkező hozamok 2018 után egyértelműen csökkenni kezdtek. A pandémia éveiben, különösen 2021-ben, a telep éves hozamai a minimum szintet érték el. Ez a csökkenés összhangban volt a járványügyi intézkedésekkel, a karanténokkal és a lakossági aktivitás visszaesésével.

A kutatás folytatásaként javasolt további adatokat és elemzéseket gyűjteni, például a telep üzembe helyezése óta eltelt időszakot vizsgálni és az idei évi adatokat felhasználni a járvány utóhatásának elemzéséhez. Emellett javasolt a lakossági szokások és életkörülmények részletesebb vizsgálata, valamint az ipari tevékenység nyomon követése is. Ezek az adatok és elemzések segítenek jobban megérteni, hogyan hatnak az előre nem látható események a szennyvíztermelésre és a szennyvíztisztító telepek működésére, és lehetővé teszik a tervezési folyamatok jobb alkalmazkodását a jövőbeli kihívásokhoz.



## A SZERZŐRŐL:



**Farkas Veronika:** 2020-ban kezdtem el dolgozni a Főmterv Zrt.-nél, ahol autópálya víztelenítéssel és vízépítési feladatok tervezésével kezdtem el ismerkedni. Jelenleg a Mélyépterv Komplex Zrt.-nél dolgozom, ahol köz-műtervezési és árvízvédelmi projektekkel foglalkozom. Az építőmérnöki alapdiplomámat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szereztem meg, majd ugyanitt végeztem el az Infrastruktúra-építőmérnöki mesterszakot is. Szakdolgozatomban a Verőcei ivóvíz termelő kutak man-gán problémáját tártam fel, diplomamunkám során pedig a Budapesti Központi Szennyvíz-tisztító telep adatai alapján végeztem kutatást a városi szennyvizek mennyiségi és minőségi változásairól a pandémia idején. Az idei Dulovics Junior Szimpóziumon ez utóbbi munkámat mutattam be, mely előadással sikerült a legjobb előadó díját elnyernem. A Szimpóziumon előadóként és szervezőként is egyaránt részt vettem, valamint egyike vagyok a Maszesz Men-tor Egyesület alapítóinak és az elnökségében is tag leszek. Terveim között szerepel a Maszesz életében való aktív részvétel, valamint a közműtervezési munkákban való szakmai fejlődés és előrehaladás.



## 36. OTDK MŰSZAKI SZEKCIÓJÁNAK BAJA ADOTT OTTHONT!

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztechnológiai Kara rendezte a 36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK) Műszaki Tudományi Szekcióját. A megnyitó ünnepségen Réthy Pál közfoglalkoztatási és vízügyi helyettes államtitkár kiemelte, hogy a tanulmányi versenyek fontos szerepet töltenek be a hazai oktatás eszköztárában. Megtiszteltetés, hogy Baja adhat otthont a 36. OTDK Műszaki Szekciójának mondta Zsigó Róbert, Baja és térsége országgyűlési képviselője, mindemellett, a Bácskai vendégszeretetet, a város

gasztronómiáját ajánlotta a résztvevők figyelmébe. Köszöntőjét Szentgyörgyi Albert szavaival zárta: „Az alapkutatás kérdéseit és megoldásukat általában nem használhatjuk fel azonnal. De bizonyos idő múlva a legtöbb alapvető felfedezés alkalmazható, és hozzájárul az élet minőségének javításához.” A TDK-ban örök a fiatalság, a tehetség, az elkötelezettség, a felnőtt nemzedékkel való szövetség és a széleskörű társadalmi figyelem - emelte ki beszédében Szendrő Péter, az OTDK örökös elnöke. Mindenki drukkol nektek - intezte szavait a TDK előadóihoz.



Weiszburg Tamás, az OTDT elnöke köszöntőjében kiemelte, hogy az OTDT, mint szervezet akkor működik jól, ha észrevétlen tud maradni. Az OTDK egy olyan nagyszabású megmozdulás, ahol a legtehetségesebb hallgatók mérettetik meg magukat. Szavaiiban méltatta a rendezvény szervezettségét, a bajai vízügyi felsőoktatást és kihangsúlyozva a vizes képzés fontosságát. Záró gondolataiban a helytállást és a kapcsolótépítést ajánlotta a hallgatók figyelmébe. Igazi csillagok háborúja, a legtündöklőbb diákok között - így méltatta az OTDK-t Palotás Árpád Bence, a Műszaki Tudományi Szekció Szakmai Bizottságának elnöke, aki stílusosan hívta segítségül a mesterséges intelligenciát köszöntő gondolatainak megfogalmazásához. „Nemes versengést, éljen az innováció!” – zárta köszöntőjét a Szakmai Bizottság elnöke.

Rövid komolyzenei műsorszámot követően Bíró Tibor, a Víz tudományi Kar dékánja osztotta meg gondolatait a megnyitón résztvevőkkel. Kiemelte, hogy a Kar missziója a vízügyi szolgálat és a víziközmű ágazat szakember-utánpótlásának biztosítása. Az OTDK kapcsán a tudományos szakmai kapcsolatteremtés lehetőségét és fontosságát emelte ki. Az ünnepélyes megnyitót tagozati ülések, szakmai előadások és fakultatív programok követték. Mindezek után hagyományőrző műsorral várták a résztvevőket a Halászlát Miniskanzenben, majd az április 22-ei Föld napja alkalmából fáklyás felvonulást tartottak a Sugovica parton. A háromnapos rendezvényen 64 tagozatban közel 500 hallgató mutatta be pályamunkáját.

Az ünnepélyes zárórendezvényre április 21-én került sor, ahol Réger Mihály, az Országos

Tudományos Diákköri Tanács alelnöke köszöntötte a résztvevőket. Az Országos Tudományos Diákköri Tanács a tudományos felsőoktatási tehetséggondozás támogatása és a fiatal kutatói teljesítmények megismertetése céljából életre hívta a Roska Tamás Tudományos Előadás intézményét. Az Előadás tartására elismerő felkérést kaphat az a doktorandusz/doktorjelölt/posztdoktor, aki kutatómunkája során az általa választott szakmai területen kiemelkedő teljesítményt nyújtott, eredményeiről nívós publikációk, előadások, művészeti vagy tudományos alkotások formájában számot adott, valamint képes eredményeit magas színvonalú és élményt nyújtó tudományos előadásban közzé tenni. 2023-ban az OTDK keretében negyedik alkalommal került sor szekciónként új tudományos kutatási eredményeket ismertető előadás megtartására, majd a Roska Tamás emlékérem és oklevél átadására.

A 37. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Műszaki Tudományi Szekciót a Debreceni Egyetem rendezheti meg. Az egyetem képviselőjében Kocsis Imre tudományos dékánhelyettes, tanszékvezető egyetemi tanár vette át a stafétát Bíró Tibor dékántól. A konferenciát Bíró Tibor és Palotás Árpád Bence értékelő szavai zárták.

Az NKE VTK versenyzői közül Kurdi Kristóf 1. helyezést ért el „Szennyvíztisztítás modellezésének lehetősége neurális hálóval a Kecskeméti Szennyvíztisztító Telep példáján keresztül” pályaművével.

*Forrás:*

<https://vtk.uni-nke.hu/hirek/>

2023/04/21/a-tdk-befektetes-a-jovobe

## KÖRNYEZETMÉRNÖKI SZAKMAI NAP AZ ÓBUDAI EGYETEM REJTŐ SÁNDOR KÖNNYŰIPARI ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI KARÁN



A 2023. április 19-én került megrendezésre a már hagyományos Környezetmérnöki Szakmai Nap az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar Környezetmérnöki és Természettudományi Intézete szervezésében azzal a céllal, hogy tovább erősítsük a környezeti ipar és az oktatás együttműködését. Együttműködő partnereink ebben az évben is a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség (MASZESZ), a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége (KSZGYSZ), a Magyar Kémikusok Egyesülete Környezet-analitikai és Technológiai Társasága és az ÓE RKK Integrált Tudományok Szakkollégiuma.

A szakmai rendezvény legfőbb célja, hogy a környezetmérnök alapképzésben részt vevő hallgatók megismerjék a környezeti ipar sokszínű tevékenységét, az egyes cégeknél folyó kutatási, termelési, szolgáltatási tevékenységet, ugyanakkor a cégeknek pedig lehetősége nyílik a bemutatkozásra. Az esemény

lehetőséget ad arra is, hogy a környezeti ipar és az oktatás szorosabb együttműködése valósulhasson meg. A rendezvény célközönsége a 2. és 3. évfolyamos nappali tagozatos környezetmérnök hallgatók, ezzel is segítve a szakmai gyakorlatra való elhelyezkedésüket, a tudományos diákköri munkák és szakdolgozatok témaválasztását, de az eseményen részt vettek nappali és levelezős 1. éves hallgatók is.

A szakmai nap levezető elnöke Dr. Papp Mária címzetes egyetemi docens, a Hírcsatorna főszerkesztője volt.

A program az együttműködő partnerek egyesületi tevékenységének bemutatásával kezdődött. Idén első alkalommal mutatkozott be a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség Junior Tagozata, bízva abban, hogy lesznek a jövőben egyetemünkről is résztvevők a szervezet munkájában. Az ezt követő 30 perces előadások betekintést nyújtottak az ipari tevékenységhez kapcsolódó környezetvédelmi feladatokba. Rendezvényünkön az alábbi cégeket láttuk vendégül és kaptunk betekintést egy-egy speciális szakmai területbe:

Nagy-Mezei Csenge az FCSM Zrt. Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep technológus mérnöke Vajon hányszor vesszük be ugyanazt a pirulát? - Gyógyszermaradványok a szennyvízben című előadásában arra világított rá milyen veszélyt jelenthetnek a szennyvízben lévő mikroszennyezőanyagok és milyen technológiai

lehetőségek állnak már rendelkezésre a csökkentésre.

Dr. Bakó Gábor Interspect Kft. ügyvezető igazgatója a Drónok szerepe a környezet- és természetvédelemben című előadásában bemutatta a drónok környezeti monitoringban való felhasználásának lehetőségeit, megtudhattuk hogyan használhatók a környezet szennyezőforrások felderítésében.

Czap Zoltán KÖR-KER Kft. ügyvezetőjének előadása rámutatott az azbeszt veszélyeire és az azbesztmentesítés jogszabályi hátterére a Szakmailag helyes azbesztmentesítés c. előadásában.

A BIO-KALIBRA Bt. tevékenységét Ring Erika ügyvezető igazgató mutatta be és a nyári éjszakák kellemetlenségéért felelős szúnyoggyérítés tapasztalatairól számolt be Szúnyoggyérítés tapasztalatai környezetvédelmi szemmel c. előadásában.

Bálint Analitika Kft.-t Szigeti Tamás tudományos tanácsadó képviselte, előadásában a mintavételezés során felmerülő problémák, bizonytalanságok kerültek bemutatásra A mintavétel bizonytalansága környezeti minták vétele során címmel.

A program második részében került sor a Karon korábban környezetmérnöki képzésen diplomát szerzett és azóta a környezetiparban dolgozó hallgatókkal való beszélgetésre. Az általuk képviselt cégek és kutatási tevékenységük bemutatása mellett megosztották tapasztalataikat is a diploma megszerzéséig vezető kihívásokon át az azt követő munkalehetőség keresésén és állásinterjújuk buktatóin keresztül vezető útról. Kerekasztal beszélgetés során hasznos gyakorlati tanácsokkal látták el a beszélgetésben résztvevőket. Pozitív életérzésük, elégedettségük a jelenlévőkre is üdítően, motiválóan hatott és betekintést adott a képzés



nyújtotta lehetőségek sokszínűségébe. A beszélgetést Göndös Dorottya környezetmérnök szakos hallgató, a Környezetmérnöki és természettudományi Intézet demonstrátora és Szilágyi Ákos IV. évf. környezetmérnök hallgató moderálták, résztvevők voltak: Bucsi Farkas Lilla, UTB Envirotech Zrt., projektmérnök, Nemes Zsuzsanna, Székesfehérvár Megyei Jogú Város Önkormányzata Városüzemeltetési és Közműellátási Iroda, ügyintéző, Pintér Adrienn, KSZGYSZ, projekt asszisztens és Virga Szabolcs, Drem Innovation Kft. (Bloomair projekt) projektmenedzser.

A szakmai együttműködés megvalósításáért köszönet illeti a résztvevő cégek képviselőit, továbbá a szervezésben együttműködő partnereket – Dr. Papp Mária (MASZESZ Felügyelőbizottság elnöke, Hírcsatorna főszerkesztője), Dr. Ágoston Csaba (KSZGYSZ elnöke), Dr. Buzás Ilona (Magyar Kémikusok Egyesülete Környezet-analitikai és Technológiai Társasága titkára), Nagy Eszter Dóra (MASZESZ Junior Tagozatát képviselő elnökségi tag) és Dr. Demény Krisztina (Integrált Tudományok Szakkollégiuma igazgatója).

*Bodáné Dr. Kendrovics Rita*  
 ÓE RKK KTI igazgató

## HWP BESZÁMOLÓ

### A HWP nemzetközi eseményei 2023 március-május

A Hungarian Water Partnership (HWP) a vízipar különböző területein működő, magyar tulajdonú vállalatok hálózata, amelyeket a külpiaci sikerek közös célja vezérel.

A klaszterként működő platform tagjai átfogó megoldásokat kínálnak a vízzel kapcsolatos problémákra itthon és világszerte. A HWP tevékenységének elsődleges célja a tagvállalatok nemzetközi versenyképességének és teljesítőképességének erősítése. Ennek érdekében egyrészt széleskörű exporttámogatási feladatokat lát el, másrészt fejleszti a magyar vízipari ágazat arculatát. A tagságot 22 exportorientált vállalat alkotja, és a Hungarian Water Partnership Nonprofit Kft. működteti.

### Erősítettük jelenlétünket a szubszaharai térségben

A HWP elnöke, Dr. Kovács Károly részt vett és előadott az Afrikai Vízügyi Szövetség (AfWSA) és a Nemzetközi Szennyvíziszap-kezelési Szövetség (FSMA) nemzetközi ivóvíz- és szennyvíztisztítási konferenciáján és expóján Abidjanban. A február 19-23. között megrendezett esemény fókuszában a szervezők által képviselt területek kihívásai, az ivóvíz- és szennyvíztisztítás, a folyékony hulladék kezelése, a fenntartható erőforrás-gazdálkodás és a vízhez, szanitációhoz való hozzáférés

biztosítása állt. A világ minden tájáról több, mint 3000 résztvevő volt jelen a nemzetközi kongresszuson, ahol plenáris és szekció ülések keretében, neves szakértők által tartott felvezető előadásokat követően interaktív párbeszédben vitatták meg az ágazat kihívásait.

A Hungarian Water Partnership egyik alapító tagja, a Pureco Cégcsoport saját standdal volt jelen az elefántcsontparti konferenciát kísérő expón, ahol a Septopure® és a PurAID® technológiai megoldásaikat mutatták be.

### A HWP Egyiptomra összpontosít

Idén eddig két alkalommal képviseltük tagjainkat Egyiptomban. Február 27-28. között - a KKM meghívásának eleget téve - a HWP Np. Kft. ügyvezetője a külgazdasági és külügyminisztert kísérő üzletember-küldöttség tagjaként utazott Kairóba. Horváth Zoltán a kétoldalú üzleti fórum B2B programja során több érdeklődő egyiptomi partnereknek mutatta be a HWP és tagvállalatai tevékenységét.



A HEPA magyar standján, a négy hazai társkiállító egyikeként a HWP is részt vett a május 15-17. között lezajlott, kairói WATREX 2023 szakkiállításon. Hat tagvállalat adott megbízást a HWP Np. Kft. ügyvezetőjének arra, hogy bemutassa az általuk fejlesztett termékeket, megoldásokat az egyiptomi érdeklődőknek.

### A HWP New-York-i ENSZ-kísérőrendezvénye



Nagy megtiszteltetés volt a Hungarian Water Partnership számára, hogy a március 22-24. között megrendezett UN 2023 Water Conference akkreditált résztvevője lehetett New Yorkban és egy élő kísérőrendezvényt bonyolíthatott le.



### A SeptoPure® az ENSZ listáján

Büszkék vagyunk arra, hogy tagvállalatunk, a Pureco Cégcsoport által kifejlesztett Septopure® technológia is bekerült az ENSZ SDG-k felgyorsítását támogató megoldásai közé.

### Szakmai együttműködés Vietnámmal

A HWP fontos célpiacának számít Délkelet-Ázsia, ezen belül is Vietnám. Tagvállalataink korábbi sikerei alapján továbbfejlesztjük a szakmai kapcsolatokat a helyi partnerekkel. Ebben az MKIK Magyar-Vietnámi Üzleti Tanácsa is hathatós segítséget nyújt. A testület elnöke Forintos Róbert, aki egyben a HWP társelnöke is. A Tanács március 28-án tartotta idei első ülését.

A Hungarian Water Partnership társelnöke és főtítkára 2023. április 25-28. között Vietnámba látogatott. Forintos Róbert és Horváth Bálint többek között megbeszélést folytatott a Vietnam Water Supply and Sewerage Association (VWSA) vezetésével. Döntés született arról, hogy a HWP eleget tesz a VWSA meghívásának és részt vesz a szeptember 27-28-ai, Viet Water Week című konferencián és expón.

### A HWP Sierra Leonében

A HWP társelnöke és a főtítkára a külgazdasági és külügyminisztert kísérő üzletember-küldöttség tagjaként április 13-án Freetownba utazott. Forintos Róbert és Horváth Bálint a program során tárgyalásokat folytatott azokkal a Sierra Leone-i partnerekkel, akik előzetesen jelezték érdeklődésüket egyes tagvállalataink megoldásai iránt.

## **Kolumbiai érdeklődés a magyar vízipar iránt**

A bogotái KGA által szervezett, április 21-ei Teams megbeszélés során egy kolumbiai vízi közmű szolgáltató tervezési igazgatója és munkatársai magyar ivóvízellátási és víz újrahasznosítási megoldások iránt érdeklődött. Puskás Angelika bemutatta a HWP-t és a tagvállalatok tevékenységét a helyi partnernek. Megállapodás született egy újabb online találkozóról.

## **Oroszország**

A külgazdasági és külügyminiszter által április 20-án adott, orosz piacra lépési lehetőségekről szóló, szűkkörű munkareggelin 20 exportorientált, érintett vállalat vezetője/képviselője vett részt. Az ágazatok közül az agrárium dominált, a vízipart a HWP mellett az FVM és a HWC képviselte. Szijjártó Péter megerősítette, hogy a magyar diplomácia minden segítséget megad az oroszországi exportban érdekelt magyar vállalatoknak

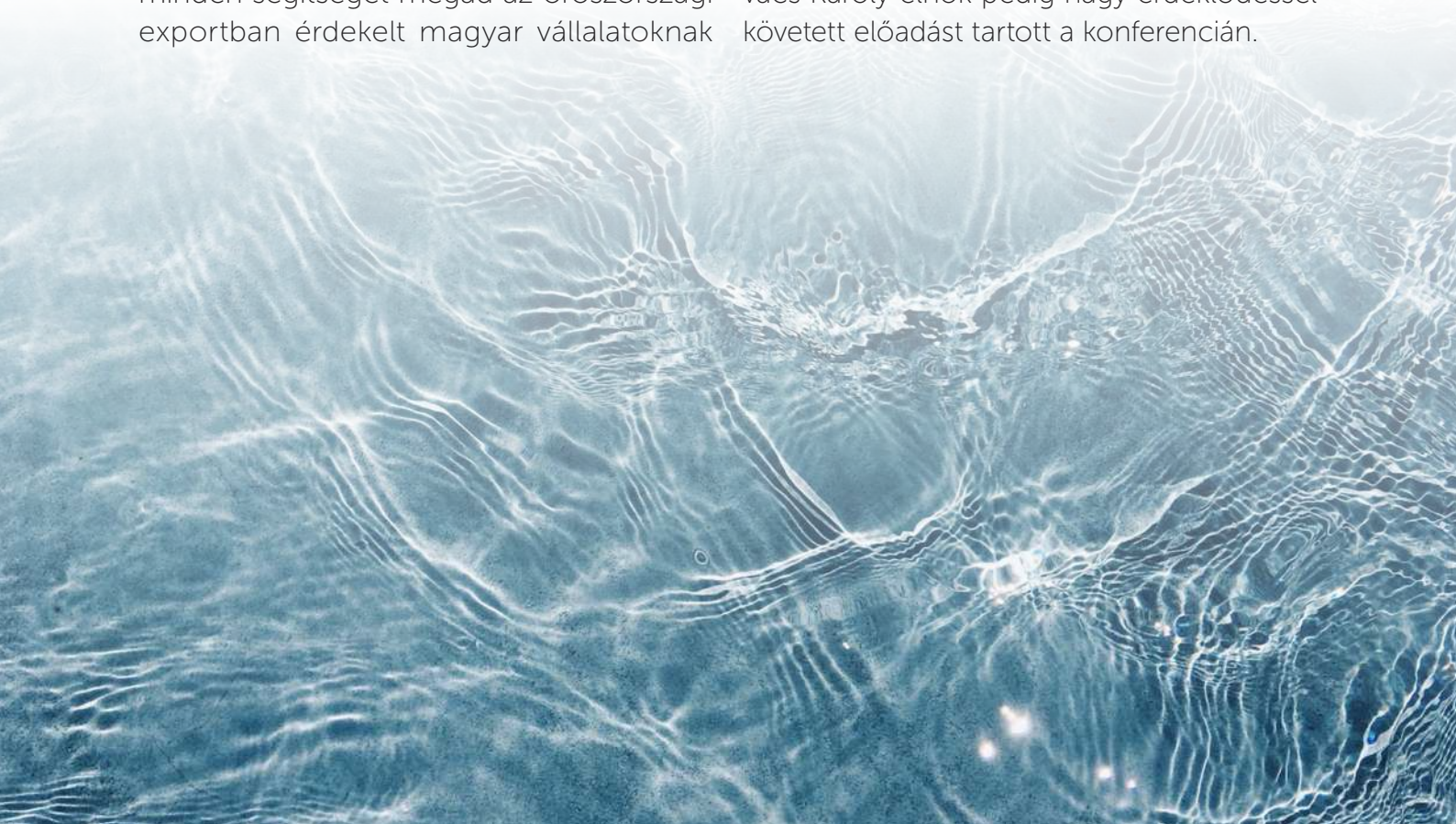
a háborús helyzet okozta nehézségek ellensúlyozásához.

## **Thai vízügyi küldöttség Budapesten**

Kovács Péter víz igazgató (Belügyminisztérium) meghívására a HWP elnöke, Dr. Kovács Károly részt vett a thaiföldi Nemzeti Vízügyi Hivatal küldöttségének május 22-ei, hivatalos budapesti tárgyalásain és előadást tartott a tagvállalatok tevékenységéről.

## **HWP-részvétel a nagyszebeni EXPOAPA-n**

Románia fontos célpiac a hazai vízipar számára. Ezt támasztotta alá, hogy a CED segítségével megszervezett magyar jelenlét markáns volt a nagyszebeni EXPOAPA nemzetközi konferencián és a szakkiallításon. A HWP-t az elnökség és több tagvállalata képviselte a május 23-25. között lezajlott, erdélyi szakmai rendezvényen. A tagok sikeres tárgyalásokat folytattak a B2B során, Dr. Kovács Károly elnök pedig nagy érdeklődéssel követett előadást tartott a konferencián.





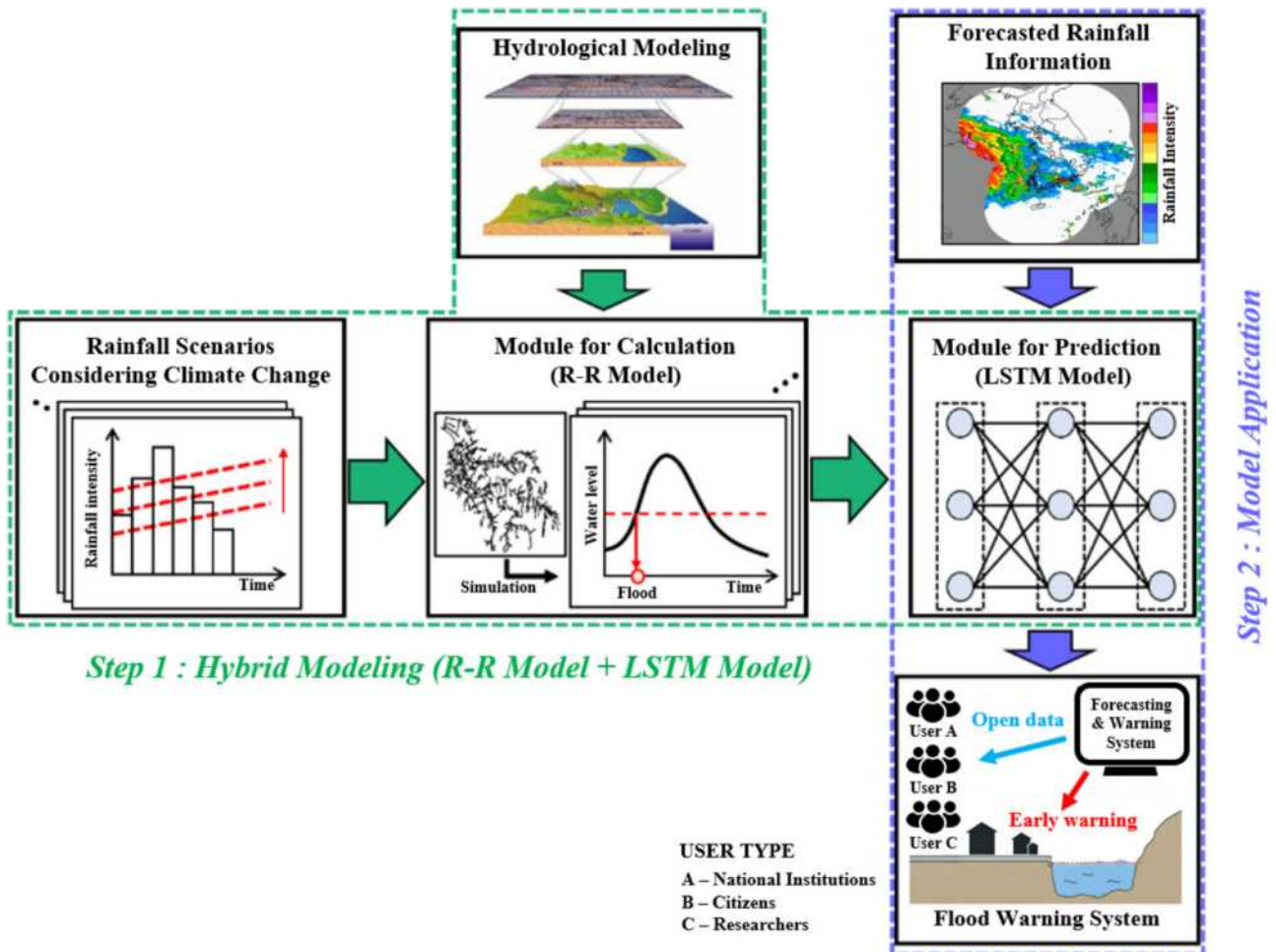
# NEMZETKÖZI SZEMLE

## VÁROSI ÁRVÍZ-ELŐREJELZÉS DEEP LEARNING TECHNIKÁN ALAPULÓ HIBRID MODELLEZÉSI MEGKÖZELÍTÉSSEL

*Urban flood forecasting using a hybrid modeling approach based on a deep learning technique | Journal of Hydroinformatics | IWA Publishing (iwaponline.com)*  
 Hyeontae Moon; Sunkwon Yoon; Youngil Moon

Az éghajlatváltozás világszerte hozzájárul az árvizek gyakoriságának és súlyosságának növekedéséhez. A döntéshozók számára

elengedhetetlen a katasztrófák megelőzése és kezelése érdekében az árvizek előrejelzése, és az azokra való felkészülés, a szélsőséges éghajlati viszonyok figyelembevételével. Bár a közelmúltban végzett tanulmányok bizonyították a hosszú-rövid távú memória (LSTM) modellekben rejlő lehetőségeket az esőzésekkel kapcsolatos lefolyások előrejelzésére, a megfigyelési adatok hiánya miatt még mindig van hova fejlődni. Ebben a tanulmányban egy olyan árvíz-előrejelző modellt fejlesztettünk ki, amely hibrid modellezési megközelítésen



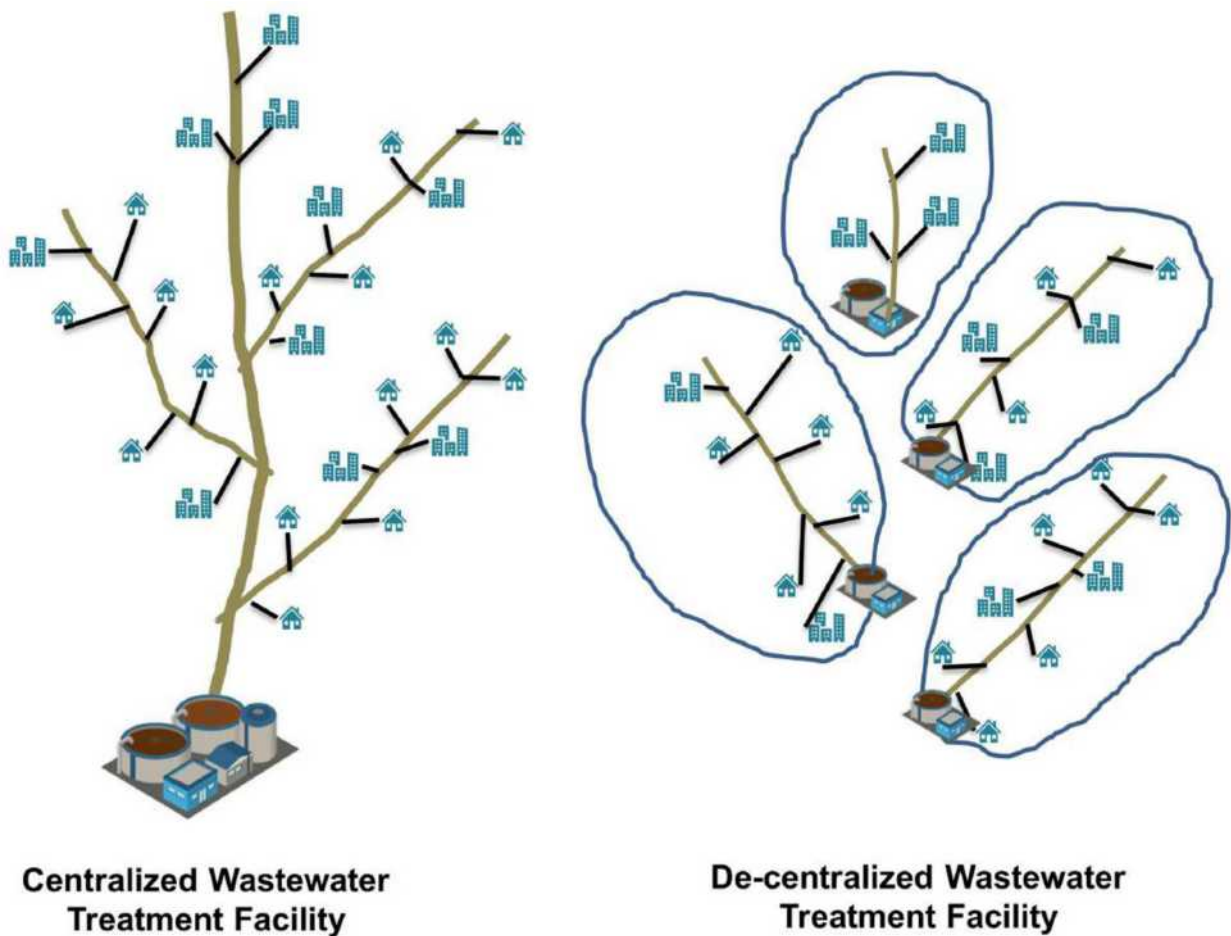
alapul, és kombinál egy csapadék-elvezetési modellt egy mély tanulási modellel. Továbbá javasoltunk egy módszert az áradás idejének előrejelzésére több reprezentatív csapadékváltozó felhasználásával. A tanulmány a városi vízgyűjtőkre összpontosított, kombinálta az esőzések mennyiségét, időtartamát és időbeli eloszlását, hogy egy virtuális esőzési forgatókönyveket hozzon létre. Ezenkívül az esőzés-lefolyás modell szimulált eredményeit használtuk bemene-ti adatként az áradási idő előrejelzéséhez szélsőséges, és egyéb csapadékviszonyok esetén. Az előrejelzési eredmények nagy pontosságot értek el, >0,9-es korrelációs együtthatóval és >0,8-as Nash-Sutcliffe-hatékonysággal. Ezek az eredmények azt jelezték, hogy a javasolt módszer, kizárólag az előrejelzett csapadékinformációk felhasználásával lehetővé teszi az árvizek előfordulásának és időzítésének ésszerű előrejelzését.

## **A VÍZÜGYI INFRASTRUKTÚRÁBAN A FENNTARTHATÓSÁG ELÉRÉSE ÉS AZ ELLENÁLLÓ KÉPESSÉG NÖVELÉSE ÉRDEKÉBEN DECENTRALIZÁLT RENDSZEREK BEVEZETÉSÉRE VAN SZÜKSÉG**

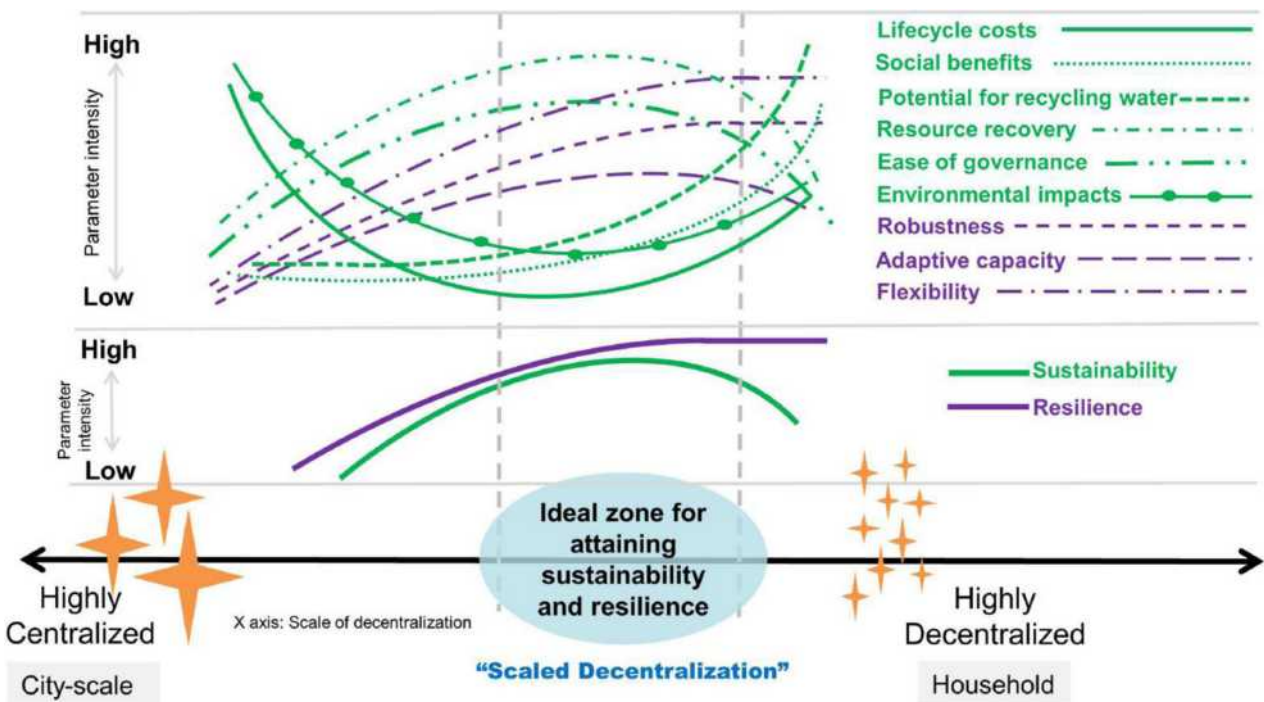
*Need to adopt scaled decentralized systems in the water infrastructure to achieve sustainability and build resilience | Water Policy | IWA Publishing (iwaponline.com)  
Pradip P. Kalbar; Shweta Lokhande*

A városi vízellátási infrastruktúrára óriási nyomás nehezedik a városokban, hogy

megbirkózzon a megnövekedett vízigényekkel, kezelje a szélsőséges eseményeket, és minimális erőforrás-felhasználás és környezeti hatások mellett javítsa a szolgáltatás minőségét. A jelen tanulmány a városi vízellátási hálózat és a csatornahálózat terén jelentkező kihívások kezelését mutatja be. A cikk amellett érvel, hogy olyan paradigmaváltásra van szükség, amely a vízügyi rendszerek teljes életciklusa során egyszerre foglalja magában a fenntarthatóság és az ellenállóképesség szempontjait. A cikk továbbá rávilágít a centralizált infrastruktúra uralkodó megközelítésével kapcsolatos problémákra, és rámutat, hogy szükség van az ilyen megközelítéstől való eltávolodásra, és a decentralizált infrastruktúra felé való elmozdulásra. A decentralizációt felgyorsító tényezők megértése szükséges a decentralizációra való paradigmaváltáshoz. Ennél fogva a tanulmány először a decentralizáció mozgatórugóit azonosítja. Másodsor, a tanulmány kiemeli a decentralizált vízhálózatok megvalósítása során figyelembe veendő megfelelő lépték szükségességét. Továbbá tárgyalja a cikk az infrastruktúra méretének hatását az életciklusköltségek, a könnyű kormányozhatóság, a rugalmasság és az újrahasznosítási előnyök közötti kompromisszumokon keresztül. A tanulmányban felvázolt decentralizációs megközelítés hasznos lesz a fejlődő országok számára az új infrastruktúra tervezéséhez, valamint a fejlett országok számára az előregedő városi vízellátási infrastruktúrára lecseréléséhez, ahhoz, hogy a jövőben fenntartható és rugalmas városi rendszereket hozzanak létre.



2. ábra Centralizált és decentralizált szennyvízkezelő létesítmény



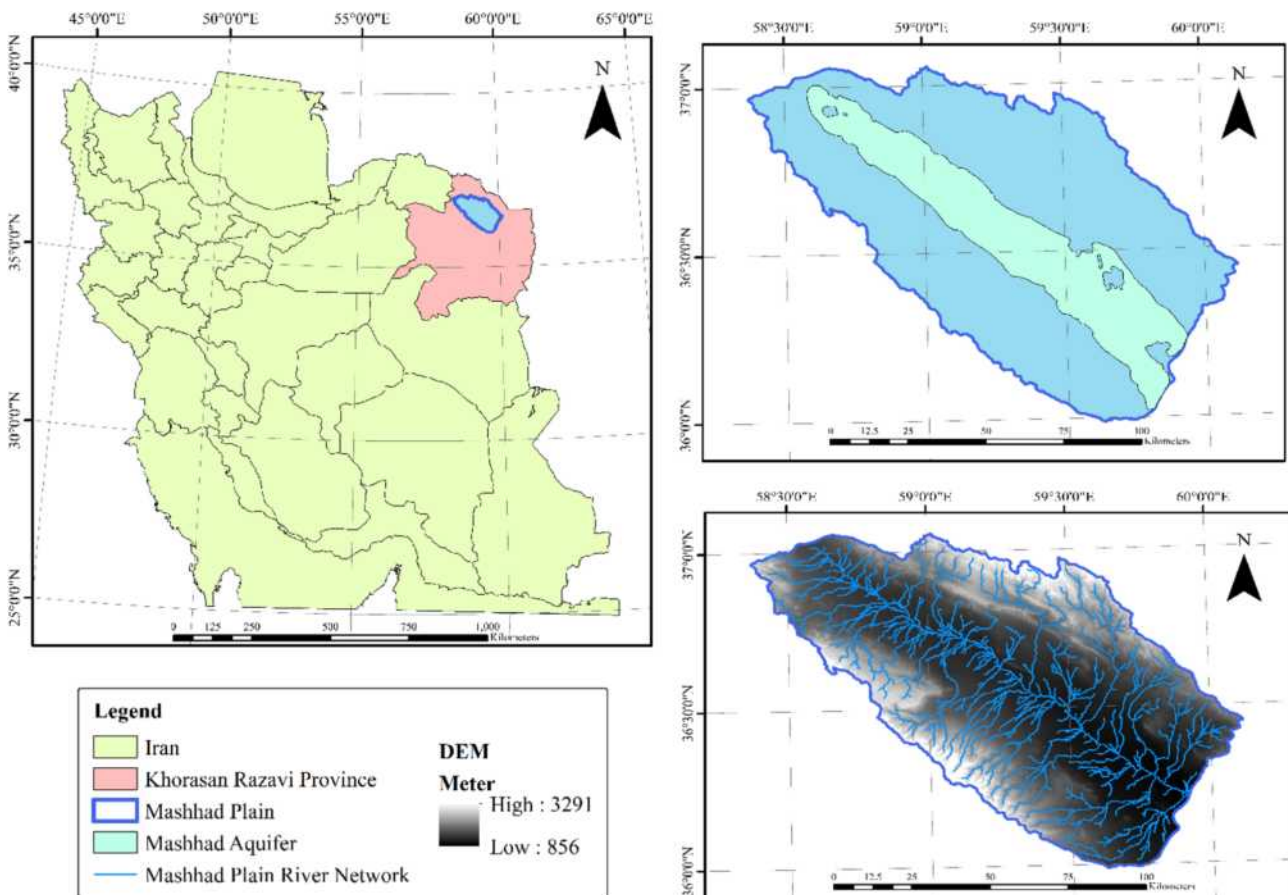
3. ábra Városi vízellátási infrastruktúra ideális zónája a fenntarthatóság és ellenálló képesség eléréséhez

## A FELSZÍN ALATTI VÍZSZINT INGADOZÁSÁNAK ELŐREJELZÉSE GÉPI TANULÁSI ALGORITMUSOK ALAPJÁN A MASHHAD VÍZTARTÓ RÉTEGBEN, IRÁNBAN

*Prediction of groundwater level fluctuations under climate change based on machine learning algorithms in the Mashhad aquifer, Iran*  
Ghasem Panahi; Mahya Hassanzadeh Eskafi; Alireza Faridhosseini; Saeed Reza Khodasheenas; Abbas Rohani

A tanulmány célja az éghajlatváltozás felszín alatti vízszint ingadozására gyakorolt hatásának előrejelzése a jövőbeli időszakban (2022–2064) a mashhadi víztartó rétegben. Első lépésben az ACCESS-CM2 modell segítségével az éghajlati változókat a Shared Socio-economic Pathways (SSPs) 5-8.5

forgatókönyv alapján nyertük ki. A második lépésben különböző gépi tanulási algoritmusokat, köztük a többrétegű perceptron neurális hálózatot (MLP), az adaptív neuro-fuzzy következtetési rendszer semleges hálózatát (ANFIS), a radiális bázisfüggvény neurális hálózatot (RBF) és a támogató vektor mechanizmust (SVM) alkalmaztuk a felszín alatti vízszint ingadozások idősorának jövőbeni előjelzésére. Eredményeink rámutatnak arra, hogy a hőmérséklet és a párolgás növekedni fog az őszi időszakban, a csapadék pedig 26%-kal csökken. A párolgás mennyisége télen növekedni fog a hőmérséklet emelkedése és a csapadék csökkenése miatt. Az adatok azt mutatták, hogy az RBFNN (Radial Basis Function Network) modell a többi modellel összehasonlítva kiváló teljesítményt nyújtott a felszín alatti



vízszint előrejelzésében a legmagasabb  $R^2$  érték ( $R^2 = 0,99$ ) és a legalacsonyabb RMSE (Root Mean Square Error) érték miatt, amelyek 0,05 és 0,06 métert érték el a képzési és a tesztelési lépésekben. Az RBFNN modell eredménye alapján a felszín alatti vízszint 6,60 méterrel csökken az SSP5-8,5 forgatókönyv szerint.

## A KÍNAI VÁROSI ESŐVÍZGYŰJTÉS ÁTTEKINTÉSE

*A review of urban rainwater harvesting in China | Journal of Water Reuse and Desalination | IWA Publishing (iwaponline.com)*  
Jinjun Zhou; Yali Pang; Guangtao Fu; Hao Wang; Yongxiang Zhang; Fayyaz Ali Memon

Az elmúlt 30 évben a kínai városok vízellátásának biztonsága egyre komolyabb problémát jelentett, ami nagyrészt a gyors urbanizációnak, a népességnövekedésnek és a vízügyi infrastruktúrába történő aránytalan beruházásoknak tudható be. A városi esővízgyűjtést (URWH) - amely Kínában háztartási és közösségi szintű esővízgazdálkodási intézkedés - széles körben alkalmazták ebben az időszakban. Ez a tanulmány kritikus áttekintést nyújt a kínai városi esővízgyűjtéssel kapcsolatos szakpolitikákról, módszerekről, technológiákról, kivitelezésről, megvalósításról és előnyökről. Bemutatjuk, hogy a városi esővízgyűjtés Kínában az elmúlt 30 év során három fázison ment keresztül: egy kezdeti fejlesztési fázison, egy gyors fejlődési fázison, és egy „szivacs város” építési fázison. A kutatás elsősorban az esővízgyűjtésre, tárolásra, felhasználásra, kezelésre és egyéb technológiákra összpontosított, korlátozott figyelmet fordítva a szakpolitikára és

a haszonelemzésre. Az esővízgyűjtő-építés és -megvalósítás mértéke Kínában azonban továbbra is alacsony; további fejlesztése elengedhetetlen. Jelenleg az városi esővízgyűjtési értékelések a társadalmi, ökológiai és környezeti előnyökre terjednek csak ki, a gazdasági előnyöket is figyelembe kell azonban venni. Az városi esővízgyűjtés megvalósításának következő lépése a kutatás, és a szakpolitikai, jogi és tervezési szabványok fejlesztésének megerősítése. A tanulmány útmutatást nyújt az városi esővízgyűjtés megvalósításához a kínai városokban és más fejlődő országok városaiban egyaránt.

## AZ ÉLELMISZERÜZLETEKBŐL SZÁRMAZÓ ZSÍROK, OLAJOK ÉS ZSIRADÉKOK KIBOCSÁTÁSÁNAK FELELŐSÉGTELJEBB KEZELÉSÉT CÉLZÓ KOCKÁZATI BESOROLÁS KIALAKÍTÁSA

*Towards a risk ranking for improved management of discharges of fats, oils, and greases (FOG) from food outlets | H2Open Journal | IWA Publishing (iwaponline.com)*  
Thomas Collin; Rachel Cunningham; Jitka MacAdam; Raffaella Villa; Bruce Jefferson; Paul Jeffrey

A zsírok, olajok és zsiradékok útvonalának ismerete a nagyüzemi konyhákban viszonylag hiányos. Ebben a tanulmányban közléseszerű, hogy az élelmiszeripari egységekben dolgozók miként érzékelik és kezelik a zsiradékokat. A kérdőív (n = 107) feltárja a zsírok, olajok kezelésének tudatosságát, és az ezzel kapcsolatos tapasztalatokat. A tanulmány két fontos magatartásformát ír le: a konyhai berendezések tisztítási rendjét és a hulladékkezelési gyakorlatot. Az eredmények azt

mutatják, hogy a zsírok által a csatornahálózatokban okozott problémák tudatossága független a munkaköröktől vagy pozíciótól, és azt, hogy a válaszadók többsége (74%) ismeri a zsírok helytelen kezelésének hatásait. A kockázati rangsorolási megközelítés alkalmazása kimutatta, hogy a hulladék sütőolajból származó kibocsátások kockázata alacsony, és hogy a zsírok, olajok és zsiradék kibocsátásának csökkentésére alkalmas magatartásformák ismertek (pl: a tányérok előöblítése, valamint a sütők és az elszívó páraelszívók tisztítása). Kritikus, hogy az üzemek 69%-a nem rendelkezik semmilyen eszközzel a zsírok, olajok és zsiradékok kibocsátásának kezelésére. Arra

a következtetésre jutottunk, hogy a mintába felvett kis- és közepes méretű élelmiszeripari egységek általában nem voltak tisztában az olaj- és zsírforrások környezetkárosítási hozzájárulásának mértékével, ezáltal korlátozva a hatás minimalizálására rendelkezésre álló magatartási és technológiai lehetőségekre való reagálási képességüket. Az ebben a tanulmányban kidolgozott kockázati rangsor felhasználható az üzemek zsír, olaj és zsiradék kibocsátásának csökkentésére és mérséklésére irányuló erőfeszítésekre.

*Összeállította: Garai György,  
fordítás: Tompos Ágnes*



## 14. IWA SZAKKONFERENCIA A NAGY SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK TERVEZÉSÉRŐL, ÜZEMELTETÉSÉRŐL ÉS GAZDASÁGOSSÁGÁRÓL BUDAPEST 2024



Az International Water Association soron következő konferenciájának célja, hogy a tudás és a tapasztalatok megosztásával hozzájáruljon a **nagy szennyvíztisztító telepek tervezésének, üzemeltetésének és gazdaságosságának folyamatos javításához.**

Ahhoz, hogy biztosítani lehessen a megfelelő higiéniát, különösen a sűrűn lakott területeken, az erőforrás-felhasználás (pl. anyagok, energia) csökkentése és a szennyvízben lévő erőforrások (pl. tisztított víz, energia, tápanyagok) visszanyerése szükséges. Az idei rendezvény a következő központi kérdésekkel foglalkozik:

- nagy szennyvíztisztító telepek tervezése, üzemeltetése és gazdaságossága,
- újrafelhasználási lehetőségek a nagy szennyvíztisztító telepeken,
- kezelés és energiahatékonyság,
- meglévő létesítmények optimalizálása,
- iszapkezelés,
- korszerűsítés az új szennyvízkövetelményeknek való megfelelés érdekében (pl. mikroszennyező anyagok leválasztása)

A konferencia számos altémát érint, amelyek közül néhányat kulcsfontosságú, a területet

átalakító fejlesztésnek tekinthetünk. Ilyen például az aerob szemcsés iszap, a mikroszennyező anyagok PAC és/vagy ózon segítségével történő eltávolítását, valamint a víz-, energia- és tápanyag-visszanyerést stb.

Ez a szakkonferencia négyévente kerül megrendezésre, helyszínei Bécs, Budapest és Prága között váltakoznak. A konferenciák platformot biztosítanak, a kutatóknak, tudósoknak és gyakorlati szakembereknek, hogy megvitadják az előadásokat. A gyakorlati szakembereket különösen ösztönzik arra, hogy ismertessék az esettörténetekről szóló beszámolókat. Az esemény a szennyvízkezelésben elért kutatási eredmények sikeres megvalósításának népszerűsítésére is platformot biztosít.

A konferencia magyarországi szervezője: dr. Patziger Miklós a Budapesti Műszaki Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék tanszékvezetője.

Részletek megtekinthetők az **IWA honlapján.**



## 100 ÉVE A VÍZIPAR SZOLGÁLATÁBAN FENNÁLLÁSÁNAK CENTENÁRIUMÁT ÜNNEPELTE A SZE BETON ZRT.



A XX. század első fele zaklatott időszak volt az emberiség történetében. A század egy komoly konfliktussal indult, az 1904-1905 között zajló orosz-japán háborúval. Ez az összecsapás elsősorban a távol-keleti régió hatalmi pozícióinak újra felosztásáról szólt, de következményei messze meghatározó jelentőségűeknek bizonyultak az egész XX. századra, ill. a világtörténelem alakulására is. Közvetlen következménye a cári Oroszország hatalmi pozíciójának meggyengülése, az Orosz birodalom anarchiába hullása volt, melynek az 1905. januárja és 1907. júniusa közötti első orosz forradalom adta meg a kezdő lökést, s ez -ha évekkel később is- a Romanov dinasztia bukását hozta. A Lenin által vezetett nagy vörös forradalom (NOSZF) győzelmét

követően 1922 decemberében megalakult a Szovjetunió. A második orosz forradalommal egyidőben még zajlott az első világháború, melyet akkoriban „nagy háborúnak” neveztek, és érdekes módon az oroszországi felkavaró történetekkel szinte párhuzamosan jutott nyugvó pontra a 20-as évek elejére.

A magyarországi történelmi párhuzamokat mindenki ismeri. A Károlyi Mihály támogatásával zajlott 1918. október végi őszi rózsás forradalomtól, az 1919. márciusi vörös Tanácsköztárságon keresztül, Horthy Miklós 1920-as hatalomra jutásáig, illetve az 1920. június 04-i trianoni békediktátumig, majd a húszas évek elején zajló Habsburg házi visszatérési kísérletekig bezárólag. Ezek a zavaros idők nálunk 1922-re csitulnak el, és a több évnyi



szervedést követően végre megindulhatott az ország újjáépítése.

Mark Twain szerint „a történelem nem ismétli önmagát, de rímel”.

Lehet, hogy a híres író jól látta, és a „történelem ismétli önmagát” szállóigével szemben inkább az ő meglátása áll közelebb a valósághoz(?) A mai idők történéseit tekintve értékelje ezt mindenki saját ismeretei szerint...

Ez a kis történelmi eszmefuttatás két céllal került e bevezetőbe. Egyrészt a mai felfordult, és egyre kaotikusabbá váló világban, ha az előző meghatározás szempontjából tekintünk vissza talán jobban megérthetjük az akkor élt emberek lelkivilágát, másrészt a történelmi eseményeknek ebben az időléptékben való szemlélése segíthet felfogni, hogy mit is jelent, mennyi is az a bizonyos 100 év, (annak tükrében is, hogy a Szovjetunió már 30 éve felbomlott). Talán így jobban átérezhető mekkora súlya van annak, hogy egy társaság az eredeti profiljával, ugyanazon a helyen a mai napig ugyanazt a tevékenységet végzi Magyarországon.



Különös tekintettel arra, hogy a korszak nagy súlyú, jelentős cégei, mint például Ganz, MOM stb., vagy akár szentendrei viszonylatban pl. a Kocsigyár, és a szomszédos Papírgyár sok éve már, hogy beszüntették tevékenységüket.

A Szebeton túlélte sok nagy múltú céget, és tette ezt úgy, hogy az elmúlt száz évben három jól megkülönböztethető érárt tudhat maga mögött, és ez idő alatt markáns változásokat eredményező jelentős hatások közepette kellett megküzdeni a fennmaradásáért.



Az alábbiakban ezeket a korszakokat, a rajtuk keresztül vezető utat szeretnénk bemutatni a Szebeton cégtörténetének keretében, a tevékenységek tükrében, az egyes termékkörök gyártmány palettán történő megjelenésének, és eltűnésének ismertetésével, és az ezekhez kapcsolódó változások bemutatásával.

Az eseményekben gazdag múlt ismerete alapján előzetesen kijelenthetjük, hogy az elmúlt évtizedek alatt sok minden változott, de egy vezérmotívum mindvégig jelen volt a cég története, termék gyártásai során: a vízhez, a víziparhoz a víz és szennyvíz elvezetéshez való szoros kapcsolódás.



Horthy Miklós kormányzó 1921. októberére visszaszorította IV.Károly király restaurációs próbálkozásait, és 1922-től teljes figyelmét a Magyar királyság újjáépítésére, az ipari fejlődés felgyorsítására fordíthatta.

Ez a támogató háttér adott bázist a szentendrei iparosításnak is, ahol ugyan törésvo-  
nal mutatkozott a fejlődést támogató, városias változásokat szorgalmazó képviselők, és Szentendre arculatát, hagyományait, mezőgazdasági, és pihenő jellegét megőrizni kívánó Nagyközségi párt között, de a korszak meghatározó irányvonala, az iparosítási törekvések jutottak érvényre, még ha ez nem is egyik pillanatról a másikra történt hanem több, mint egy évtized alatt valósult meg. Az első világháború előtt már működő kisebb szerszám gyárak mellé újabbak, komolyabbak települtek, megjelentek más iparvállalatok is, fémáru gyárak, kőfeldolgozó, malomipari társaságok, és a viszonylag újdonságnak számító betonipar is, majd a 30-as években az országos hírűvé vált papírgyár.

A vasbeton a XIX. század második felének újdonsága volt. Joggal mondhatni, hogy forradalmasította az egész építőipart. Magyarországra német közvetítéssel az 1880-as években került, tehát az 1920-as években iparszerű alkalmazása még relatíve újdonságnak számított, bár a megelőző évtizedekben felhasználása Európában, és főleg az Egyesült Államokban robbanásszerű volt.

A beton, - mint kompozit anyag - jelenleg ismert formájában, és elsősorban a korszerű cement előállításnak köszönhetően mára abszolút közismertté, és elterjedté, -mondhatni- nélkülözhetetlen építőanyaggá vált, de ez még nem volt így a századelőn.

A betonról, vagy helyesebben a cement termékekről, mint újszerűségről gondolkodtak (Magyarországon mindössze 3 üzem foglalkozott betonnal akkoriban), annak ellenére, hogy történelmileg évezredek múlta tekintett vissza a kompozit anyagok (beton) alkalmazása (isz.118-126 körül épült Római Pantheon 43 m átmérőjű kupolája).

Az legújabb kori alkalmazásának kezdete óta eltelt 150 évből száz évvel a Szebeton is kivette a részét.

A cég történetét szemlélve három markáns korszakot különböztethetünk meg:

- I. A megalakulás, és a piacra lépés időszaka  
- Hajnal kor
- II. A szocialista tervgazdaság időszaka -  
Aranykor
- III. Reprivatizáció, és tulajdonosváltás  
időszaka - Jelenkor

## I.HAJNAL KOR

A Szebeton Zrt. elődjének az 1922.április 6.-án tartott alakuló közgyűléssel 2.000.000,- koronára összegű alaptőkével létrehozott „ANDREA Cementárugyár és Építőipari Részvénytársaságot” (Budapest V. ker. Nádor u.9.) tekinti, melynek bejegyzési kérelmét a Magyar Királyi Kereskedelmi Miniszter 1875.évi XXXVIII. Törvénycikk 8.§-a alapján 1922 november 02.-i keltezésű Központi Értesítő LVIII. évfolyam 44-es számában közölte le 1922.VIII.17. cg.17304/4 számon.

Akkoriban Antolik Arnold volt Szentendre polgármestere, akinek nemcsak az első világháborút követő nehéz helyzettel kellett megbirkóznia, hanem a városi létből a nagyközségi létbe visszavágyó párt, és a városias fejlődést

támogatók viaskodásával is. A városias fejlődéshez egyértelműen bevétel növelésre volt szüksége a településnek, de kérdéses volt, hogy ezt miként tudná elérni. Az 1882-ben kezdődött filoxéria járvány 1890-re tönkretette a több évszázados bortermelést a környéken is, ami az egyik legnagyobb bevételétől fosztotta meg a várost. A szőlőtermesztésnek bealkonyult, és a természeti károk is megsokasodtak akkoriban. A gazdák áttértek a gyümölcsstermesztésre, a napos hegyoldalakon kiváló minőségű bogyós gyümölcsöket termeltek, köztük a hírneves szentendrei piszkét. A termést, a Dunán hajózták a honi és külföldi piacokra. Bár a szőlőtermesztési ismereteket, és uradalmi eljárásrendeket a század elejére jól konvertálták át a gyümölcsstermesztésre, adódott egy probléma- a megfelelő vízhasználat, ill. ehhez a tevékenységhez kapcsolódó vízigény kielégítése, melyre még visszatérünk. A XX. század elejére a szentendrei dilemma az volt, hogy elegendő bevételhez jut-e a megváltozott mezőgazdasági tevékenységből, hagyományos kereskedeleméből, és idegenforgalomból a település, vagy a fejlesztési céljai elérésének érdekében tudna-e, és ha igen miként többet bevételre szertenni. Kérdés volt persze, hogy ez az újabb változás milyen lenyomatot fog hagyni a városképen, és hogyan fog alakulni annak közössége?

Értelemszerűen az iparosítás oldalán állt a társaságot alapító mérnök ember, Ascher Elemér is, aki a leányáról, Andreáról nevezte el a céget. Ascher, és a gyárban fontos szerepet betöltő, elvileg ellentétes nézeteket képviselő, és a Nagyközségi Pártot támogató Bednárz János szerepéről, kettőjük esetleges nézeteltéréseiről nem áll rendelkezésre

információ, de a történések Aschert igazolták.

A szentendrei helyszín kiválasztása nem volt véletlen. Az alapítók a Lloyds bankház prominenseinek támogatásával döntöttek Szentendrének e része mellett, mivel egyrészt adott volt az alapanyag közvetlenül a terület alatt a homokos-kavics hordalékkúpon, amire a gyár települt, (majd a készletek fogytán később Dunai kotrásból származott az adalékanyag). Közel volt a Lábatlani Cementgyár, víz is volt bőven, és a változások eredőjeként munkaerő is rendelkezésre állt, a város fejlődni akart, így a politikai támogatás is megvolt. Fontos szempont volt Budapest közelsége, a részvételi lehetőség a város háború utáni újjáépítésében (pl. bérházakhoz körmosdók, cement burkoló lapok), ill. a város fejlesztésében (karmantyús csövek, és mélyépítési termékek), továbbá a helyi, ill. regionális gyümölcs termesztoők részére (lsd. korábban) beton tároló aknák, kútgyűrűk gyártásában. Mindez jó üzleti lehetőségekkel, kellő nagyságú piaccal kecsegtetett, és alapot adott -az ugyan kezdetleges-, de mégis „tömegtermék” jellegű betonelemek gyártására, melyet lassanként fejlesztettek. Ebben az üzleti tevékenységben (és a környező Pannóniatelepi területek megszerzésében is) a bankárok láttak fantáziát, főleg úgy, hogy az iparosítási terveket támogatta a közlekedés fejlesztése, a vasúti kapcsolat (iparvágány) 1929 utáni kiépítése.

Kezdetben az alapítók méltatlannak érezték, hogy kiutazgassanak Szentendrére, ezért a társaság központja Budapest belvárosában, a bank Nádor utcai székházában volt, az akkori igazgatóság tagjai banktisztviselők voltak (Tolnai Gyula, Szász Rezső, Biernacky Szilárd, Frankl Dezső) nem foglalkoztak operatív,

vagy szakmai kérdésekkel, őket csak a cég eredményes működése érdekelte az, hogy az akkor meghatározó arányú banki tőke hozamot termeljen, és azt biztonságban tudják. Az operatív tevékenység jelentős részét Ascher Elemér végezte. A részvénytársaságban neki is volt ugyan 14%-os személyes részesedése, de a legfontosabb döntéseket nem ő hozta meg, mivel a bank 80%-nyi részvényt birtokolt. A maradék 6%-ot további 8 kis részvényes birtokolta, többek között Bednárz János is, a maga 1%-nyi részvény arányával.

A gyártelepen kezdetleges, rossz állapotú, barakk szerű építményekben, és elég nehéz körülmények közepette dolgoztak úgy, hogy a téli időszakban az átlagos 40-50 fős létszámot 10 körülire csökkentették. Meghatározó volt a kézi gyártás, és az állati erő alkalmazása.

A termékek piacra történő bevezetésének kockázatait csökkentendő széles profilú tevékenységi körrel (építési tevékenység is) indult a vállalkozás, mely a gyártási tevékenység felfutásával párhuzamosan redukálódott, de a vízvezetési termékek gyártása (betonakna elemek, tározó medencék, csövek gyártási) kezdetektől fogva jelen volt, és a mainapig jelen van a kínálatban. Annak ellenére, hogy valószínűsíthetően már a hivatalos cégbejegyzés előtt is folyt betonelem gyártás (korábbi információk alapján már 1920 körül is), ill. betonhoz kapcsolódó tevékenység tevékenység, és így legalább Aschernek lehetett némi rálátása a piaci lehetőségekre, a befektetők óvatossá voltak, és erős kontroll alatt tartották a céget.

Mint minden kezdet, ez a lépték váltás (befektetők bevonása) is nehéz volt. A termékeknek

piacot kellett találni, és egyidejűleg fejlesztéseket kellett végrehajtani, mely elsősorban lehetőség szerinti kezdetleges gyártás gépesítést jelentett, a sorozatgyártás kínálta előnyök kihasználása révén. Pár évvel a kezdetek után jelentős inflációs nyomás nehezedett a cégre, bár tevékenységét nyereségesen végezte, komoly adósságok terhelték (elsősorban bankok irányában), melyet csak a pengő 1925-ös bevezetése után tudott jelentősen mérsékelni. 1926 után a vállalkozás üzleti helyzete stabilizálódott, Bednárz mellett Beck Zsigmond is ügyvezetői szerepet kapott a cégben. Bár a társaság egyre inkább függetlenedett a banki tőkétől, a külső finanszírozási igénytől, és növekedett a nyereségessége is, a kezdetekben, ill. az alapításkor várt növekedési boom elmaradt, az üzletmenet szolidárá vált. Mindezek ellenére a társaság az élénkülő piaci versenyben is megállta a helyét, viszonylag jól átvészelt az 1929-1933 közötti világgazdasági válságot is. Bár ezután növekedni már csak a második világháború kezdetén tudott. A háború utáni megmaradt a harmincas évek közepére kialakult termékkínálat, melyben jelentős szerepet kapott a cementlap gyártás, a bányékgyártás), és a betonigényre alapozott cement értékesítés, valamint beton kiszolgálás mely ragadvány névként a betonelem



gyárat „cementgyárként” aposztrofálta a köztudatba.

## II. ARANYKOR

A II. Világháború utolsó éveiben az üldöztetés fenyegette Aschert, -így a cég létét is,- utána pedig az államosítás. 1948-ig Holub József (aki segédkezett a részvények átmentésében), Deutsch Ernőné és Ascher voltak az Andrea vállalat igazgatósági tagjai. Deutsch Ernőné bekerülése az operatív vezetésbe drámai módon készítette elő azt, hogy 1949 szeptember 17-én Vincze Tivadar kerüljön a vállalat élére az Építési és Közmunkaügyi Minisztérium által, a 3500/1948-as számú kormányrendelet alapján.

Az államosítás hivatalosan 1949. szeptember 01-én a Népgazdasági Tanács 163/9/1949. IX.sz. határozatával történt meg a Szentendrei Cementipari Vállalat (SZECEM) megalapításával. Az államosítással egy teljesen új fejezet kezdődött a társaság életében, és itt már nem kapott szerepet az alapító cégvezető, akit az akkori szocialista világszemlélet szerint kizsákmányoló tőkésnek bélyegeztek meg, és élete hátralévő részét alkalmazotti státuszban, tervező mérnökként élte le.

Ascher Elemér nemcsak kiváló mérnöknek, hanem jó üzletembernek is bizonyult, méltónak arra, hogy tisztelegjünk emléke előtt!

Az 1949-es államosításkor tehát az Andrea Rt.-ből hivatalosan Szentendrei Cementipari Vállalat lett, amit mint önálló vállalatot 1955.I.01.-n a 332/E-326/1954.ÉM.sz. határozatával megszüntetett az Építésügyi Minisztérium és azt az É.M. Budapesti Cementáruipari Vállalat Szentendrei Telepeként működtette tovább,

de nem sokáig, mert 1956 december 8.-tól a 1745/ME/1956 sz. határozat alapján az É.M Budapesti Cementáruipari Vállalat szentendrei és váci telepéből megalakult a Szentendrei Cementáruipari Vállalat, mely ebben a formájában 1963.június 30.-ig működött. A formálisan „mérlegbeolvasztás” útján megszüntetett vállalat 1963. július 01-től az építésügyi miniszter 37/1963./Ép.Ért.20. sz. utasításával megalakított (a BVM elődjének tekinthető) É.M. Betonelemgyártó Vállalat ipari nagyvállalat gyáregységeként az Építésügyi Minisztérium Betonelemgyártó Vállalat Szentendrei Betonárugyáraként néven működött tovább az 1.sz. Szentendre, és a 2.sz. Vác üzemekkel.

A „cementgyár” addigi bő 25 éves tevékenysége ellenére sem került a közfigyelem látóterébe, ám az államosítástól kezdődően a szocialista vállalatok minta üzemeként kapott helyet az állami propagandában. A kiemelt figyelem amúgy jól jött a vállalatnak. A második világháború utáni újabb helyreállítási hullám lehetőséget adott a termelés felfuttatására, és a propaganda fókuszsa szükségessé tette, hogy jelentős modernizálást mutassanak fel, a növekvő gyártási kibocsátás mellett. Erre ugyan az ötvenes évek és a hatvanas évek első fele még nem adtak lehetőséget, így a növekedést csak extenzív módon tudták elérni. Ám ez nem kizsákmányolás volt (mint amit Aschernek felróttak) hanem munkaverseny, mely a munkásosztály tulajdonában lévő gyár dicsőségére szolgált, mint ahogy az a korszakban bevett szokássá vált. A munkavégzés megmaradt jelentős hányadban kézi jellegűnek és alacsonyán gépesítettnek, valamint a munkakörülményeken sem javítottak érdemben. Az épületek omladozó

homlokzata, és a megtépzott feliratok hirdették sok éven keresztül a közközbe került egykor gondos kezek által ápoltt, és hozzáértéssel felügyelt gyár letűnt dicsőségét, de a cél teljesült: megvalósult a munkásosztály hatalma. Gyakorlatilag a 60-as évek végéig a gyártmány paletta nem igen módosult. Az infrastruktúrát (elsősorban az elektromos ellátást, és fűtést), ill. a gyártó részlegek közül a burkolólap gyártást korszerűsítették ugyan, és a kibocsátás is jelentősen megnövekedett, az igényekkel így is alig tudtak lépést tartani. Ebben az időszakban még „SZECÉM”-nek nevezték a gyárat, és a korábbi időszaktól eltérően immár egész évben folytatta a termelést. A vállalat váci gyáregységében kisebb volumenű termelés folyt, fő profilja a járdalap gyártás volt. Az egykori propaganda optimista módon nyilatkozott arról, hogyha két műszakban működne a gyár, a 75 000db-os mozaiklap gyártást 175 000 db-ra lehetne növelni havi szinten, ami mai szemmel már megmosolyogtató.

A vállalat a 2.sz. váci gyáregységével együtt 1968.január 01.-én az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium 35/1967.sz. utasítása

alapján betagozódott az időközben megalakított Beton- és Vasbetonipari Művekbe, és annak Szentendrei Gyaraként működött tovább, központi irányítás mellett a tervgazdasági feltételek, és előirányzatok keretében. Alapvetően elmondható, hogy a gyáregység (bár teljes önállóságától megfosztották) ebben az időszakban, ill. egészen a kilencvenes évek elejéig sikeresen működött, és eredményeinek köszönhetően a figyelem középpontjában állt, érdemeit számos alkalmalmmal „Kiváló Gyár”, termékeit „Kiváló áru” kitüntetéssel ismerték el. Ennek ellenére két évtized kellett ahhoz, hogy sor kerüljön a modernizálásra a termékkör megújításra. Bár az 50-es évek végétől kezdődően, apránként fejlesztették a gyártás technológiát és a munkakörülményeket, próbálták vonzóvá tenni a gyárat, a karrier pályát is, valamint az egzisztenciális kilátásokat azáltal, hogy a Pannónia-telepen sok gyári dolgozó kapott telket és épített házat, mint ahogy egész Szentendrén. Továbbá a 60-as évek elején felépült egy 150 fős munkásszálló is, korszerűvé a gyár csak 1968-72 között vált.



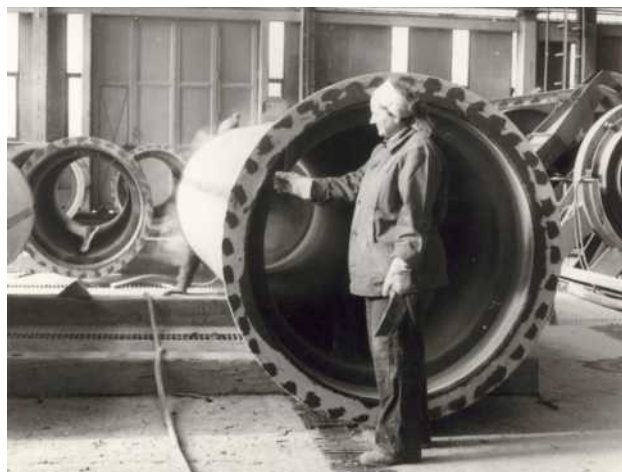
Egészen 1969-ig mutogatott vissza a propaganda Ascher Elemérre, hibáztatva őt (mint gonosz kapitalistát) az addig fennálló körülmények miatt!

Ekkoriban a fő termékek között említik a kútgyűrűket, kör,- és tojásszelvényű betoncsöveket, körmosdót, mozaiklapokat, bányaékköveket, szennyvíz derítőaknát, és falburkoló elemeket.

A trösztként működő BVM-ben az egyes állami tulajdonban lévő gyárak rotációs rendszer szerint kerültek korszerűsítésre/felújításra az akkori gyakorlat szerint 3, ill. 5 éves tervek keretén belül. A szentendrei gyáregység mai napig ható 860.000,- USD (akkori értéken 364 MFt-os) nagyberuházását a 1968-72 között hajtották végre úgy, hogy a termelést nem állították le. 1969.szeptember 3-29 között 23 fő továbbképzését végezték el a Szovjetunióban. Legnagyobb horderejű fejlesztés a 3 db új 18 m fesztávú 14,2 m belmagasságú 110m hosszú csarnok építése, és a két régebbi

csarnok és szociális fejpület teljes átépítése volt, melyet Magyar Péter építész tervei alapján végeztek el. Így összesen 10.650m<sup>2</sup> gyártó csarnok alapterület jött létre.

A jelenleg közel 7 hektáros üzemi területen összesen 16.850m<sup>2</sup> felépítmény található, mely alapvetően ebben is időszakban alakult ki. Ezzel párhuzamosan korszerűsítették, az adalékgyárat (ma adalék tároló silóként használt) a cementsilókat, a mixerbeton telepet, és a központi betonkeverőgépeket. Technológiai fejlesztésben kiemelkedik a francia licenz szerinti feszített vasbeton gerenda (SARET PPB rendszer) mely valóban nagyipari feszített gerendagyártást tett lehetővé és feszített kéregpanel gyártó padok, a két irányban feszített SENTAB ivóvíz nyomócső gyártó rendszer (eredetileg Svéd rendszer, de



takarékossági okokból a Szovjetúnióból importált technológia) telepítése, valamint a két Olasz gyártmányú Siome betoncső gyártógép telepítése.

Ezek a beruházások, és a kapcsolódó infrastruktúrális felújítások a korszerű gyárak sorába emelték a gyáregységet, mely kiemelkedő



BVM Szentendre Gyára - Feszítettbeton (SENTAB) nyomócső gyártócsarnok

minőségű termékeket volt képes nagy mennyiségben kibocsátani.

A termékstruktúra így szinte teljesen átalakult, a sok elaprózott, és javarészt kézi gyártású tömegtömbbeton termékeket felváltották a szériában gyártott nagyipari termékek. Ekkoriban több, mint 650 ember dolgozott több éven át 3 műszakban az üzemben. Joggal tekinthetjük ezt a két évtizedet

a legvirágzóbb korszaknak, ahol a kiemelkedő termelési eredmények a jó gyártó közösségnek voltak köszönhetőek, akik mind kulturálisan, mind pedig szociálisan nagy hatással voltak Szentendre közösségi, és társadalmi életére, beleértve az bölcsődét, óvodát, sport központot, vállalati üdülőket, 1000 fős vállalati éttermet, és egyéb közszolgáltatásokat (pl. orvosi rendelő) támogatását. Ez az időszak egybeesett az új gazdasági mechanizmussal, ill. annak kibontakozásával, így a vállalat egyes termékeivel pl. a vasbeton gerendákkal, és béltestekkel, falzó elemekkel hozzájárult az ország lakásállományának növekedéséhez, illetve a SENTAB nyomócsövekkel az ivóvízhálózatok gerincvezetékeinek kiépítéséhez, melyekből a mai







napig sok tíz kilométernyi szakasz szolgálja a biztonságos ivóvíz ellátást. Emellett összességében is több száz kilométeres volumenben került legyártásra és exportra is ezekből a csövekből.

Nem is szólva a Siome rendszerű vasalatlan betoncsövekről, melyet 300-800mm-es belső átmérővel egészen 2021-ig több száz km együttes hosszban gyártott a Szebeton csapadék, és szennyvíz elvezetési célokra.

### III. JELENKOR

A „rendszerátalakítás” előtti években már napirendre került a „szentendrei ipar” mibenlétének értelmezése. Bár (mint a bevezetésben az megállapításra került) a történelem nem ismétli önmagát, mégis felértékelődött a Szentendrén, és vonzáskörzetében az idegenforgalom, és a minőségi lakhatási lehetőség. Az ehhez szükséges belterületi ingatlanok értékének emelkedésével párhuzamosan háttérbe szorult az ipari tevékenység. Ezt ellensúlyozandó a kereskedelmi, és szolgáltató tevékenységek nyertek jelentős teret. A Szebetonnak ebből a szempontból előnyére vált az a körülmény, hogy a máig ipari zónaként működő, ill. a város Budapesthez közeli részén

egyre növekvő logisztikai tevékenységet végző területhez kapcsolódik, így az elmúlt két évtized „lakóparki” nyomása itt nem hatott. Ezzel egy külső stabilizáló hatás érvényesül a helyet illetően. Hátránya, hogy a korábban említett BVM felújításos rotációban éppen 1991-94 között került volna sor, de értelemszerűen nem valósult meg, és mára közel 60 éves infrastruktúra maradt örökségül. További pozitív hatásként értékelendő, hogy több hazai befektetővel szemben a privatizációs időszakot (MRP) követő 8 év után német szakmai befektetők (MALL GmbH és P.V. Betonfertigteilwerke GmbH.) szerezték meg a Szebeton Zrt. többségi tulajdonát, és bár ez 2003-ban egy osztrák kisebbségi tulajdonos belépésével (Dolezal Brandenberger GmbH) némileg módosult; a mai napig szakmai szempontok határozzák meg a legfelső vezetői döntéseket. De talán ne menjünk ennyire előre, és ugorjunk vissza a 80-as évek végére, a kilencvenes évek elejére, amikortól (de alapvetően 1993-tól a vállalat zárt részvénytársasággá alakulásától) datáljuk a „jelenkort”.

A szocializmus utolsó évei nagyon megviselték az építőipart, és az építőipari anyag gyártókat egyaránt. Elkerülhetetlen volt a változás mind technológiai, szakmai-szakma politikai, vezetési/ vállalatirányítási/tulajdonosi, üzleti stb. szempontokból. A 70-es évek elejére befejezett, és annak közepére a Szebetonban kiérlelt termelési, és értékesítési rendszer közel 15 évig jól működött, még az olajválság ellenére is, amely azért belső átalakításokat kikényszerített. A termelés tervezhető volt, a beszállítói láncok működtek, a piacok és árak stabilnak mutatkoztak, a felvevő piac kiszámítható volt, a tömeg termékek esetében a TÜZÉP-eken keresztüli, és közvetlen termék

értékesítés működött. A kilencvenes évek reprivatizációs időszaka teljes felfordulást hozott. Az előzőekben említett keretek szét-hullottak. A piacok széttöredezettké váltak, vagy megszűntek, új termékek, külföldi konkurensok jelentek meg, élesedett a verseny, évekig magas volt az infláció, melyet nem tudtak követni a termelési árak, veszteségek keletkeztek, a működés minden szempontból nagy kihívássá vált. A munkavállalói rész tulajdonosi program során (MRP) lezajlott privatizáció felémásra sikeredett, az átlag dolgozók számára évek után derült ki, hogy ebben számukra nincs perspektíva, a tulajdon koncentrált a jobb pozíciókban lévő vezetők kezében. Ez önmagában azonban sok helyen kevésnek bizonyult, akárcsak a Szebeton esetében. Új piacokat kellett volna szerezni, és termékínálatot bővíteni, de a cég még a folyó költségeket is nehezen tudta kitermelni, a nagy rendelkezésre állási költségei miatt, és a strukturális változtatásokat éveken keresztül elodázták. Az 1993-tól 2001-ig szenvedéssel teli évek következtek, amit csak a belső tartalékok évről-évre történő felélésével, ingatlanok-ingatlanrészek értékesítése révén tudott túlélni a társaság. A helyzet a tulajdonosváltást követően kezdett egy kicsit változni, de több, mint 3 év kellett mire a stabilizáció jelei mutatkoztak. Ennek ára a jelentős létszám leépítés, a szakmai kompetencia hanyatlása, vezető váltások, piacvesztés, a tartalékok felélése volt. A helyzetből kiutat a profiltisztítás, személyi/szervezeti struktúra teljes átalakítása, az értékesítési, a gazdasági és kontrolling rendszer megújítása, új termékek bevezetése, kisebb fejlesztések jelentették, melyhez további 2-3 évre volt szükség, de legfontosabb az új piacok, vevők és beszállító, együttműködő partnerek megtalálása volt. A 2001-ben belépett szakmai befektetők, nagy tározó térfogatú hengeres, és szögletes tározó

tartályok, nagy átmérőjű átemelő gyűrűk, kézi és gépi gyártású aknaaljak termelését kezdték meg, ipari előtisztító berendezések kis szennyvíztisztító rendszerek, automatizált esővíz tározók gyártását indították el, új aknagyűrű gyártó berendezést telepítettek, mezőgazdasági területen hígtrágya tároló rendszerek gyártását, és építését vették fel a profilba, egyedi sarkított aknák, szögletes tartályok, kitorkolló előfejek, vízvezetési elemek gyártása kezdődött el, és minden ehhez kapcsolódó csapadékvíz elvezetési és vízvezetési betontermék, utcai/udvari víznyelők forgalmazása, betonpaplan és öntvény termékek forgalmazása indult el. A gép fejlesztéseket a 2007-ben telepített Pfeiffer vasbeton cső gyártó gép indította meg, melyel 1400mm-es belső átmérőig tudunk (MBK gépünkkel) akár erősített vasalattal ellátott vasbeton csöveket, íves idomokat, csőaknákat gyártani. Ezt 2011-ben aknaalj gyártó gép telepítése követte.

A stabilizálódás első éveit követően a 2009-2012 közötti visszaesés arra sarkallta a tulajdonosokat, hogy a magasépítési termékgyártásból





kivonuljon a Szebeton, így befejezte a több évtizedes feszített vasbetongerenda, és kéregpanel, valamint a kapcsolódó elemek (béléslemek és pince falazó elemek, zsaluzó elemek, kerítésoszlopok stb.) gyártását. A profil tisztítás

olyan tulajdonosi stratégiai döntés, melynek lényege hogy a Szebeton a környezetvédelmi betontermékek, vízepítési, és mélyépítési betontermékek, víz-, és szennyvízelvezetési termékek gyártásával kíván foglalkozni a jövőben, és fejlesztéseit is erre a területre fókuszálja. Cégünk 60 fő körüli összlétszámmal kvázi kkv-ként működik, és a közmű betonelem piacnak csak egy kis szeletét tudhatja magáénak. Ezen a területen széria, és egyedi termékek egész sorát gyártjuk, és a tőlünk telhető módon próbálunk igazodni a vevői igények teljesítéséhez. Az elmúlt két évben két új gyártógép beruházás fejeződött be, egy USA gyártmányú beton és vasbeton cső gyártó gépet helyeztünk üzembe, és egy német gyártmányú aknaelem gyártó berendezést. Lehetőségeink szerint folyamatosan modernizáljuk, korszerűsítjük a gyártó gépeinket, és a háttér infrastruktúrát, bízva a szakmai befektetőink által meghatározott stratégia helytállóságában.

**Köszönjük partnereink eddig bizalmát!**

*Horváth Zoltán  
Szebeton Zrt.*



## A BME VÍZI KÖZMŰ ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI TANSZÉKE 2023. SZEPTEMBERÉBEN INDÍTJA KÖVETKEZŐ SZAKMÉRNÖKI KÉPZÉSÉT, MELYEK HIVATALOS NEVE:

# VÍZELLÁTÁS-CSATORNÁZÁS SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK

A szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése: **vízellátás-csatornázás szakmérnök**

Képzési terület: **műszaki**

Képzési időtartam: **4 félév**

Az egyes félévek az oktatott tantárgyakhoz tartozó **kollokviumokkal** zárulnak. A negyedik félévben a hallgatók **Szakdolgozatot készítenek**, majd **záróvizsgát** tesznek.

**A kurzus félévenkénti tandíja 275.000,- Ft.**

Részletes információk: <http://vkkt.bme.hu/vkkt/szakiranyu-tovabbkepzes>

Jelentkezés: <https://www.kth.bme.hu/urlop/>

**Kapcsolat:** Darabos Péter c. egyetemi docens  
E-mail: [darabos.peter@emk.bme.hu](mailto:darabos.peter@emk.bme.hu)

Felhívjuk a figyelmet, hogy jelentkezőket csak alap (BSc), vagy mester (MSc) szintű **mérnöki végzettséggel** tudunk fogadni!

**A képzés során elsajátítandó kompetenciák, tudáselemek, megszerzhető ismeretek:**

**Kompetenciák:**

- a vízellátás-csatornázás szakterületen jelentkező üzemeltetés irányítása, fejlesztési feladatok önálló megoldása;

- építési, akadálymentesítési, fenntartási-üzemeltetési, vállalkozási és
- szakhatósági feladatok emelt szintű ellátása;
- a víziközmű szakterületen tervezői, vezető tervezői, szakértői munka ismereteinek, a jogosultság megszerzésének megalapozása;
- víziközmű-építési műszaki ellenőri munka ismereteinek, a jogosultság megszerzésének megalapozása.

**Tudáselemek:**

- hidraulikai, informatikai, vízkémiai és vízbio-lógiai speciális ismeretek,
- a vízszerezés-víztisztítás-vízellátás folyamata,
- a csatornázás, a szennyvíztisztítás és a telep-i iszapkezelés korszerű módszerei,
- a szennyvíziszap hasznosítás/elhelyezés műszaki, közegészségügyi, környezetvédelmi és jogi követelményei, korlátai,
- kapcsolódó gépészeti, és szabályozástechnikai ismeretek,
- a szakterület gazdasági és jogi vonatkozásai.

**Megszerzhető ismeretek:**

- a tudáselemeken alapuló elméleti és gyakorlati ismeretanyag,

- kiterjedt esettanulmányok kapcsán a problémamegoldó technikák elsajátítása.

**Készség:**

- elemző, összehasonlító és kiértékelő készség a vízellátás-csatornázás szakterületén adódó műszaki feladatok megoldása területén,
- kapcsolódó rendeletek, jogszabályok, szakhatósági határozatok helyes értelmezése
- műszaki-gazdasági elemzés alapján fejlesztési javaslatok kidolgozása

A szakképzettség alkalmazása konkrét környezetben, tevékenységrendszerben:

A vízellátás-csatornázás szakmérnök az alábbi munkakörök ellátására alkalmas:

víziközmű vállalatoknál (a szolgáltató nagyságrendjétől függően) műszaki osztályvezető, főmérnöki munkakör,

üzemvezetői munkakör víz- és szennyvíztisztító telepeken;

szakelőadó, főelőadó szakirányos köztisztviselő munkakörökben;

önálló vállalkozó a szakirányú területen (tervező, kivitelező).

## TANTÁRGYAK (ÓRASZÁMOK), ELŐADÓK

Sorsz.	Tantárgy	Előadó
1	Vízkémia, hidrobiológia (24)	Musa Ildikó mestertanár
2	Műtárgyhidraulika (15)	Dr. Csoma Rózsa, egyetemi docens
3	Közegészségügyi alapismeretek (18)	Dr. Vargha Márta, OKI osztályvezető
4	Víz- és környezeti jog (12)	Dr. Hecsei Pál, szakértő
5	Információs rendszerek (12)	Dr. Darabos Péter, c. egyetemi docens
6	Hidraulikus gépek és villamosberendezések (12)	Tolnai Béla, szakértő
7	Környezetmérnöki alapismeretek (12)	Dr. Clement Adrienne, egyetemi docens
8	Irányítástechnika (12)	Tolnai Béla, szakértő
9	Hálózathidraulika (18)	Dr. Buzás Kálmán c. egyetemi tanár Dr. Darabos Péter, c. egyetemi docens
10	Vízbázisvédelem (12)	Simonffy Zoltán szakértő
11	Víztisztítási technológiák (42)	Dr. Laky Dóra egyetemi docens Dr. Liczkó István, c. egyetemi tanár
12	Vízbiztonsági tervezés (18)	Bódi Gábor mestertanár
13	Szennyvíztisztítási technológiák (45)	Dr. Patziger Miklós, egyetemi docens Dr. Liczkó István, c. egyetemi tanár
14	Izszapkezelés és elhelyezés (18)	Román Pál szakértő
15	Vízminőség-szabályozás (12)	Clement Adrienne, egyetemi docens
16	Csapadékvíz gazdálkodás (12)	Dr. Buzás Kálmán, c. egyetemi tanár
17	Hálózat rekonstrukció (36)	Arzt József szakértő Dr. Fülöp Roland, egyetemi docens Dr. Darabos Péter, c. egyetemi docens,

# HA EL AKARJA ÉRNI A MAGYAR VÍZÜGYI ÁGAZATOT!

akkor válassza a Hírcsatornát. A Maszesz periodikája többszáz települési vízgazdálkodási szakembert, az ágazat egészét elérő, elismert szakmai folyóirat.

Olvasóink:

- a víziközmű üzemeltetők
- tervezők, kivitelezők
- ipari vízfelhasználók
- oktatási intézmények
- minisztériumok és kormányzati szervek
- önkormányzatok

**A HÍRCSATORNA számokban:**



**2400**  
szakember kapja kézhez



**átlagosan 2000**  
alkalommal megtekinthetjük

**AKTÍV TARTALMAK** tehetik még vonzóbbá hirdetését.\*



**KÖZVETLEN LINKEK**



**VIDEÓK**



**ANIMÁCIÓK**

**Hirdetési árak:**

- |             |                  |                       |                  |
|-------------|------------------|-----------------------|------------------|
| ▪ Banner    | 35.000 Ft + ÁFA  | ▪ 1/1 oldal (PR cikk) | 130.000 Ft + ÁFA |
| ▪ 1/2 oldal | 65.000 Ft + ÁFA  | ▪ 1/1 borító belső    | 145.000 Ft + ÁFA |
| ▪ 1/1 oldal | 105.000 Ft + ÁFA | ▪ 2 db 1/1            | 189.000 Ft + ÁFA |

\* A hirdetésekbe beágyazott linkek és videófájlok megjelentetésére alapáron biztosítunk lehetőséget.

MaSzeSz tagszervezetei számára, hirdetés megrendelése esetén **20 % KEDVEZMÉNYT** biztosítunk!

Eddig megjelent lapszámok  
**ITT** megtekinthetők.

**REMÉLJÜK, ÖN IS MEGLÁTJA A  
LEHETŐSÉGET A HÍRCSATORNÁBAN!**



