

Havária Vecsésen. Fotó: DPMV Zrt.



A Magyar  
Vízüzemeltető  
Szövetség  
lapja

XXX.  
évfolyam

**Permanens üzemzavar**



**VÍZ  
MŰ**

**PANORÁMA  
ONLINE**

## ANALITIKA

- **Thermo Scientific:** AA, ICP-OES, kvadrupol és hármaskvadrupol ICP-MS UV/látható spektrométerek  
Automata diszkrét fotometriás analizátorok  
FT-IR, FT-NIR és Raman spektrométerek, mikroszkópok  
GC, kvadrupol és hármaskvadrupol GC/MS  
HPLC, UHPLC, nano-HPLC  
Kvadrupol és hármaskvadrupol LC/MS  
Orbitrap hibrid és tribrid LC/MS és GC/MS rendszerek  
Ionkromatográfok  
Kromatográfiaszlopok, fogyóanyagok  
Automatizált SPE és ASE mintaelőkészítők  
C, H, N, S, O elemvizsgálók  
Asztali NMR spektrométerek  
Asztali és hordozható ED-XRF spektrométerek  
Hordozható ED-XRF és LIBS spektrométerek
- **Trace Elemental Instruments:** TOC, TN, TS, TX, AOX meghatározók  
Égetéses ionkromatográfia (CIC)
- **PS Analytical:** Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se meghatározók
- **Hunterlab:** Hordozható és asztali színmérő készülékek
- **CDS Analytical:** Pirolizátor  
Gőztéranalízis  
Termikus deszorpció  
„Purge and Trap”
- **FMS:** Dioxin és PCB mintaelőkészítés  
Automatizált folyadék extrakció  
Szilárdfázisú extrakció  
Automatikus bepárló rendszerek
- **Markes International:** Termikus deszorpció
- **Peak Scientific:** N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, „zero air” gázgenerátorok

## KÉPALKOTÁS

- **Olympus élettudományi mikroszkópok és képalkotás:** Élettudományi egyenes állású és inverz kutatómikroszkópok  
Élettudományi és ipari rutin egyenes állású és inverz mikroszkópok  
Élettudományi és ipari konfokális lézerpasztázó rendszerek  
Metszet digitálizálás  
Mesterséges megtermékenyítés IVF-ICSI  
Lightsheet mikroszkóp  
Élettudományi nagysebességű szuperfelbontású rendszerek  
Kamerák és szoftverek
- **Abberior Instruments:** Élettudományi szuperfelbontású optikai mikroszkópok rendszerek  
STED
- **Olympus ipari mikroszkópok és anyagvizsgáló rendszerek:** Egyenes állású és inverz kutatómikroszkópok  
Opto-digitális mikroszkópok  
Tisztaságvizsgáló rendszerek  
Ipari endoszkópok  
Ultrahangos falvastagságmérők  
Ultrahangos és örvényáramos hibakeresők
- **iX Cameras:** Nagysebességű videokamerák
- **Applied Spectral Imaging (ASI):** Citogenetikai és patológiai rendszerek  
Digitális kariotipizálás  
FISH, CISH
- **Hitachi:** Pasztázó és transzmissziós elektronmikroszkópok  
Elektronmikroszkópos mintaelőkészítők
- **Oxford Instruments/Asylum Research:** EDX detektorok  
Atomerő mikroszkópok és kiegészítők
- **Safematic:** Elektronmikroszkópos vákuumgőzölők
- **Micro to Nano:** Elektronmikroszkópos kiegészítők, fogyóanyagok

## Tartalomjegyzék

04

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Energiahatékonyság növelése jól megtervezett rekonstrukcióval

08

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Bepillantás a virtuális asszisztensek világába

12

AKTUÁLIS

A víz világnapja 2022 – kitüntetések

17

AKTUÁLIS

A MaVíz GINOP-5.3.5-18-2020-00192 projekt eredményei

19

SZOLGÁLTATÓK BEMUTAKOZÁSA

Bemutatkozik a DPMV Zrt.

25

VÍZIPAR SZEMÉVEL

Interjú a MaVíz Vízipari Tagozat vezetőségének tagjaival

31

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

Szerves anyag, N és P visszanyerése – az újrafelhasználás helyzete, lehetőségei a lakossági szennyvizek tisztításánál

40

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

Kommunális, mezőgazdasági és ipari eredetű hulladékok felhasználása biogáz előállítására

51

SZAKMÁNK MEGALAPOZÓI

WOLTMANN, Reinhard (1757–1837)

## Tisztelt Olvasó!



**MÁRIALIGETI BENCE**

*főszerkesztő*

A permanens üzemzavar egy régi szókapcsolat. Egy diszpécser kollégámtól hallottam jó húsz évvel ezelőtt. Ezzel kívánta bemutatni azt az állapotot, helyzetet, amellyel a közműszolgáltatásban nap mint nap szembesül a mérnök, szerelő, vezető. Ezt annak idején természetesnek vettük. Ismertük Murphys-t már akkor is, és tudtuk, hogy ami elromolhat, előbb-utóbb elromlik. Tudtuk akkor is, hogy nem abszolút tökéleteset kell építeni, hanem az adott feladatra műszaki/gazdasági szempontból legmegfelelőbb megoldást kell előnyben részesíteni. Ennek a szemléletnek pedig természetszerű velejárója, hogy időnként lesznek váratlan események, hibák. Akkor is, ha végzünk tervszerű megelőző karbantartást, és akkor is, ha bizonyos esetekben inkább azt a stratégiát választjuk, hogy hiba esetén csere. Nem estünk pánikba, tudtuk, hova kell nyúlni, melyik problémát melyik kolléga, szervezet tudja orvosolni, melyik eszközre hol vannak a tartalékok.

Manapság tudjuk még ezt az elméletet, de a gyakorlat, azt gondolom, már sok esetben sajnos mást mutat. Sok esetben nem találjuk a kollégát, a tartalékot, és a problémák volumene és mélysége is olyan, amire kevéssé vagyunk felkészülve. Egyre kevésbé választhatunk stratégiát akár beruházásoknál, akár üzemeltetésben, karbantartásban, javításban. Egyre többen

számolnak be arról, hogy soha nem látott tűzoltás történik, üzembiztonság garantálása már számon nem kérhető. A döntés abban szükséges, melyik feladat el nem végzése okozza a kisebb kárt.

Míg régebben a „permanens üzemzavar” egy műszaki/gazdasági döntési folyamat eredményeként választott stratégia volt, addig ma egy kényszerű szükségállapot. Az eredményét a bennfentesek látják, a többiek látni fogják.

Fontos azonban tudatosítanunk, hogy míg egyik oldalról egy szigorúan monoton lejtmenet figyelhető meg, addig emellett folyamatosan él a szakma, amit mi sem bizonyít jobban, mint az, hogy egyrészt a Vízmű Panoráma hasábjain újra és újra tartalmas cikkek látnak napvilágot, másrészt évről évre megismerhetjük azokat a kollégákat, akik különös módon is fontos alkotóelemei egy-egy térség víziközmű-szolgáltatásának, és ezért egyedi elismerésre érdemesek.

Ebben a lapszámban az első cikk egy kellően alapos és mérnöki beruházás (rekonstrukció) tervezésmenetét és eredményeit mutatja be. Jó, hogy a korábban olvasott tendenciák mellett ilyenre is van példa. Olvashatunk utána más szolgáltatók mesterséges intelligencia ügyfélszolgálati szegmensben történő hasznosítási tapasztalatairól, a chatbotok lehetőségeiről. Víz és tudomány rovatunkban két írást is kínálunk, egyik a nitrogén és a foszfor visszanyeréséről és az újrafelhasználás lehetőségeiről szól, míg a másik a különböző eredetű szerves hulladékok biogáz-előállítására történő felhasználásáról.

Emellett közelebbről is megismerhetjük a DPMV Zrt.-t, történetüket, kihívásait, eredményeiket. Rendhagyó interjút olvashatnak a „Vízipar”, azaz a MaVíz Vízipari Tagozat vezetőségének tagjaival. És végül megismerhetjük ennek az évnek a kitüntetettjeit is, akiknek ezúton is szívből gratulálunk! Jó olvasást!



#### PATAKI PÉTER JÓZSEF

Szegedi Vízmű Zrt.  
szennyvíztisztítási üzemvezető-helyettes

pataki@szegedivizmu.hu

**KIVONAT** Üzemeltetői szempontból a jelenkor és a jövőben prognosztizálható energiaárak, valamint a folyamatos üzemvitelt biztosító működés elsődleges kihívásai között szerepel az energia- és a költséghatékonyság. Az alábbi cikk a szennyvíztisztítási technológia üzemviteli folyamatosságának figyelembevételével mutat megvalósítási példát, mellyel a Szegedi Vízmű Zrt. Szeged Városi Szennyvíztisztító Telepén üzemelő Déli Végátemelő fejlesztése történt meg, fókuszban az energetikai szempontokkal.

**KULCSSZAVAK** energiahatékonyság, szennyvízátemelés és szennyvíztisztítás, beruházás, fejlesztés, üzem- és költség-optimalizálás, fenntarthatóság

## BEVEZETÉS

A Szegedi Vízmű Zrt. a térség meghatározó szolgáltatójaként mindig kiemelten kezeli a szolgáltatás minőségének javítását és fenntartását, folyamatosan nyomon követve az üzemvitel-, az energia- és a költségoptimalizálási lehetőségeket.

A Szeged Városi Szennyvíztisztító Telep létesítményei több lépcsőben, hosszú évek, évtizedek alatt nyerték el mai üzemeltetési elrendezésüket, miközben a korábban épült teleprészek funkciói alapvetően nem változtak meg. A különböző egységek közötti technológiai kapcsolatok, valamint az egységek működési sajátosságai azonban a változó üzemeltetési igények, technológiai feladatok biztosítása érdekében módosításra szorultak.

Így történt ez a Déli Végátemelő esetében is, mely az 1980-as évek elejére készült el. Megépülését követően még csak

## SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

# Energiahatékonyság növelése jól megtervezett rekonstrukcióval

végátemelőként működött, 1998-tól csatlakozott hozzá az előmechanikai tisztítási fokozat, majd 2006-tól az előmechanikai fokozat után kapcsolva a teljes biológiai tisztítást végző fokozat is. Így napjainkra funkcióját tekintve Szeged város területéről összegyűjtött, döntően egyesített rendszerű csatornahálózaton érkező szennyvizek rácsokon történő mechanikai tisztításán túl a szennyvíztisztítási technológiára történő átemelését biztosítja.

Az egyesített rendszerű csatornahálózaton a napi üzemvitel döntő többségében szárazidei szennyvíz mennyiség érkezik, azonban csapadék esetén a városban található egyre nagyobb mennyiségű burkolt felületről egyre kisebb összegyülekezési idővel jelenik meg a csapadékvízzel kevert szennyvíz is az áttemelőben. Az üzemfolytonosság biztosítása érdekében így a végátemelőbe már annak kezdeti időszakától számítva is szárazidei és záporvízszivattyúk kerültek beépítésre.

Amíg csak végátemelőként üzemelt, nem volt túl jelentős szempont, hogy a szárazidei vízmennyiség milyen ciklikussággal vagy egyenletességgel kerül továbbításra, azonban ahogy egyre több technológiai egység épült ki a végátemelőt követően, úgy ez a kérdés is egyre hangsúlyosabbá vált, különösen a biológiai tisztítás üzemfolytonossága, egyenletes szennyvízelátása és az ott megvalósítandó biotechnológiai és szabályozási folyamatok miatt.

Szintén változást jelentett az átalakításokkal, bővítésekkel

kapcsolatosan, hogy az eredeti kialakításhoz képest megváltoztak a szivattyúk emelőmagasságai és munkapontjai is, melyeket ugyan figyelembe vettek a tervezési folyamatok során (már 1998-ban is), azonban olyan gépészeti elrendezéssel történt meg a kiépítés – különös tekintettel a szárazidei szivattyúkra –, ami további megoldandó feladatokat, ezáltal lehetőségeket is adott egy fejlesztési folyamathoz, mely során az energetikai szempontok figyelembevétele is elsődleges helyen szerepelt.

## ÜZEMELTETÉSI ALAPADATOK, FŐBB PROBLÉMÁK, HELYI SAJÁTOSSÁGOK:

A Déli Végátemelőbe beépített szivattyúk névleges teljesítménye: 3 db nedves aknás szárazidei szivattyú típusa:

ABS XFP 250J-CB2. 374 PE 750/4

$Q = 0,24 \text{ m}^3/\text{s}; \quad H = 18,0 \text{ m}; \quad P = 75 \text{ kW}$

Beépítés éve: 2011

(5–6–7-es beépítési helyek)

1 db nedves aknás szárazidei szivattyú típusa:

EMU FA 40.75 Z T49-6/43.

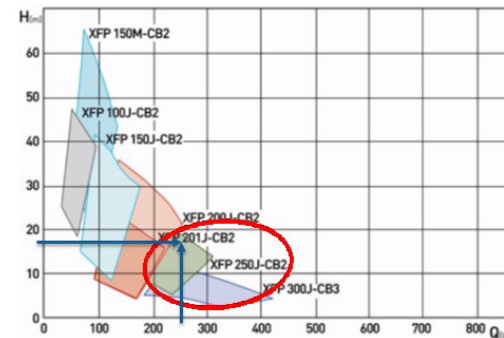
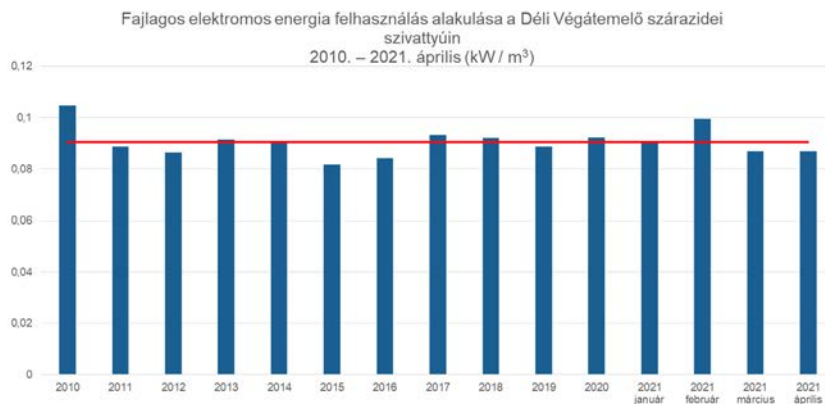
$Q = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}; \quad H = 20,0 \text{ m}; \quad P = 170 \text{ kW}$

Beépítés éve: 2004

(8-as beépítési hely)

- A szárazidei szivattyúk közös nyomócsőben emelik fel a beérkező szennyvizet a tisztítási technológiára, ami jellegéből adódóan veszteségeket eredményez.
- A beépített szerelvények, főleg a súlyterheléses visszacsapó szelepek köztudottan szintén jelentős helyi veszteségeket okoznak.
- A közös nyomócső gépházon belüli szakaszában és függőleges leágazásaiban a szivattyúk üzeme közben erős rezonanciák keletkeztek, melyek a függőleges szakaszokban csőtöréseket eredményeztek.
- 2018. évben az EMU-szivattyú meghibásodott, gazdaságos javítása nem volt megoldható.

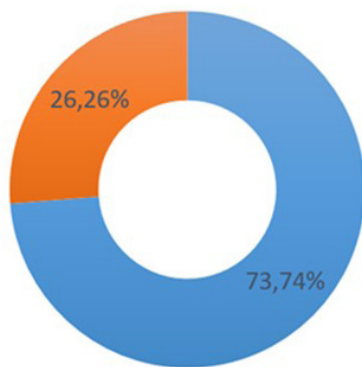
A Déli Végátemelő szárazidei szivattyúin a fajlagos elektromosenergia-felhasználás 2010–2021. áprilisi hónapokban az alábbiak szerint alakult, átlagos értéke több mint egy évtized adatai alapján 0,09053 kW/m<sup>3</sup> volt.



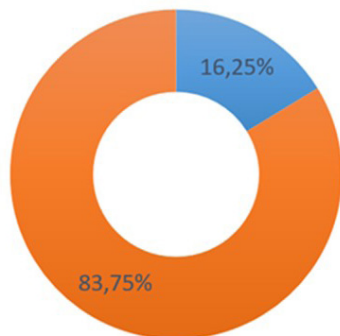
Déli Végátemelő üzemi vízszint: 71,75 mBf  
 Osztómű fenékszintje: 84,25 mBf  
 Geodéziai magasságkülönbség: 12,5 m

### MIÉRT ÉRDEMES ENERGETIKAI SZEMPONTBÓL „IS” TERVEZNI A REKONSTRUKCIÓT ÉS A FEJLESZTÉSEKET?

A Szeged Városi Szennyvíztisztító telepen kezelt szennyvízmennyiség éves átlaga 2010–2020 időszakra: 15.732.154 m<sup>3</sup>/év volt, melyből a Déli Végátemelőben át-emelt szennyvízmennyiség éves átlaga ugyanezen időszakra: 11.600.896 m<sup>3</sup>/év. A többi vízmennyiség a Tisza folyó alatti átvezetéssel, a folyó túlszéljén üzemelő átemelőből kerül a tisztítási technológiára. A Szeged Városi Szennyvíztisztító telepen kezelt szennyvízmennyiség ~73,74%-át a Déli Végátemelő szivattyúi, így az éves összes itt át-emelt szennyvízmennyiség 92%-át a szárazidei szivattyúk emelik fel a tisztítási technológiára.



A Szeged Városi Szennyvíztisztító telepen felhasznált összes elektromos energia 16,25%-át a Déli Végátemelő szárazidei szivattyúi használják fel.



Ez 90.417 kWh/hó, azaz 1.085.004 kWh/év elektromosenergia-felhasználást jelentett 2010–2020 időszakban havi és éves átlagban.

### CÉLKITŰZÉSEK A REKONSTRUKCIÓK ÉS A FEJLESZTÉSEK SORÁN

- Csökkenteni a nyomócsővezetési veszteségeket, elsősorban a helyi veszteségeket a meglévő ABS-szivattyúk nyomócsőszakaszain.
- Csökkenteni a szárazidei szivattyúk üzemelése közben fellépő káros rezonanciákat.
- Hosszú távon üzembiztos, helyi beépítési körülményeknek megfelelő emelőmagassággal és vízszállító képességgel rendelkező, napi igényeknek megfelelően szabályozható végátemelő szivattyú kiválasztása és rendszerbe állítása a meghibásodott szivattyú helyére.
- A fajlagos elektromosenergia-felhasználás, ezáltal a Déli Végátemelőben felhasznált összes elektromos energia mennyiségének csökkentése.

### ÖTLETEK ÉS MEGOLDÁSOK

Nyomócsővezetési veszteségek, elsősorban a helyi veszteségek csökkentése:  
 ABS XFP 250J-CB2. 374 PE 750/4  
 Q = 0,24 m<sup>3</sup>/s; H = 18,0 m; P = 75 kW

A relatív rövid és nagy átmérőjű közös nyomóvezetékben jelentős helyi veszteségtényezővel rendelkező idomok, szerelvények vannak beépítve, így a maradék 5,50 m emelőmagasság jó része ennek a leküzdésére emésztődik fel, csökkent a szivattyúk szállítási teljesítménye azonos vagy növekvő elektromosenergia-felhasználás mellett.

Folyamatos problémát jelentett, hogy az áramlási irányra merőleges súlyterheléses visszacsapó szelepek helyi ellenállása alapértéken is jelentős volt, azonban felcsavarodtak rájuk az átszivattyúzott szilárdanyagok, ezzel tovább csökkentették a szabad áramlási keresztmetszetet.



Ez növekvő szivattyúteljesítményt és romló fajlagos elektromosenergia-felhasználási mutatókat eredményezett. A visszacsapókat rendszeresen takarítottuk, jelölve a helyes zárási értékeket, azonban tapasztalataink szerint gyorsan kialakultak az újabb lerakódások bennük.

A takarítás élmunkaigénye nagy, daruzással, gépészeti szereléssel jár, a szerelvények nem erre lettek kialakítva.

Amikor a szivattyúk nem üzemeltek, akkor a közös nyomócső miatt a többi üzemelő szivattyú által nyomott szennyvíz egy része a nem megfelelően záró visszacsapón keresztül visszaáramolhatott a szivattyúútérbe, tovább rontva a hatásfokot.

Próbaméréseket végeztünk egy szivattyú feltámasztott tolózárral történő indítására-leállítására a beépített késtolózárral egyidejű mozgásával. A tesztek elvégzéséhez a visszacsapó szelep helyére építhető FF idomot illesztettünk a csővezetékbe, hogy a teljes keresztmetszetű nyitás esetén tudjuk megvizsgálni a szivattyú szállítási teljesítményét és egyéb paramétereit.

Az indításkori nyitást és a leállításkori zárást a beépített késtolózárral kézi mozgatásával biztosítottuk, a felfutási és lefutási időket ennek megfelelően a szivattyú frekvenciaváltóin módosítottuk.

Kizárólag az adott szivattyú termelt a tisztítási technológiára a mérések során, a szivattyúknak a szintje is közel azonos volt.

A teszt tapasztalatai alapján rezonancia az üzemelés közben szinte egyáltalán nem jelentkezett, a korábbi visszacsapóval történő üzemelésnél lényegesen kedvezőbb üzemelési körülmények alakultak ki.

A szivattyú azonos energiafelhasználási adatok mellett mintegy 100, alkalmanként 120 m<sup>3</sup>/h szennyvízmennyiséggel szállított többlet a szűkítés, relatív helyi ellenállásmentes környezet miatt. A nyomócsővön mért nyomásértékek között mintegy 0,4 bar eltérés volt a „koszos” – a szalanyagok kiválása miatt – visszacsapó szelep és a visszacsapó szelep nélküli, tolózárral biztosított teljes átömlési keresztmetszet között.

Az elvégzett rövid tesztek alapján a szivattyú és hajtása (frekvenciaváltója) alkalmasnak bizonyult a fojtott tolózárral történő lassú indításra és leállítás közbeni zárásra.

A tesztek elvégzésén túl hidraulikai számításokkal is ellenőriztük a csővezetéki jellemzőket. A számítások igazolták a tapasztalt állapotokat, ugyanakkor arra is rámutattak, hogy a korábbi méretezések során a

visszacsapók helyi ellenállási értékeit nem megfelelően vették fel, a sokkal kisebb értékek miatt csak „papíron” tudott jól teljesíteni a rendszer.

A feladat tehát a rendszer automatizált működtetésének kialakítása volt, mely az alábbi főbb pontok szerint valósult meg:

- A visszacsapó szelepek vezérelt, pneumatikusan mozgatott, szabad átömlési keresztmetszetet biztosító DN400-as késtolózárral történő kiváltása, a késtolózárak automatizált, a szivattyú üzemelésével szinkronban történő nyitása-zárása.
- Az állapotok (NYITOTT-ZÁRT) folyamatirányító rendszeren történő visszajelzése.
- Teljes körű automatizált működtetési és jelzési kör kiépítése.
- A pneumatikus szerelvények mozgatását a szivattyúhoz kiépített saját elektromos vezérlés biztosítja, a folyamatirányító rendszer nem működtet, csak felügyeletet és védelmi funkciókat lát el.
- Áramkimaradás esetén a szivattyúk leállításával egy időben a pneumatikus tolózáraknak le kell zárniuk, ezért a levegőellátó rendszer a három szerelvény egyidejű zárásához elegendő levegőmennyiséget tud biztosítani.

Jelentős helyi veszteségek kiváltása történt meg az átalakításokkal.



## A SZIVATTYÚK ÜZEMELÉSE KÖZBEN FELLÉPŐ KÁROS REZONANCIÁK CSÖKKENTÉSE

A visszacsapó szelepek kiváltása jelentős eredményt hozott, üzem közben nincs a megelőző időszakhoz hasonló mértékű rezonancia.

A szivattyúk indulása és leállása közben fellépő rezonanciák elnyelése érdekében a nedvestéri függőleges nyomócsőszakaszok, melyek korábban több alkalommal sérültek is, vastag falú KPE-csővekkel kerültek kiváltásra.



## SZABÁLYOZHATÓ VÉGÁTEMLŐ SZIVATTYÚ KIVÁLASZTÁSA ÉS RENDSZERBE ÁLLÍTÁSA A MEGHIBÁSODOTT SZIVATTYÚ HELYÉRE

Napi szárazidei szennyvízmennyiséghez kiválasztott szállítási teljesítmény és a helyi viszonyoknak megfelelően megválasztott emelőmagasság és munkapont.

FLYGT NP 3356/736 3~670

Q = 0,24–0,45 m<sup>3</sup>/s

(38–50 Hz-es tartományban)

H = 20,2 m P = 120 kW

Kedvezőbb fajlagos elektromosenergia-felhasználás.

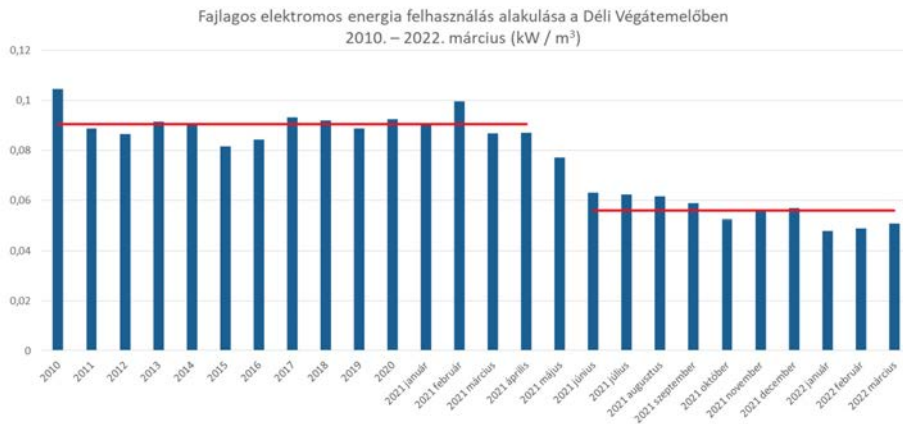
## MUNKAVÉGZÉSEK ÜTEMEZÉSE

A visszacsapószelep-cserék, a szivattyú üzembe helyezésének munkáinak koordinálása a tervezési, szerződéskötési, egyéb adminisztratív feladatokat követően úgy lett megvalósítva, hogy a munkavégzés a lehető legrövidebb időn belül megvalósítható legyen:

- Munkaterület-átadás és a munkavégzés megkezdése: 2021. 04. 26.
- Munkaterületről történő kivitelezői levonulás, elkészült, letesztelt, üzemeltetésre átadott működő berendezések: 2021. 06. 03.

## EREDMÉNYEK

A rekonstrukciók és a fejlesztések elvégzését követően az alábbi grafikonon is jól látható módon jelentkeztek a beavatkozások eredményei.



Az átlagos fajlagos elektromosenergia-felhasználás 0,09053 kW/m<sup>3</sup>-ről 0,05580 kW/m<sup>3</sup>-re csökkent, mely 0,034734 kW/m<sup>3</sup>-es mértéke 38,40%-os arányú változás.

Figyelembe véve, hogy az átemelt szennyvíz mennyisége kisebb mértékben változott, növekedett a 2021. évben, az átalakítások igen jelentős elektromosenergia-megtakarításokat eredményeztek, melyek a távlatokban a teljes 2021. év tény adatainak felhasználásával az alábbiak szerint mutathatók be:

- A Déli Végátemelőben átemelt szennyvízmennyiség 2021. évre: ~12.284.236 m<sup>3</sup>/év
- Fajlagos elektromosenergia-felhasználás csökkenése: ~0,034734 kW/m<sup>3</sup>
- Elektromosenergia-felhasználás csökkenése: ~426.680,65 kW/év
- az aktuális elektromosenergia-díj alapján számítva a várható megtakarítás: ~25.178.425,35 Ft/év

A rekonstrukciók és a fejlesztések megtérülése még a legkedvezőtlenebb esetet figyelembe véve is várhatóan 1,70 év! Ez az

energiaárak későbbi változásával további jelentős költségmegtakarításokat eredményezhet. A beavatkozások mindezek mellett lehetővé tették a szennyvíztisztítási technológia szárazidei szennyvízzel történő egyenletes ellátását, ezzel kedvezőbb biotechnológiai és szabályzási feltételek váltak megvalósíthatóvá.

Szintén hozzájárultak ahhoz is, hogy a telep egyik fő fogyasztási egységében nagyságrendileg csökkentve az elektromosenergia-felhasználást, a teljes telepi elektromosenergia-fogyasztás is olyan mértékben csökkent, hogy elektromosenergia-pozitívá vált a szennyvíztisztító telep. Ehhez természetesen más területeken történő igen jelentős beavatkozásokra is szükség volt, de ez már egy másik történet...

## FINANSZÍROZÁS

A rekonstrukciók és a fejlesztések az alábbi finanszírozási források felhasználásával valósultak meg:

**NYOMÓCSŐVEZETÉKI VESZTESÉGEK, ELSŐSORBAN A HELYI VESZTESÉGEK CSÖKKENTÉSE, ALKALMAZOTT MEGOLDÁS:** Minőségirányítási fejlesztés a határ menti folyókon: Körös-Maros-Tisza – Improving quality management of cross-border rivers: Criș (Körös), Mureș (Maros) and Tisa (Tisza) AQUALITY – ROHU-208

85%-ban EU + 10%-ban Magyar Állam által finanszírozott forrás – az áfa nem visszaigényelt, így a teljes bruttó költség csupán 5%-a került önerőből finanszírozásra.

Szabályozható végátemelő szivattyú kiválasztása és rendszerbe állítása a meghibásodott szivattyú helyére, valamint a szárazidei szivattyúk függőleges nyomócsőszakaszainak rekonstrukciói:

V. É. A.-ból (Szeged Megyei Jogú Város számára megfizetett bérleti díjból visszajuttatott, rekonstrukciókra fordítható összegből) került finanszírozásra.



# Bepillantás a virtuális asszisztensek világába

Az előző lapszámban megjelent Siri, Vanda és a többiek című cikkem írása közben arra gondoltam, hogy jó volna közelebbről megvizsgálni Vandát. A nehézségeit, az előnyeit, a vele kapcsolatos kihívásokat és eredményeket. Kíváncsi voltam arra, hogy a rendszerintegrátor (T-Systems Magyarország Kft.) milyen tapasztalatokkal rendelkezik a bevezetést és a működtetést illetően. A T-Systems munkatársát, Horváth Varga János mesterséges-intelligencia szakértőt és csapatát faggattam kérdéseimmel.

**KAPOSVÁRI ZSUZSANNA:** Mi a T-Systems tapasztalata a mai ügyfélkapcsolatokról, mi jellemzi ezeket? Hol zajlik ezek nagy része?

**HORVÁTH VARGA JÁNOS:** Három nagy csoportba tudjuk osztani az ügyfélszolgálati tevékenységet a kapcsolatfelvétel módja alapján: személyes, telefonos vagy írásos alapú. A koronavírus-járvány kirobbanásakor a személyes ügyfélszolgálatokról a forgalom átkerült a telefonos és online csatornákra. Emiatt azok az ügyfelek is felismerték az online ügyintézés nyújtotta előnyöket, akik korábban ragaszkodtak a személyes kiszolgáláshoz. A járvány után a korábbinál erősebb a digitális csatornák igénybevétele, folyamatosan emelkedik a chat használata, a telefonos kiszolgálás pedig egy mindenki számára elérhető csatorna. A továbbiakban is azt várjuk, hogy a jövőben folyamatosan emelkedni fog a chat szerepe, továbbá elvárás lesz a különféle csatornák (chat, telefon, személyes) közötti átjárás iránti igény, azaz ha egy

ügyintézés az ügyfél chaten elindít (akár csak egy érdeklődés formájában), de az ügy bonyolultsága miatt a telefonálás mellett dönt, tudja ott folytatni az ügyintézését telefonon, ahol chaten félbehagyta.

Tapasztalataink szerint az ügyfélkapcsolataik és az ügyfelek elégedettsége egyre több ügyfelünknel kap kiemelt szerepet. Ezen a területen a versenytársaktól való megkülönböztetés nagyon fontos, hiszen a szolgáltató arca, hangja, stílusa az ügyfélszolgálat. Egyre több ügyfelünknel tapasztaljuk, hogy szofisztikált mérőszámokkal és mutatókkal (angolul: Key Performance Indicator – KPI) számszerűsítenek olyan ügyfélszolgálati tevékenységeket, amelyekről előtte csak megérzéseik, percepcióik voltak. Ezt elősegítik az egyre kifinomultabb analitikai rendszerek, amelyek akár a telefonos, akár az írásos csatornákon zajló kommunikációról tudnak részletes elemzéseket adni.



**KAPOSVÁRI ZSUZSANNA**  
FEJÉRVÍZ ZRT.  
gazdasági főosztályvezető

[kaposvarizs@fejerviz.hu](mailto:kaposvarizs@fejerviz.hu)

A tevékenységek mélyebb szinten való megértésével együtt jár azok osztályozása, mely ügyintézési típusok lehetnek potenciálisan automatizálhatók vagy terelhetők önkiszolgáló csatornákra. **Az automatizálási projekt jellemzően gyakran előforduló, standard tevékenységeknél kezdődik. Ezáltal az ügyfélszolgálati munkatársaknál felszabaduló idő az ügyfelekre fordítható, jobban megérthető az ügyfél igénye, a kiszolgálásra fordított idő minőségibb, az adott szervezet prioritásaihoz jobban illeszkedő tud lenni, lehetőség nyílik a tanácsadás jellegű ügyfélszolgálati munkára, értékesítésre. Az automatizáció ezáltal a munkavállalói elégedettséget is növeli, amely a napjainkban tapasztalható munkaerő-hiányos környezetben hozzájárul a munkavállalók megtartásához. Csökkenti az ügyfélszolgálati csapatban tapasztalható fluktuációt.**

**K. ZS.:** Mi az, amit egy chatbotról tudni kell? Mennyi idő bevezetni egy cégnek, ha ebben gondolkodik?

**H. V. J.:** A chatbotok világa a legegyszerűbb marketingfeladatokat ellátó chatbotoktól indul és a komplex ügyfélszolgálati feladatok ellátásáig terjed. A marketingcélú chatbot feladata, hogy az ügyfél figyelmét megragadja, ott tartsa a weboldalon; adott esetben az ügyfél számára releváns ajánlatokat felkínálja, begyűjtse az ügyfél elérhetőségét a későbbi kapcsolattartáshoz. A feladata végső soron az értékesítési eredmény növelése. Ugyanakkor általános tájékoztató feladatokat is elláthatnak a chatbotok (nyitvatartási információk, elérhetőség, cím, parkolási lehetőségek, gyakran ismételt kérdések megválaszolása), majd azokat az ügyfélmegkereséseket, amelyek ügyintézőt igényelnek, tovább tudják kapcsolni. Komplex üzleti folyamatok kiszolgálására is bevethetők a chatbotok, legyen ez egy előfizetés, megrendelés rögzítése, megrendelt szolgáltatás módosítása, lemondása stb. A chatbot előnyei a 7/24-es elérhetőség, az írásos csatorna nyújtotta lehetőségek kihasználása (az üzenetekbe képek, weboldal-linkek beágyazhatók, az ügyfél válaszadását megkönnyíthetjük lehetséges válaszok felajánlásával). Ezt az ügyfélszolgálati csatornát könnyen igénybe veheti az ügyfél akkor is, ha telefonálásra nincs lehetősége, vagy nem tud folyamatosan, megszakítás nélkül az ügyintézésre figyelni.



Amit látunk, hogy egy sikeres chatbotbevezetést megelőző egy konzultáció, az automatizálni kívánt folyamat modellezése, illetve a kívánt eredmények definiálása. Ezután zajlik a fejlesztés. Tesztelési időszak és IT-biztonsági vizsgálatok előzik meg a bevezetést, az élesbe állítást. Ezt követően sem engedjük el az ügyfél kezét, a finomhangolás, a változtatási igények kapcsán is együtt dolgozunk. Emellett a rendszer támogatását is vállaljuk. Ezeket a teendőket figyelembe véve egy egyszerű chatbot élesbe állítása elképzelhető néhány hét alatt is, viszont egy komplex megoldás bevezetése akár hónapokat is igénybe vehet.

**K. ZS.: Érdekelne, hogy milyen felhasználói és milyen szolgáltatói igény hívta életre a chatbotot a Telekomnál.**

**H. V. J.:** Általánosságban elmondható, hogy egyre növekvő ügyfél-igény mutatkozik a tekintetben, hogy személyes jelenlét nélkül is elvégezhető legyen a szolgáltatásokkal kapcsolatos ügyintézés. A telefonos ügyfélszolgálatok elterjedésével az ügyfelek fokozatosan szokták meg, hogy telefonon már nemcsak általánosságban érdeklődhetnek, de ügyeket is intézhetnek személyes megjelenés nélkül. Egy hasonló technológiaváltás zajlik napjainkban a chatcsatornák általános elterjedése és mindenki számára elérhetővé válása után, hiszen az okostelefonok és a mobilinternet segítségével ez a csatorna már bárki számára elérhető. Most ennek megtanulása, elterjedése zajlik, amelyben természetesen a fiatalabb generációk járnak elől, akik már el is várják a chaten történő kiszolgálást.

Látni kell, hogy ez a generáció már nem telefonhívással, hanem chatüzenetekkel tartja a kapcsolatot egymással, így természetes igény részükről, hogy ugyanezen a csatornán a szolgáltatókkal is kapcsolatba tudjanak lépni. Azt gondoljuk, ebben az évtizedben a chates ügyintézésnek száma meg fogja haladni a telefonos ügyintézésnek számát.

**K. ZS.:** A mai társadalom egy része már szinte online éli meg a kapcsolatait, a virtuális térben léteznek, egy másik réteg kénytelen alkalmazkodni, de igénye van a személyes kapcsolatokra. Ez hogyan formálja át az ügyfélszolgálatokat?

**H. V. J.:** Az online vagy digitális csatornák nem zárják ki a személyességet, még akkor sem, ha az ügyfél nem látja az ügyfélszolgálatos kollégát, csak a hangját hallja, vagy chaten válaszokat kap tőle. Ezekon a csatornákon is fontos a kedves, empatikus kommunikáció, az ügyfél megértése. Minél szűkebb a csatorna (nem látom, nem hallom az ügyfelet), annál könnyebben válik félreérthetővé a másik fél (pl. egy félreérthető mosolyjel vagy rövidítés), így ezeknek a használatára még inkább oda kell figyelni. Ezzel együtt a nemzetközi példák azt mutatják, hogy az ügyfélszolgálatok rendre próbálkoznak a videóalapú ügyfélszolgálással, ahol például egy új ügyfél azonosítása is könnyebben megoldható



(pl. igazolványok felmutatásával). Azt látjuk, a videókapcsolat használata ott is nagyon alacsony, ahol van ilyen lehetőség, de valószínűleg ezzel a csatornával is számolni kell a jövőben, még ha alacsony kihasználtság mellett is. **A Telekom virtuálisügyintéző-projektjének egyik első lépése az volt, hogy a digitális ügyfélszolgálati asszisztensnek emberi nevet adtunk,**

**ennek a célja, hogy mind az ügyfelek, mind pedig a munkavállalók személyként, munkatársként tekintsenek az új, virtuális kollégára. Így kapta a Vanda nevet.**

A személyesség az online felületeken is fontos, ha nem még fontosabb. Emiatt is találkozhatunk olyan jelenségekkel, akár a márkák közösségimédia-felületein is, hogy a márkák kommentjeit aláírják az ügyintézők, ahogy az a mellékelt példán látható.

**K. ZS.:** Milyen a kihasználtsága ezeknek a virtuális eszközöknek?

**P. J.:** A Telekom 1414-es ügyfélszolgálati számára érkező hívások 100 százalékát Vanda fogadja, azok 96 százalékát pontosan megérti, és ma már a kérések 26 százalékát emberi beavatkozás nélkül, teljesen önállóan oldja meg. (Forrás: *A felhőbe költözik a T-Systems üzleti asszisztense*) Minden telefonos ügyfélszolgálatra beérkező hívást a Telekom digitális üzleti asszisztense, Vanda fogad. Az alábbi témákat képes Vanda élő ügyintéző nélkül is, egyedül megoldani:

- Otthoni hibakezelés
- Kiegészítő mobilinternet-csomagváltás
- QUICK SIM-aktiválás
- Információátadás folyamatban lévő megrendelésről
- Mobilhiba-kezelés
- Éves Domino-adategyeztetés
- Létesítéshez kapcsolódó időpont-egyeztetés
- Általános információ
- Mobilegyenleg-információ
- Készülékfüggetlenítés
- Csekknyomtatás
- Jelszó-megváltoztatás
- Mobilszámla-információ
- Kiegészítő mobilnetet kapcsol be a felhasználónak
- Tájékoztatást ad az ügyfél egyenlegéről: hány lebeszélhető perc maradt, mennyi adatforgalmat használ, illetve mennyi volt az előző havi számla végösszege

**Fontos emellett Vanda azon feladata, hogy megértse a hívó szándékát, és a megfelelő ügyintézői csoporthoz kapcsolja a hívást, ha ő nem tudja azt önállóan kiszolgálni. Ezzel a**

**2018 előtti nyomógombos menürendszert (IVR-t) teljesen kiváltottuk, amelynél az ügyfeleknek jellemző problémája volt, hogy sokáig tartott megtalálni a megfelelő menüpontot, ahol segítséget kaptak. Ennek kiváltása a Vanda-projekt egyik nagyon fontos eredménye.**

**K. ZS.:** Milyen eszközökkel vagy milyen rendszerben méri a chatbotok megtérülését?

**H. V. J.:** Általánosságban elmondható, hogy a legfontosabb mérőszám a megtérülési idő, de a beruházásnak fontos eleme az ügyfél-elégedettség növelése, hiszen Vanda az ügyfél számára is időt takarít meg: ma már egy hibaelhárítást sokszor néhány perc alatt megold, például a vezetékes internetkapcsolat végén lévő Telekom-eszköz távoli beállításával.

Ilyen konkrét mérőszám a befektetésarányos megtérülés (angolul: Return on investment – ROI), ami arra ad választ, hogy a befektetett tőke mennyi idő alatt térül meg. Ezt a következő indikátorok alapján lehet számszerűsíteni:

- fluktuáció, betöltetlen pozíciók hatásainak csökkentése, új kolléga on-boarding, a betanítás költségei rendkívül magasak
- a szoftver nem alszik, illetve nem lesz beteg, nem megy szabadságra
- brand-, márká- és innovációs imázsérték növelése

**K. ZS.:** Egyes olvasatok (Szűts, Z., Jinil, Y. 2018) szerint a chatbotok idővel elveszik majd az emberek kommunikációs stílusát és mintázatait oly mértékben, hogy a felhasználók nem tudják majd megkülönböztetni őket az emberektől. Mi erről az önök véleménye, van ilyen irányú tapasztalatuk?

**P. J.:** Bizonyos területeken ennek a megvalósulása már tapintható közelségben van, más területeken ennek a bekövetkezése még várat magára. A trend azonban egyértelműen ebbe az irányba mutat. Kérdés, helyes-e ez az irány: mi úgy érezzük, az ügyfél számára mindig világosnak kell lennie, hogy géppel vagy emberrel kommunikál-e, emiatt a Vanda-projekt indulásakor egy tudatos döntés volt, hogy Vandával ne tévesszük meg az ügyfeleket: a hangja alapján legyen egyértelmű, hogy egy robottal beszél az ügyfél, nem egy élő ügyintézővel.

**K. ZS.:** Mitől más Vanda, mint a többiek? A megalkotásának mi volt a fő célja?

**H. V. J.:** A fő cél az értékes idő megtakarítása mind az ügyfelek számára, mind az ügyintézőink számára. Az ügyfeleknek ma már nem kell a nyomógombos menürendszerrel megküzdeniük, majd egy esetlegesen tévesen kiválasztott menüpont után átkapcsolásra várniuk, hanem az ügyek negyedében Vanda az ügyfél igényét azonnal kiszolgálja, a többi esetben pedig a megfelelő ügyintézői csoporthoz kerül a hívás. Az ügyfélszolgálati munkatársak válláról pedig a repetitív, automatizálható folyamatokat vette le, hogy a humán munkaerő magasabb hozzáadott értékű, komplexebb feladatokkal töltse az idejét.

Magyarország digitalizálása terén úttörő és edukatív szerepet kívánt betölteni a Magyar Telekom Csoport. Megmutattuk, hogy magyar nyelven is megvalósítható az, ami a nagy világnyelveken, elsősorban az USA-ban akkor már több helyen létezett: mesterséges intelligenciával élőszóban kiszolgálni az ügyfeleket. Vanda hazánkban éppen azért unikális, mert nemcsak írásban, chaten, hanem élőszóban, telefonon is ki tudja szolgálni az ügyfeleket, ami sokkal komplexebb feladat, mint az írásos ügyfélkiszolgálás.

**K. ZS.:** Lehet egy kritika, hogy egyelőre kevés dolgot tud elintézni, illetve érezheti úgy az ügyfél, hogy nehezebb vele kommunikálni?

**H. V. J.:** A Vandával automatizált folyamatok száma a 2018-as indulás óta évről évre növekszik. Még nem vagyunk az út végén, de már a hívások több mint negyedét Vanda önállóan kiszolgálja, és azt gondoljuk, ez az arány 40–50% közé fog emelkedni a folyamatos automatizációnak köszönhetően. A hívások másik felében emberi ügyintézőre továbbra is szükség lesz, tehát a robot nem fogja elvenni az ügyfélszolgálatos munkatársak munkáját. Vandával lényegre törően érdemes fogalmazni, Vanda nem veszi ezt udvariatlanságnak, sőt könnyebben megérti a telefonáló szándékát.

- Javasolt csendesebb helyet választani a telefonálásra, a háttérzajok kiszűrésére és a megértés elősegítésére.

- Számokból álló azonosítót érdemesebb a telefon nyomógombjai segítségével megadni neki.

**K. ZS.:** Mérnek elégedettséget Vandával kapcsolatban?

**H. V. J.:** Igen, az International Customer Contact Analysis (ICCA) ügyfél-elégedettségi mérésünk során az ügyfeleket megkérdezzük, mennyire voltak elégedettek Vandával. A méréseink alapján a Vandával való elégedettség és az ügyintéző munkatárssal kapcsolatos elégedettségi értékek között ma már nincs szignifikáns eltérés.

**K. ZS.:** Milyen távlati lehetőségek vannak Vandával kapcsolatban?

**H. V. J.:** Célunk, hogy Vanda megértési képességét még tovább fejlesszük: minél pontosabban és jobban értse meg az ügyfél igényét. Kevesebb visszakérdezésre legyen szükség, azaz egy hosszabb, összetett mondatból több információt legyen képes egy lépésben kinyerni, így az ügyintézési folyamat során kevesebb kérdés-válasz segítségével tudja az üzleti folyamatokat végrehajtani. A Vandával zajló beszélgetések analitikáját is fejlesztjük idén, így még pontosabb képet kapunk a Vandával zajló beszélgetések részleteiről, ez segíteni fogja a már automatizált folyamatok további finomítását. Lehetőséget látunk a diktálásban, a leiratozásban is, ahol az ügyfél részletes leírást is adhat egy folyamat adott pontján.

- Egy zöldmezős ügyfél jellemzően a chatbottal kezdi meg a digitális ügyfélszolgálati asszisztens használatát. Az ügyfélélmény egy következő szintjét jelentheti a hangalapú megoldás bevezetése.
- Speech-to-text (beszéd szöveggé alakítása) technológiával lehetőség nyílik a beszélgetések leiratozására. A leiratozott szövegben bizonyos kritériumok alapján lehet keresni. Erre számos technológia áll rendelkezésre.
- Az érzelemfelismerés – mint feladat a gépi tanulási (AI-) feladatok között régóta szerepel, de ennek pontossága és valós üzleti értéke az ügyfélszolgálatokon erősen kérdéses, emiatt mi a szoftveres érzelemfelismerésre nem építünk üzleti folyamatokat.

Összességében elmondható, hogy Vanda létrehozásának az egyik fő hozadéka az IVR-rendszer kiiktatása, azaz a felhasználónak nem kell hosszú menüpontokat végighallgatniuk. További célja az ügyfélművelés és az ügyfélszolgálati fluktuáció kezelése. Rendkívül fontos üzenet számomra, hogy az élő ügyfélszolgálatosokra továbbra is szükség van, hiszen Vanda inkább egy segítő munkatárs szerepét tölti be, és nem a munkatársak kiiktatására szolgál. Úgy gondolom, a jövőre nézve mind szolgáltatóként, mind felhasználóként el kell fogadnunk a tényt, hogy a virtuális asszisztensek közöttünk vannak és fejlődnek. Rengeteg dolgot meg kell még tapasztalnunk velük kapcsolatban.

Ezúton szeretném megköszönni a T-Systems munkatársainak a cikkhez nyújtott segítségüket, pozitív hozzáállásukat és profizmusukat, mellyel elősegítették a cikk létrejöttét.

#### Forrásjegyzék:

A felhőbe költözik a T-Systems üzleti asszisztense

Forrás V.: Szűts, Z., Jini, Y., „A chatbotok jelensége, taxonómiája, felhasználási területei, erősségei és kihívásai”, *Információs Társadalom, XVIII. évf. (2018) 2. szám, 41–55. old. <http://dx.doi.org/10.22503/infars.XVIII.2018.2.3> [Letöltés időpontja: 2021. 11. 26.]*

**SYNLAB**

EGY CSEPP VÍZ,  
**TENGERNYI  
INFORMÁCIÓ**

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



## Csővezetékek feltárás nélküli felújítása helyszínen kikeményedő béléscsővel (CIPP eljárás)

A CIPP technológia alkalmas nyomó és gravitációs rendszerek:

- ivóvízvezetékek
- szennyvízvezetékek
- gázvezetékek
- csapadécsatornák
- és egyéb ipari vezetékek



gyors és hatékony felújítására Ø 100- 1500 mm átmérő tartományban



csővizsgálat  
pipe inspection



csőtisztítás  
pipe cleaning



no-dig csőfelújítás  
no-dig pipe renovation



tanácsadás  
support

[agriapipe.com](http://agriapipe.com)

# A víz világnapja 2022 – kitüntetések

Az idei évben újra lehetőség adódott arra, hogy a Pesti Vigadóban adjuk át a víz világnapi kitüntetéseket. Az illusztris eseményen több mint 300 fő vett részt, akiken érezni lehetett, hogy milyen sokat jelent számukra újra együtt ünnepelni az ágazat legnagyobb ünnepét.

A Magyar Víziközmű Szövetség **„VÍZ VILÁGNAPI EMLÉKÉREM”**-mel a tagszervezetek által felterjesztett azon kollégákat tünteti ki, akik a víz- és csatornaszolgáltatásban 10 évnél hosszabb időn keresztül kiemelkedő szellemi tevékenységet, illetve különösen hatékony gyakorlati munkát végeztek, és a MaVíz szakmai közéletében eredményes és általánosan elismert társadalmi szerepet vállaltak. Az idén 33 kiváló szakember vehette át az emlékérmét és a vele járó oklevelet, amelyeket Kurdi Viktor, a MaVíz elnöke és Nagy Edit, a MaVíz főtítkára adtak át.

Szervezet	Víz Világnapi Emlékéremre javasolt személy	Beosztás
<b>ALFÖLDVÍZ Zrt.</b>	Mucsi András	technológiai munkatárs
<b>ALFÖLDVÍZ Zrt.</b>	Kormos József	irányítástechnikai főmunkatárs
<b>AQUA Szolgáltató Kft.</b>	Tolnainé Török Tünde	HR-vezető
<b>BÁCSVÍZ Zrt.</b>	Tímár Zoltánné	ügyfélszolgálati ügyintéző
<b>Baranya-Víz Zrt.</b>	Magda József	műszaki vezető és automatizálási ágazatvezető
<b>DAKÖV Kft.</b>	File Lilla	értékesítési és ügyfélszolgálati osztályvezető
<b>Debreceni Vízmű Zrt.</b>	Dobrai Anikó	HR-vezető
<b>Délzalai Víz- és Csatornamű Zrt.</b>	Kendli Richárd	műszaki igazgató
<b>Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.</b>	Pál Tiborné	számviteli koordinátor
<b>Dunántúli Regionális Vízmű Zrt.</b>	Raffay Tünde	központi vizsgálólaboratórium-vezető
<b>Dunántúli Regionális Vízmű Zrt.</b>	Ábrahámné Berdán Éva	szakmai titkár
<b>E.R.Ö.V. Víziközmű Zrt.</b>	Éberhardt József	divízióvezető
<b>Északdunántúli Vízmű Zrt.</b>	Panyik László	főaknász
<b>Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt.</b>	Herceg Ferenc	üzemi ágazatvezető
<b>Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt.</b>	Győrfi Zsolt	nehézgépkész
<b>FEJÉRVÍZ Zrt.</b>	Somorai Miklós	vízellátási üzemmérnökségvezető-helyettes
<b>FEJÉRVÍZ Zrt.</b>	Varga Gábor	szennyvízlabor-vezető
<b>Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.</b>	Gyarmati Imre	technológiai csoportvezető
<b>Fővárosi Vízművek Zrt.</b>	Józsa István (elhunyt)	műszaki főtanácsos
<b>Fővárosi Vízművek Zrt.</b>	Magyari György Gábor	műszaki elemző
<b>Heves Megyei Vízmű Zrt.</b>	Széplaki Csaba	üzemvezető főmérnök
<b>Heves Megyei Vízmű Zrt.</b>	Balogh László	üzemvezető főmérnök
<b>Hidrokomplex Kft.</b>	Zerkowitz Tamás	ügyvezető
<b>MIVÍZ Kft.</b>	Antal Tamás	üzemeltetési osztályvezető
<b>PANNON-VÍZ Zrt.</b>	Tóth Kálmán	TMK-csoportvezető
<b>PANNON-VÍZ Zrt.</b>	Horváth Lajos	mintavevő
<b>Pipelife Kft.</b>	Kedvek László	projektmenedzser
<b>Soproni Vízmű Zrt.</b>	Ivánkovics István	vízhálózat-szerelő
<b>Techno-Wato Kft.</b>	Ujvárosi Gabriella	kereskedelmi irodavezető
<b>TETTYE Forrásház Zrt.</b>	Mózesné Kovács Tímea	tervezőmérnök
<b>Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt.</b>	Kun Sándor	munkairányító
<b>Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt.</b>	Mezei Sándor	lakatos-hegesztő
<b>VASIVÍZ Zrt.</b>	Katona László	szennyvízszolgáltatási főmérnök

A Magyar Víziközmű Szövetség Elnöksége kilenc évvel ezelőtt alapította a **„VÍZIKÖZMŰ ÁGAZATÉRT ÉRDEMÉREM”** kitüntetést. Az érdeméremre a Magyar Víziközmű Szövetség Elnöksége terjeszti fel azokat a kollégákat, akik a MaVíz-ben végzett önzetlen munkájuk által kimagasló, előremutató kezdeményezéseket tettek, és így az ágazat egészére ható fejlesztések előkészítésében, eredmények megszületésében vettek részt. Az idén öt kiváló munkatárs vehette át a magas rangú kitüntetést. A díjakat Kurdi Viktor, a MaVíz elnöke és Nagy Edit, a MaVíz főtitkára adták át.

Az érdeméremmel kitüntetett kollégáknak négy kérdést tettünk fel, mind az öten ezekre a kérdésekre válaszoltak, ki rövidebben, ki hosszabban...

---

*1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?*

---

*2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?*

---

*3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?*

---

*4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?*

---

- Óriási meglepetést és megtiszteltetést jelentett számomra, amikor a víz világnapi ünnepségen meghallottam a nevem. Valamiféle szökőárhoz hasonlatosat éreztem.
- Mi, vízművesek az egyik legfontosabb hivatást látjuk el nap mint nap. Víz nélkül nincsen élet a Földön! Vizet szolgáltatunk, szennyvizet kezelünk környezettudatosan, a jelen és a jövő számára. Bízom abban, hogy ennek a társadalmi elismertsége és megbecsültsége erősödni fog a jövőben, mely nagyban hozzájárulhat az ágazatunk megtartó és bevonzó képességének növeléséhez.
- Arra, hogy a kezdetektől olyan elhivatott szakemberekkel gondolkodhattam együtt társasági és ágazati szinten, akik az aktuális fókusz témák kapcsán tenni szerettek volna a társaságért, illetve az ágazatért. A MaVíz Humánpolitikai Bizottsága jó lehetőséget teremtett nekünk, HR-esek számára, hogy közösen is fejlődhessünk szakmailag, együtt kereshessük a legjobb gyakorlatokat, közösen készíthessünk szakmai állásfoglalásokat, építhessünk szakmai kapcsolatokat és együttműködéseket, illetve kidolgozhatunk közös fejlesztéseket.



**Dobrosi Tamás,**  
HR-koordinátor  
– Nyírségvíz Zrt.

Víziközmű Ágazatért  
Érdemérem – MaVíz

- Csakis egy személynek nem lehetséges. Köszönetem közvetlen feletteseimnek, a három vezérigazgatónak, akik az elmúlt 19 évben lehetővé tették, hogy aktív tagja lehessen a MaVíz Humánpolitikai Bizottságának. Köszönetem azoknak az elhivatott ágazati HR-es szakembereknek, akiktől indítást, útmutatást kaptam 19 éve, amikor csatlakoztam akkori nevén a VCSOSZSZ Humánpolitikai Munkacsoportjához. Köszönetem a mindenkori Humánpolitikai Bizottság tagjainak, akikkel szakmailag együtt gondolkodtunk, alkottunk.

---

*1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?*

---

*2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?*

---

*3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?*

---

*4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?*

---



**Krisztin Róbert,**  
termelésstámogató  
főmérnök – Dunántúli  
Regionális Vízmű Zrt.

Víziközmű Ágazatért  
Érdemérem – MaVíz

- Nagyon örültem, és egyben meg is lepett. A kollégáknak sokáig sikerült titokban tartani, így valós meglepetés volt, mikor a vezérigazgató úr közölte velem. Egy szóval: megtisztelő.
- Nem túlzás azt állítani, hogy szinte mindent. Középiskolás korom óta a DRV ösztöndíjasa voltam, majd diploma után a munkavállalója vagyok. Így már nem is 30, hanem majdnem 40 év köt a szakmához.
- Arra, hogy végigjártam a „ranglétrát”. Szoktam mondani a kollégáimnak, hogy én tudom, milyen az „öltöző” belülről is. Rengeteget meríték ma is felső vezetőként a korai időkből.

Főleg emberi oldalról.

4. Büszke vagyok arra, hogy rengeteg kiváló kollégával dolgozhattam, dolgozom együtt. Azonban a kérdésre a válasz a maga módján egyszerű: édesapámnak (ő is vízműves nyugdíjas). 13 évesen vele beszélgetve döntöttem a szakma mellett, és nem bántam meg. Remélem, a szakma sem bánta meg, hogy befogadott, és sikerül egy kis nyomot hagynom magam után.

---

*1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?*

---

*2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?*

---

*3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?*

---

*4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?*

---



**Dr. Szabóné dr. Török Anna,**  
laboratóriumvezető  
– Debreceni Vízmű Zrt.

Víziközmű Ágazatért  
Érdemérem – MaVíz

1. Nagyon boldog voltam, igazi megtiszteltetésnek éreztem. Már nem is számítottam semmilyen kitüntetésre, hiszen a cégvezetés javaslatára 2018-ban kaptam meg a Víz Világnapi Emlékérmet. A hír különösen jólesett azért is, mert ez év április közepén kezdem meg a nyugdíjas éveimet, és ez a kitüntetés megkoronázza a Debreceni Vízmű Zrt.-nél eltöltött 38 éveimet; ez egy rangos elismerés, méltó befejezése a pályámnak.
2. Nemcsak a szűkebb környezetemre, de az egész ország MaVíz-es laboros kollektívájára jellemző, hogy összetartanak, egymást segítik. Soha nem érzi az ember, hogy a prob-

lémáival egyedül van, mindig vannak kollégák, akiknek jó ötletük van a megoldásokra. Ehhez nagyban hozzájárul a már több évtizede, a MaVíz által minden évben megrendezett országos laboratóriumvezető értekezlet, ahol személyes ismeretéseket is köthettünk, és éppen az aktuális feladatok megoldásán tudtunk közösen gondolkodni. Ilyen környezetben és lehetőségekkel az ember csak jól érezheti magát, és büszke arra, hogy vízműves, annál is inkább, mert a munkámmal részese lehettem annak a komplex folyamatnak, hogy az emberek poharába mindig egészséges, jóízű ivóvíz kerüljön!

3. Laboratóriumvezetőként a kollégáimra vagyok a legbüszkébb. A jelenlegi kollektívát több éven keresztül sikerült megtartani, és a nyugdíjba vonulókat olyan pozitív emberekkel pótolni, hogy egy ütőképes, dolgozni szerető, munkájukhoz értő, jó társaság kovácsolódhatott össze. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy nincs semmi további teendő, az új feladatok mindig új helyzetet teremtenek minden vonalon.
4. Csak egy személyt nem lenne tisztességes megjelölni, hiszen ennyi év alatt én magam is hatalmas változáson mentem keresztül. Első körben a tanárim jutnak eszembe, akik az egyetemen megmutatták és megszeretették velem a szakma szépségeit. Pontosságra és precizitásra tanítottak. A sok név közül kiemelném a témavezető tanáromat, dr. Dévai György professzor urat. Természetesen a tanáraimon kívül az összes kollégámnak is köszönök mindent! Molnár Lászlónak – a munkahelyemen az első főmérnökömnek –, Ányos József nyugdíjas vezérigazgatónak és Gorján Ferenc jelenlegi vezérigazgatónak is köszönettel tartozom, akik végig mellettem álltak, bíztak bennem és segítettek a munkámat. Végül említem, de nem utolsósorban a családomat, férjemet, fiaimat, akiknek sokszor tudomásul kellett venniük, hogy anyának most más dolga van, például hétvégén már megint akkreditálásra kell készülnie.

---

*1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?*

---

*2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?*

---

*3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?*

---

*4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?*

---



**Szeverényi György,**  
vezérigazgató  
– Alföldvíz Zrt.

Víziközmű Ágazatért  
Érdemérem – MaVíz

1. Nagy megtiszteltetés volt számomra, hogy az Elnökség nekem is megítélte ezt a díjat. Nagyon megható, és persze büszke is voltam rá.
2. A mi szakmánk szolgálat. Ha mögé nézünk a munkánknak, akkor nem csak egy általában vett munkahelyet látunk. A mi feladatunk, hogy napi 24 órában egészséges ivóvizet szolgáltatassunk, és a szennyvizeket úgy vezessük el, hogy az ne okozzon környezeti károkat. Engem mindig büszkeséggel tölt el, hogy ennek a szolgálatnak a része lehetek.
3. Arra, hogy 25 éve része vagyok az ALFÖLDVÍZ és a víziközmű-ágazat szervezetének.
4. Egy személyt nem tudok kiemelni. Az összes volt és jelenlegi vezetőm, akiktől bizalmat kaptam, az összes munkatársam, akik segítettek ebben, és a Műszaki Bizottság, akikkel egymást támogatjuk.

1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?

2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?

3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?



**Dr. Szigeti Tamás János,**  
üzletfejlesztési igazgató  
– WESSLING Hungary Kft.

Víziközmű Ágazatért  
Érdemérem – MaVíz

- Amikor megtudtam, hogy a rendezvényre családi meghívót kaptunk, meglepődtem, és furcsa érzésem volt: ugyan minek családostól felvonulni egy szakmai ünnepi rendezvényen? Nem láttam az okát, de azután napirendre tértem a dolog felett. Amikor felolvasták a nevemet, ismét csodálkozó borzongás futott át rajtam, s közben visszacsatoltam arra az eseményre, amikor Zanathy Laci felhívta a feleségemet, Szipola Ilonát, hogy feltétlenül jelenjünk meg a víz világnapja rendezvényén... Nos, meglepődtem, csodálkoztam, és zavarba jöttem: miért pont én? Mit tettem én a vízipar érdekében, hogy egy ilyen megtiszteltetésben részesülök? Mindazonáltal nagyon jólesett, és mindenkinek hálásan köszönöm, aki javasolt a díjra, és nektek is, akik elfogadtátok a felterjesztést! Külön örülök, hogy a Fejér Megyei Vízművek elhivatott tudós munkatársa, egykori főnököm, Varga Gábor barátom is megkapta a díjat.
- Valójában már évtizedek óta nem vagyok a szó szigorú értelmében vett „vízműves”, hanem csak „laboros”, de a sors különös kegyelme folytán voltam igazi „vízműves” is: a 80-as évek végén három és fél évig a Fejér Megyei Vízművek

Szennyvíz-laboratóriumában voltam műszeres analitikai csoportvezető. Számomra a „vízműves” az élet egyik feltételének biztosítását szolgáló elhivatott szakember, akár a legegyszerűbb betanított munkásra, akár a rendszereket működtető közép- és felső vezetőkre gondolok. A vízművesek számomra egy szakmai, emberi barátságot magában foglaló összetartó szakmai csoportot jelentenek, akik nélkül a civilizált élet lehetetlen lenne, akár az ivóvízellátásról, akár a csatornák üzemeltetéséről beszélünk. Egykori munkahelyemről még mindig vannak nagyon kedves barátaim.

- Ha a vízműves múltamra gondolok, akkor a fehérvári szennyvíztelep fermentáló tornyai működésének ellenőrzésére kidolgozott gázkromatográfiás vizsgálat az egyik legemlékezetesebb, amelyet az akkor még működő Komáromi Kőolajipari Vállalat Vitator-10 üzemében is sikerült beállítanunk. Fehérváron a biogázzal gázmotorokat működtettünk, Komáromban pedig a B12-gyártás paramétereit állítottuk be a GC-s vizsgálatokkal.
- Egy személyt nem tudok megnevezni. A gázkromatográfiás vizsgálatok gyakorlati rejtelmeibe Sárváry László laborvezető avatott be a pályám kezdetén Velencén (NÖVÁLL), majd a BME-n Balla József professzor úr támogatott egy szakmérnöki kurzus során. A WESSLING-be Zanathy Laci hívott, és 21 éven át volt ösztönző, segítőkész munkahelyi vezetőm, de nem feledkezhetem meg Palotai Zoli szinte már testvéri barátságáról és szakmai együttműködéséről sem.

A víz világnapja alkalmából a Belügyminisztériumban rendezett ünnepségen 2022. március 21-én kerültek átadásra a **KVASSAY JENŐ-EMLEKÉREM** és **VÁSÁRHELYI-PÁL DÍJ** kitüntetések. A kitüntetett kollégáknak szintén feltettük az előző négy kérdést.

1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?

2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?

3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?



**Hegyi Zoltán,**  
vezérigazgatói tanácsadó  
– Pannonvíz Zrt.

Kvassay Jenő-emlékérem  
– Belügyminisztérium

- Mindenki titokban reménykedik, hogy valamikor erkölcsileg elismerik a munkáját; amikor megtudtam, hogy kitüntetett leszek, végtelen boldogságot éreztem.
- Harmincnégy éves munkaviszonyom után egy szóval tudom leírni: elkötelezettség.
- A vagyonátadásokat követően sikerült megalapítani a vidéki viszonylatban ma is legnagyobb önkormányzati tulajdonban lévő víziközmű-szolgáltató vállalatot.
- Nagyon köszönöm Rácz Attila elnök-vezérigazgató úrnak, a MaVíz elnökségének és valamennyi munkatársamnak.

1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?

2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?

3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?



**Oszoly Tamás,**

nyugalmazott műszaki vezérigazgató-helyettes – Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

Kvassay Jenő-émlékérem – Belügyminisztérium

1. Meglepett, jólesett. Még nagyobb öröm volt számomra, ahogy korábbi munkatársak, rég nem látott ismerősök őszintén együtt örültek velem.
2. Életformát, folyamatos aktivitást, gondolkodást, készenlétet. A szakma szeretete megmaradt, a gyakorlat most más.
3. Minden perce fontos volt, más és más szempontból, így az egészszre, ahogy volt, a nehézségekkel és a sikerekkel együtt.
4. Pályafutásom több mint négy évtizedes volt, egy nagy cégnél, különböző területeken, beosztásokban, nem lehet ezt az időszakot egy személyhez kötni. Sokat köszönhetek volt feletteseimnek, Vörös Ferencnek, dr. Szilágyi Mihálynak, Képecs Györgynek, Stéphane Ebelard-nak és Palkó Györgynek, akiktől sokat tanultam, akik bizalma töretlen volt irántam. Sokat köszönhetek munkatársaimnak, akiktől szintén sokat tanultam, kölcsönös bizalom és megbecsülés alapján dolgoztunk együtt, szerettem bejárni közējük. Aki folyamatosan, évtizedeken keresztül nyugodt családi hátteret biztosított, emellett komoly szakmai támogatást is nyújtott, a nehezebb percekben biztatott, ő a feleségem, Makó Magdolna.

1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?

2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?

3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?



**Stang Elemér,**

szennyvízágazati műszaki vezető – Északdunántúli Vízmű Zrt.

Kvassay Jenő-émlékérem – Belügyminisztérium

1. Természetesen, nagyon meglepődtem, eszembe sem jutott, hogy részesülhetek ilyen elismerésben, és hát persze, nagyon örültem.
2. SZOLGÁLTATNI és szolgálni. Az első a fogyasztó, hiszen a feladatunk, hogy a lehetőségeinket maximálisan kihasználva biztonságosan és magas szinten elégítsük ki az igényeket, ehhez az ÉDV Zrt. tudja biztosítani a szükséges infrastruktúrát, az anyagi és a humán erőforrás-kereteket.
3. 2003–2004 között Oroszlányon valósult meg Magyarországon elsőnek a membrán- bioreaktoros szennyvíztisztítási technológia. Az első kapavágástól részt vettem a beruházásban, ami példaértékű volt akkor hazánkban. Most a feleségemet idézném: olyan volt ez az oroszlányi szennyvíztisztító telep nekem, mintha a saját gyerekelem lenne, és ezt valóban így éltem meg. Erre a telepre ma is referenciaként tekintenek, üzemeltetése, kibocsátási eredményei most is példaértékűek, ezt nem csak én állítom, minden visszajelzés ezt támasztja alá.
4. Itt azért két embert kell megemlítenem. Először Halmi János vegyészmérnököt, aki elindított ezen a vonalon. Az ő tá-

mogatása és mellettem történő kiállása nélkül biztos, hogy nem maradtam volna ezen a pályán. Szennyvíztechnológusként dolgoztam alatta, feladatomban a már elkészült szennyvíztisztító telepek beüzemelése volt itthon és külföldön egyaránt. Gyönyörű időszak volt, nagyon élveztem, kiváló kollektívában dolgozhattam. Mind szakmailag, mind emberileg rendkívül sokat tanultam tőle. A másik Lazók Zoltán, aki még az OSZ. Zrt. vezérigazgatójaként 2003-ban bizalmat szavazott nekem, és megbízott az oroszlányi szennyvízágazat vezetésével. Erre az időszakra esett a fentebb már említett beruházás is. Mindig minden támogatást, lehetőséget biztosított számomra, pályafutásom legszebb, legjobb éveit neki köszönhetem.

1. Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben Te lettél az egyik díjazott?

2. Mit jelent számodra a vízművesnek lenni (vagy jelentett)?

3. Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

4. Ha megköszönhetnéd egy személynek, hogy ma ott vagy, ahol vagy és megkaptad ezt a díjat, ki lenne az és miért?



**Jasper Lóránt,**

ügyvezető igazgató – DAKÖV Kft.

Vásárhelyi Pál-díj – Belügyminisztérium

1. Őszintén meg kell mondanom, hogy nem tudtam a személyemet érintő felterjesztésről a meghívó megérkezéséig. Egyrészt meglepődtem, mert nem számítottam e rangos elismerésre, másrészt pedig örömteli megtiszteltetés az, amit éreztem. Köszönöm, amiért munkásságom alapján érdemesnek találtak a Vásárhelyi Pál-díjra.



2. Túlzás nélkül állíthatom, hogy az egész életemet jelenti, hiszen a Műszaki Egyetem elvégzése utáni másfél éves kitérőtől eltelve az egész pályafutásomat a víziközmű-ágazatban töltöttem el. 1985-ben a Pest Megyei Víz- és Csatornamű Vállalatnál helyezkedtem el szennyvíztelep-vezetőként. A rendszerváltozás után, a PVC SV felbomlását követően a dabasi üzemmérnökség települései – Dabas, Bugyi, Alsónémedi, Örkény és Táborfalva – együtt maradtak, és mivel a települések képviselői engem bíztak meg a vezetéssel, így 1992 decemberében az önkormányzatok felhatalmazása alapján megalapíthattam a DAKÖV Dabas és Környéke Vízügyi Kft.-t, amely idén ünnepli 30 éves jubileumi fennállását. Vízművesnek lenni számomra egy nemes szolgálat, egy misszió, egy fajta hitvallás, amit csak vízműves szívvel és lélekkel képes egész életre a zászlajára tűzni az ember.
3. A legbüszkébb arra vagyok, hogy még talpon vagyunk! Bármennyire is az öröm pillanatai ezek, nem tudok a DAKÖV Kft.-re – amit a gyermekemnek tekintek – úgy gondolni, hogy ne jusson eszembe az a Dávid–Góliát-küzdelem, amit nap mint nap a megmaradásunkért vívunk. Büszke vagyok arra a DAKÖV Kft.-re, amelynek munkája az emberi létezés szolgálatja, amelynek közvetett tárgya az a létfontosságú és nélkülözhetetlen elem, ami a vízkincs; amely a kezdeti és az ágazatot azóta is folyamatosan sújtó nehézségekkel dacolva folyamatosan épül, bővül és fejlődik; amely folyamatosan biztosítja a színvonalas üzemeltetést és látja el a felhasználók igényeit; amelynek mára 64 önkormányzat a tulajdonosa, és egy majd 500 munkavállalót foglalkoztató társasággá nőtte ki magát. Bízom benne, hogy szebb napokat megélve megünnepelhetjük a társaság 40., 50. és 60. évfordulóját is.
4. Azt gondolom, hogy ez az életműdíjnak tekinthető kitüntetés tulajdonképpen mindannyiunké, és valamilyen mértékben minden kollégát megillet a DAKÖV Kft.-nél. Azt, ahol én személy szerint ma tartok, minden munkatársamnak köszönhetem, akik valaha a cégünkért és a felhasználókért elhivatottan, lelkiismeretesen, tevékenyen dolgoztak. Hálas vagyok azoknak a kollégáimnak, akik a jelenleg a víziközmű-szolgáltatókra általánosan jellemző, nem túl vonzó

szakmai körülmények és a korlátozott anyagi ellensúlyozás ellenére is hosszú évekre, évtizedekre elköteleződtek és kitartanak az ágazatban. Amit egyénileg a szakmában elértem, az közös érdemünk, és Nekik köszönhetem.

A Magyar Víziközmű Szövetség Víz az Élet Alapítványának Kuratóriuma idén 19. alkalommal ítélte oda a **REITTER FERENC-DÍJ**-at. A Szövetség legmagasabb kitüntetésében minden évben egy kiemelkedő személy részesülhet. A Reitter Ferenc-díjat Keszler Ferenc, a Víz az Élet Alapítvány Kuratóriumának tagja és Kurdi Viktor, a MaVíz elnöke adták át.

A 2022. évi Reitter Ferenc-díjat az Alapítvány Kuratóriuma mérnöki, tudományos és oktatói munkájáért **dr. Darabos Péter**nek, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszéke címzetes docensének ítélte oda.

Dr. Darabos Péter 1976-ban diplomázott okleveles építőmérnöként, ezt követően a VÍZITERV-nél dolgozott és szerzett tervezői tapasztalatot három éven keresztül. A BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékén 1979 óta, több mint négy évtizede dolgozik, nagy szerepet vállalva a minőségi mérnökutánpótlásban a víziközmű-ágazat számára. Ügyvezetője a Hydro Consult Vízügyi, Környezetvédelmi Mérnöki Tanácsadó Kft.-nek, segítve a víziközmű-szolgáltatók működését. Kiemelkedő a vízellátó hálózatok és rendszerek tervezése, építése, üzemeltetése, valamint a hidraulikai és vízminőségi modellezés területén végzett szakmai munkája. 1976 óta tagja a Magyar Hidrológiai Társaságnak, 1994-től az MHT Vízellátási Szakosztály vezetőségének tagja. Az ágazatért végzett munkájáért 2001-ben Pro Aqua emlékérem, 2007-ben Bogdánfy Ödön-emlékérem, 2016-ban Kvassay Jenő-emlékérem kitüntetésben részesült. Mérnöki, tudományos és oktatói munkája révén a víziközmű-kultúra egyik meghatározó személyisége. Dr. Darabos Péterrel következő lapszámunkban olvashatnak interjút.

Minden kitüntetettnek szívből gratulálunk és kívánunk további munkájukhoz jó erőt, kitartást, a nyugdíjas kollégáknak pedig jó pihenést és a családjuk körében eltöltött boldog éveket!

## „Atipikus munkavégzés (táv munka) bevezetésének lehetősége és kipróbálása (pilot), valamint generációváltással kapcsolatos változások feldolgozása a MaVíz-nél” című GINOP-5.3.5-18-2020-00192 azonosító számú projekt eredményeinek megosztása

**PATKÓ GERGELY**  
MaVíz

2021. nyár végén első lépésként az ágazat helyzetét feltáró elemzésre, majd egy adatgyűjtésre került sor az ALFÖLDVÍZ Zrt., a BÁCSVÍZ Zrt. és a ZALAVÍZ Zrt. körében. A kérdőíves felmérés során többek között azt is vizsgáltuk, hogy a tagszervezetek működési rendje, szervezeti kultúrája mely munkakörökben tenné lehetővé a távmunka bevezetését. A szervezeti diagnózis felállításával együtt összeállt egy mintadokumentum-csomag, amely sablonokat, útmutatókat tartalmaz a munkaügyi szerződésekre, a távmunkaszabályzatra, a kockázatértékelésre vonatkozóan, elősegítve a rugalmas foglalkoztatás egységes szabályozását az ágazaton belül. A felmérés a távmunka előnyei mellett felhívta a figyelmet annak nehézségeire is, így az izoláció elkerülésére vagy a vezetői kontroll hatékony kialakítására, ezért 50 fő munkavállaló részére képzést szerveztünk „Hatékony kommunikáció hagyományos és atipikus foglalkoztatást alkalmazó munkaszervezetekben” címmel. A tudásátadás érdekében egy, a MaVíz arculatához illeszkedő e-learning-felületet is kialakítottunk. Ezen a Moodle-felületen a sablonok és a módszertan eredményei is elérhetőek. A Moodle kiegészítéseként bevezettünk egy olyan programot is, amellyel a távmunkát bemutató látványos SCORM-tananyagot hoztunk létre. A tesztekkel kiegészített interaktív kurzust 51 vízműves kolléga végezte el sikerrel. A kísérleti projekt keretében a ZALAVÍZ Zrt. a kapott dokumentumokat és segédleteket 2022. év elején sikeresen adaptálta, kialakította a szervezet távmunka-szabályozását, és élesben is felállított két távmunkaállomást.

A pályázat céljaival kapcsolatosan a szolgáltatók gazdasági, jogi, HR-vezetői, valamint a legfelső menedzsment részére tájékoztató rendezvényeket szerveztünk.

A projekt eredménydokumentumai elérhetőek a MaVíz honlapján: <https://www.maviz.hu/ginop-2020>



## A hidraulikus megoldások teljes köre

Az SE/SL szivattyúk több hidraulikai kivitelben kaphatók az összes szennyvíz alkalmazás esetében a legmagasabb szintű teljesítmény mellett történő megbízható és hatékony működés érdekében:



Az S-tube® zárt járókerekek egy vagy két csatornával, nagy szabad átömlési keresztmetszettel és nagy hatékonyságot biztosítanak. A zárt S-tube® járókerékkel felszerelt SE/SL szivattyúk ideálisak a kicsit és közepesen szennyezett szennyvizek esetében.



A nyitott S-tube® elemekkel felszerelt félig nyitott járókerekek magas szintű hatékonyságot biztosítanak egy széles működési tartományban. Testre szabhatók annak érdekében, hogy megfeleljenek egy konkrét terhelési értéknek. A nyitott S-tube® elemekkel rendelkező járókerekekkel felszerelt SE/SL szivattyúk ideális megoldást jelentenek a közepes-től szélsőséges mértékig szennyezett szennyvizek esetében.



A SuperVortex szabadáramlású járókerekek ideális megoldást jelentenek az olyan kihívást jelentő alkalmazások esetében, ahol nagy a koptató hatású, illetve a szálanyag-tartalom.

## Kiváló energiahatékonyság

Az SE/SL szivattyúk mind magasszintű „kábelről vízig” hatékonyságot, és magasszintű motorhatékonyságot biztosítanak IE3 kompatibilis alkatrészekkel, minimális szinten tartva az összesített energiafogyasztást. Kopással és elhasználódással járó bizonyos ideig tartó üzemelés után az SE és az SL kategóriába tartozó szivattyúk könnyen szervizelhetők, és könnyen helyreállítható az eredeti gyári szintnek megfelelő teljesítményük és hatékonyságuk.



Szivattyú-  
akna



Kommunikációs  
interfészek



Vezetéknélküli



Felhők

be  
think  
innovate

GRUNDFOS



# DULCODES LP

## UV berendezés

Másodperc pontosságú fényerő szabályozás



További információért kérjük, látogassa meg weboldalunkat:  
[www.prominent.hu](http://www.prominent.hu) vagy hívjon minket az alábbi  
telefonszámon: +36 96 /511-400



ProMinent®

# Bemutakozik a DPMV Zrt.

## CÉGTÖRTÉNET

A Dél-Pest Megyei Víziközmű Szolgáltató Zrt. (DPMV Zrt.) története – bár nem jogelőd nélkül létrejött cég, de igazi története valójában – a víziközmű-szolgáltatásról szóló törvény hatálybalépésével vette kezdetét. A felhasználói egyenértékekre vonatkozó törvényi előírásnak történő megfelelés érdekében 12 önkormányzat közös elhatározással megalapította társaságunkat, melyhez az évek során további önkormányzatok csatlakoztak, illetve alapítók váltak ki, egészen a jelenlegi, 20 településből álló ellátási terület kialakulásáig. A DPMV Zrt. már a kezdetektől fogva kizárólagos önkormányzati tulajdonban található.

Bár a legtöbb társaság a bemutatkozásakor, saját jogán vagy jogelőd(ei) révén visszavezeti történetét az ivóvízellátási rendszerek kiépítésének kezdetéig, esetünkben ezt azért nem alkalmazzuk, mivel az integráció során nálunk nem egy-két domináns szolgáltatóhoz csatlakoztak a „kicsik”, hanem egy-hat települési rendszert üzemeltető, jellemzően kisvízművek álltak össze egy nagyobb cél (a fennmaradás/túlélés) érdekében. E szemléletünk révén társaságunk idén július 5-én ünnepli alapításának 10. évét.

2013. október 3. napján ünnepélyes keretek között – az első 14 víziközmű-szolgáltató egyikeként – vehettük át működési engedélyünket a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivataltól (MEKH). Társaságunkat ekkor még csupán 12 önkormányzat alkotta, de már így is meghaladtuk az elvárt 150 ezres felhasználói egyenértéket.

2014-ben megtörtént az első bővülés, ekkor nyolc település csatlakozott társaságunkhoz. A csatlakozók közül hat település esetében a korábban és azt követően is alkalmazott bérleti-üze-



**GEBHARD ANTAL**  
hatósági csoportvezető,  
DPMV Zrt.

[gebhardantal@dpmv.hu](mailto:gebhardantal@dpmv.hu)



1. kép: Vecsés, irodaépület és állandó ügyfélszolgálat

meltetési szerződéses üzemeltetési forma helyett egyéb okok miatt vagyongazdálkodási szerződés került megkötésre.

Két évvel később, a 2016. évben két további község csatlakozott, és egy alapító tag település távozott társaságunktól. A távozó település méretéből adódóan szükségessé vált a korábbi üzemirányítási rend átalakítása, és lényegében ekkor került kialakításra a mai napig alkalmazott, három üzemigazgatóságból álló felépítés.

2021. év végén – bár az elhúzódozó szolgáltatóváltás miatt természetesen csak 2022. első negyedévében – távozott egy további alapító község. A távozása révén, működésünk történetében első alkalommal lehetünk ivóvízátadók és egyúttal szennyvízátvevők. Bár a korábbi kiválással ellentétben ez a kilépés nem volt olyan elegáns (elszámolási kérdésekben jelenleg is peres eljárás van folyamatban), ugyanakkor egyes híresztelésekkel ellentétben a távozása nemhogy a DPMV későbbi vesztét okozza, sőt inkább javít a jövőbeni gazdálkodási mutatóinkon.

## AZ INTEGRÁCIÓ

A víziközmű-integráció során 13 korábbi szolgáltató dolgozói állományra és különböző műszaki színvonalú eszközparkja került összevonásra. Az egyes víziközműrendszerek általános avultsági állapota, kihasználtsága és egyéb jellemzői finoman szólva is

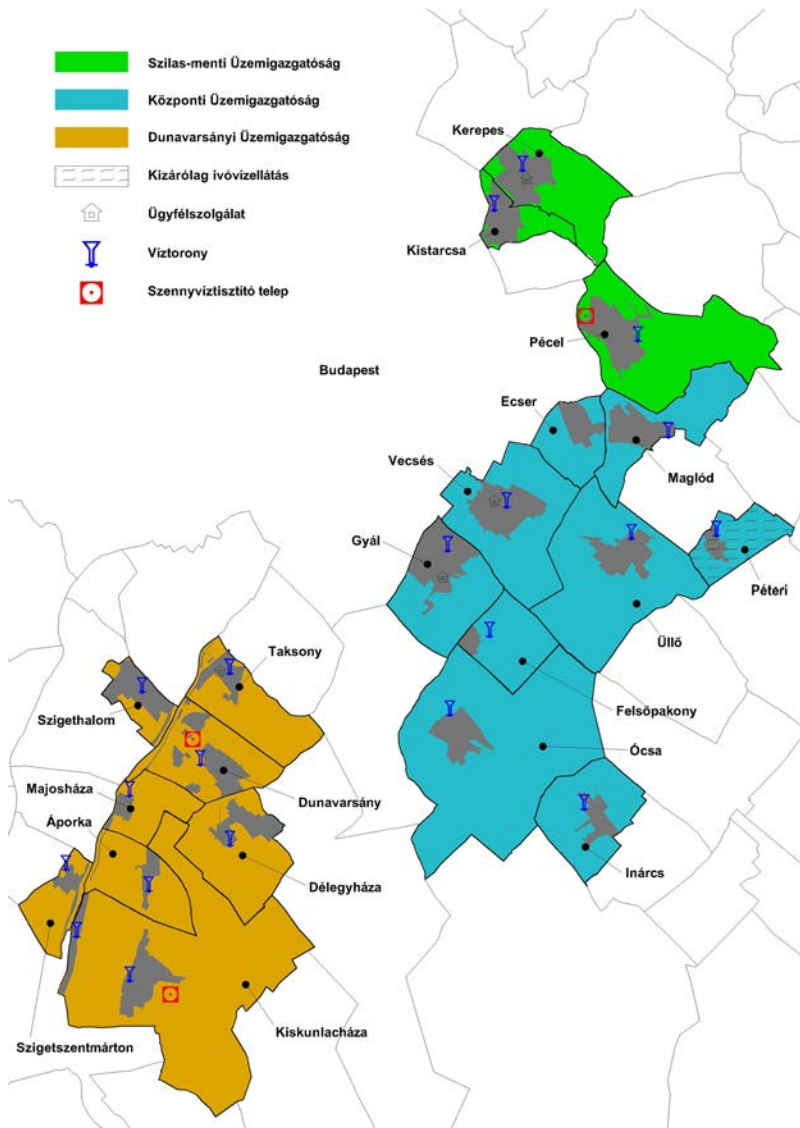
jelentősen eltértek egymástól. A kezdeti időkben elsődleges feladatunk ezek azonos színvonalra történő emelése, valamint egységes működési rend kialakítása volt, mely a későbbi minőségi szolgáltatás alapját képezi. A korábbi szolgáltatók által alkotott „autonómiák” és az „így szoktuk” szemlélet lebontása, továbbá az új működési rend kialakítása jelentős feladatnak bizonyult, mely talán a mai napig nem ért véget.

## MŰSZAKI JELLEMZŐK

Társaságunkat kifejezetten agglomerációs víziközmű-szolgáltatóként tudjuk meghatározni, melynek fő tevékenysége az érintett települések ivóvízellátásának, valamint az elválasztott rendszerű szennyvízelvezetésének és -tisztításának biztosítása. Ezen alaptevékenység végzésén túl az ellátási terület 17 településén a DPMV Zrt. került kijelölésre a nem közművel összegyűjtött háztartási (szippantott) szennyvizek begyűjtésére és ártalmatlanítására is.

Bár csupán 20 település (jellemzően község, illetve kisváros, továbbá két középváros) alkotja az ellátási területünket, az ezek által alkotott 34 víziközműrendszer közel sem nevezhető azonos kialakításúnak.

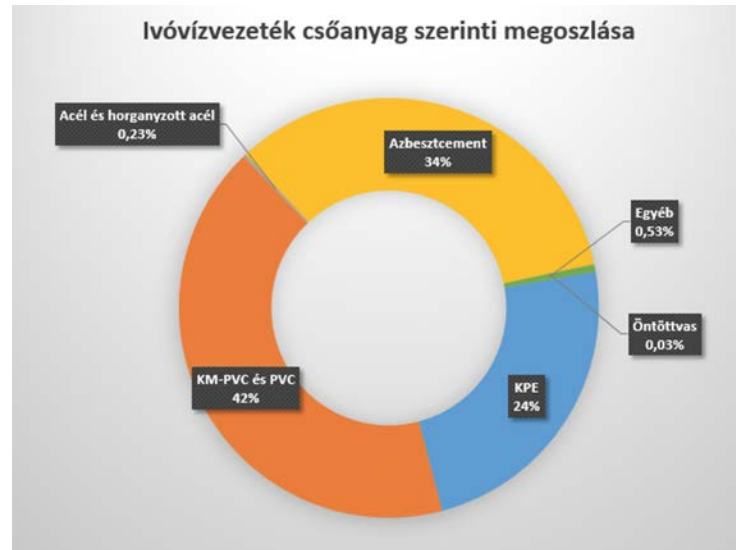
Húsz településen 84 db vízműkúttal, 13 db ivóvíztisztító teleppel, 20 db magas és 33 db térszíni víztárolóval, valamint több mint 1155 km ivóvíz-törzshálózat üzemeltetésével biztosítjuk az



2. kép: Ellátási terület

ivóvízellátást, melynek során ~9,1 millió köbméter saját termelésű, illetve további ~1,2 millió köbméter társszolgáltatótól átvett ivóvíz kerül továbbításra a felhasználók felé.

Az ellátási területen társaságunk üzemeltetési időszakában 19 db új vagy melléfúrásos felújítással létesített vízműkút és 10 új ivóvíztisztító rendszer valósult meg.



1. diagram: ivóvízvezeték csőanyag szerinti megoszlása

Jelenleg három jellemző csőanyag alkotja a hálózatot, nevezetesen: KM-PVC 42%, ac. 34% és KPE 24%-os arányban. Ennek alapján számunkra is jelentős fejtörést okoz az egyre inkább előregedő ivóvízhálózat műszaki állapota. Az ac. csövek cseréje a jövő nagy kihívása, mely az ellátási terület sajátosságai miatt sok esetben egyúttal átmérőbővítést is igényel.

A szennyvízelvezetési feladatokat 19 településen látjuk el. A szennyvízelhelyezés esetében a társszolgáltató részére történő szennyvízátadás dominál, amit a saját üzemeltetésünkben található három szennyvíztisztító telep egészít ki. A szolgáltatást 542 db közterületi szennyvízáttemelő, 2060 db házszenyvíz-beemelő és több mint 1220 km szennyvíztörzshálózat üzemeltetésével látjuk el. A létesítmények révén több mint 9,0 millió köbméter szennyvíz kerül összegyűjtésre, melyből 2,1 millió köbméter saját szennyvíztisztító telepeinken kerül megtisztításra. A fennmaradó mennyiség társszolgáltatóknak (FCSM Zrt., Fővárosi Vízművek Zrt., DAKÖV Kft., ÓCSA és Társai Nonprofit Kft.) kerül átadásra. A kijelölt szennyvízleürítési pontokon évente ~24 ezer

köbméter szippantott szennyvíz kerül fogadásra. A csatornahálózat üzemeltetése során – önálló ellenőrzési csoport működtetésével – külön figyelmet fordítunk az illegális csapadékvíz bevezetések feltárására és megszüntetésére.

A három szennyvíztisztító telepünk mindegyike már a mi üzemeltetési időszakunkban létesült vagy került teljeskörűen felújításra.

Szokták mondani, hogy „a változatosság gyönyörködtet”, esetünkben ezt a sokszínű víziközműrendszer-kialakítások teremtik meg. Üzemeltetésünkben található olyan közepes méretű település (>20.000 fő), mely vízellátása szigetüzemként alig 4 kúttal a legnagyobb vízigény esetén is biztosítható, míg másik hasonló adottságú (szigetüzem) település esetében a normál üzem biztosítása 15 kút

egyidejű üzemeltetésével is nehézkes az öt nyomászónára osztott rendszeren. Vízbázisok tekintetében – némi iróniával – „szabadon válogathatunk” az elvárt értéket meghaladó vas-mangán-, ammónia-, nitrát-, illetve arzéntartalmú vízadórétegek között. E

3. kép: Dunavarsány, szennyvíztisztító telep felújítása



vízbázisok okán az üzemeltetésünkben található víztisztító technológiák felsorolása leginkább egy tankönyvi tartalomjegyzékhez hasonló.

Szennyvízelvezetés tekintetében szintén található üzemeltetésünkben egy települési szennyvízhálózat egyetlen (vég)átemelővel, míg egy másik rendszer esetében 300 db feletti a közterületen található átemelők száma. A gravitációs és nyomott szennyvízelvezető hálózatok működtetését kilenc település esetében vákuumos elvezetőrendszer üzemeltetése teszi „érdekesebbé”. Elmondható tehát, hogy – ahogyan a legtöbb helyen, úgy – nálunk is megtalálható valamilyen mértékben az elmúlt évtizedek összes technológiája.

Kuriózumnak számító vízi létesítménnyel nem rendelkezünk. A legegységibb létesítményünk a kistarcsai aquatórusz, melyből tudomásunk szerint Kaposváron található még egy példány országunkban.



4. kép: Kistarcs, aquatórusz

## GAZDASÁGI HÁTTÉR

Talán az egyik legnagyobb változást az ügyfélszolgálati ügyintézés során tapasztalhatták felhasználóink. A kezdeti időkben – örökölt állapotként – volt olyan időszak, amikor 12 ügyfélszolgálati irodánk is üzemelt az akkori, 21 település által alkotott ellátási területen. Ez a fajta kialakítás alacsony hatékonyságot és meglehetősen pazarló működést eredményezett, ugyanakkor a változtatási igények jóváhagyására vonatkozó jelzésünk sem mindig ért célt az ellátásért felelősök között. A jelenlegi személyes ügyfélszolgálati struktúra az egyre nagyobb nyomáson túl végül a MEKH Felhasználói Elégedettségi Felmérésének beruházási igénye és a Covid19 együttes hatása révén kerülhetett kialakításra.

Felhasználóink a 2017. évtől már online ügyfélszolgálati felületen is indíthatnak ügyintézését. A

pandémia következtében az ügyintézési folyamatok átalakítására volt szükség. A személyes ügyintézés elektronikus csatornába kellett telnie, melyet az első időkben a felhasználók nem vettek jó néven. Az ügyek intézésének lebonyolítása (a hiányosan megküldött dokumentumok miatt) megnövelte az ügyintézési határidőt és a telefonköltségeket is.

A Covid19 legutóbbi hullámának lecsengését követően kézhez kaptuk a módosított üzletszabályzatunk jóváhagyó határozatát, mely alapján a korábban bezárt ügyfélszolgálatok már nem kerülnek megnyitásra. Így jelenleg már csupán négy ügyfélszolgálatot üzemeltetünk. Ezek kijelölése során figyelembe vettük azok területi eloszlását,

5. kép: Vecsés, állandó ügyfélszolgálati iroda



megközelíthetőségüket, illetve egyéb területi sajátosságokat. Kezdetét veheti egy új időszak, melyben kisszámú, de professzionálisabb személyes ügyfélkapcsolati rendszer került kialakításra mindemellett, hogy bizonyos ügytípusok esetében igyekszünk az elektronikus ügyintézés felé terelni a felhasználóinkat.

Az értékesítési árbevételeink 86,41% -át az ivóvíz- és csatornaszolgáltatásból befolyó bevételek adják, melyet a másodlagos tevékenységek – a nem közművel összegyűjtött szennyvízszállítás és a saját építési, valamint felújítási tevékenységek – árbevételei egészítenek ki.

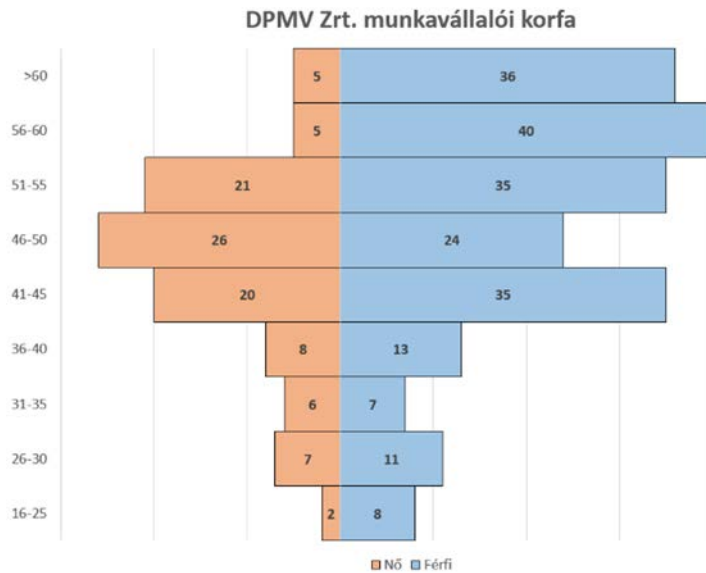
Az ellátási területen található több mint 75 ezer vízmérő leolvasását saját hatáskörben (28 fővel) végezzük, mely során az eredményeket okostelefon használatával, saját integrált rendszerünk részét képező alkalmazásban rögzítik és fotózzák a kollégák. Az így gyűjtött adatokat automatikusan beforgatja a rendszer.

Társaságunk havi számlázással dolgozik. A vízdíjszámlákat külsős szerződött nyomdában készítik el és borítékolják. Az elkészült számlák kézbesítésének nagy részét, ~85%-át a leolvasó kollégák, illetve néhány, megbízási jogviszonnal rendelkező, nyugdíjas volt munkatárs végzi.

Társaságunk területén számos nagyfogyasztó (>100 m<sup>3</sup>/hó) található. Ezen felhasználási helyek kapcsán kinevezésre került egy önálló közületi felhasználói referens, aki a nagyfogyasztói leolvasásokat és véletlenszerűen teljes körű helyszíni ellenőrzéseket is végez. Az ilyen típusú felhasználási helyek természetesen a szokásostól eltérő méretű vízmérőket is alkalmaznak, így ezeknek a mérőknek a cseréjével szintén külön csoport foglalkozik.

Társaságunknál a kintlévőségek kezelését a 2016. évtől önálló szervezeti egység végzi. A csoport létrehozása óta több mint 50%-kal sikerült a kintlévőség-állományt csökkenteni, mely jelentősen hozzájárult társaságunk működőképességének megőrzéséhez. Eljárásaink során minden olyan információt begyűjtünk, amelyek korábban adatbázisainkban nem álltak a rendelkezésünkre, és amelyek segítik a döntéshozatali eljárást, valamint előmozdítják a kintlévőségek megtérülését.

Társaságunk az ügyfélbarát és költségkímélő megoldásokat helyezi előtérbe. A felhasználói tartozások keletkezését követően azonnal megindul a követeléskezelési folyamat, melynek során



2. diagram: munkavállalói korfa

a felhasználók részére fizetési könnyítést és részletfizetési kedvezményt biztosítunk. A pandémia ideje alatt például átmeneti fizetési könnyítés és hosszabb részletfizetés biztosításával kívántuk segíteni azokat a felhasználóinkat, akiknél a járványhelyzettel összefüggésben alakult ki fizetési nehézség. Eljárásaink alapja az adósok partnerként történő kezelése, azt az üzenetet kommunikálva, hogy a kintlévőség önkéntes teljesítése mindannyiunk közös érdeke.

Mindaddig ezt az elvet követjük, ameddig a felhasználók részéről az együttműködés szándékát tapasztaljuk, azon tartozások esetében, ahol ez hiányzik, ott mi is kénytelenek vagyunk a jogszabályok által biztosított lehetőségekkel élni.

A csoport működésével sikerült elérni, hogy ma már csak kivételes esetekben alakulnak ki nagy összegű számlatartozások rövid időszak alatt egy-egy felhasználási helyen, és azok is legtöbbször a felhasználói szerződészegések feltáráshoz vagy a házi ivóvízhálózatok meghibásodásaihoz köthetők.

A kintlévőség hatékony kezelése érdekében ugyanakkor végső lehetőségként – a jogszabályok adta lehetőségek keretei között – alkalmazzuk a víziközmű-szolgáltatás korlátozását is.

Ezekkel az intézkedésekkel szemben az utóbbi időben nálunk is egyre több kifogás, panasz érkezik, illetve peres eljárásban is kérték már a bíróságtól, hogy kötelezze társaságunkat a szolgáltatás helyreállítására.

Az önálló csoport létrehozása jó döntésnek bizonyult. Az alkalmazott ügyfélközpontú eljárásmenet pedig elősegíti a kintlévőség-állomány csökkentését és hatékony kezelését a változó gazdasági körülmények között is. Mindent megteszünk annak érdekében, hogy ezt az eredményességet meg tudjuk őrizni, hiszen a sikeres követeléskezelés nem a végrehajtási eljárásban beszedett pénzek, hanem az adósok által – megállapodások szerint – teljesített önkéntes befizetésekről szól.

Társaságunk 2021-ben 310 főt foglalkoztatott teljes munkaidőben. Közülük három emberből legalább egy tud mesélni olyan történetet, amely még vele esett meg a Pest Megyei Víz- és Csatornamű Vállalatnál töltött idő alatt. Ez az apró tény két dolgot is elárul. Egyrészt árulkodik a főként fizikai munkakörben dolgozók jelentős szakmai gyakorlatáról, másrészt egyértelmű jele munkavállalóink magas átlagéletkorának. A jelenlegi átlagéletkor 48 év. A munkavállalók 34%-a 41–50 év közötti, 33%-a 51–60 év közötti, 13%-a pedig 60 év feletti. Sajnos a nyugállományba vonuló, illetve a nyugdíj előtt álló szakemberek pótlása az ágazaton belül nehézkesen megoldható, amit jelentősen nehezít a főváros „munkaerő-elszívó” hatása.

A társaságunkat is érintő munkaerő-elvándorlás fékezésére, a szakképzett munkaerő megtartására 2017-től minden évben 5–8%-os bérfeljesztést hajtottunk végre. Az elmúlt évek bérjárulék-csökkentéséből adódó költségmegtakarítást bérfeljesztésre fordítottuk. A hatékonyabb munkaerő-kihasználáshoz és a működés zavartalan fenntartásához szervezeti egység szintű átszervezéseket hajtottunk végre.

### AGGLOMERÁCIÓ...

Társaságunk működését több szempontból is jelentősen befolyásolja a főváros közelsége, annak néhány előnyével és számtalan hátrányával együtt. Az elmúlt évtizedben kivétel nélkül valamennyi

településünk esetében emelkedett a lakos- (3,6–65,1%) és a lakásszám (0,6–34,5%) is. A zárójelben feltüntetett minimális és maximális értékek nem elírások. A KSH adatai alapján az elmúlt alig 10 év alatt egy kisvárosnyi emberrel, +18 ezer lakossal emelkedett a felhasználói létszám, valamint átadásra került több mint 4400 új lakás is. Jelenleg ~190 ezer ember víziközmű-ellátását biztosítjuk, de ez a szám kizárólag a bejelentett lakcímmel rendelkezőket takarja.

Az országban zajló lakásépítési és agglomerációs kiköltözési hullám leginkább szökőárként érte az akkor még éppen szárnyait bontogató társaságunkat. Extrém igényekkel jelentek meg beruházók a területen, akik álláspontja szerint a szükséges közműfejlesztés a lakópark utcái alatt elhelyezett vezetékek kiépítésével be is fejeződik, és a szállított közeg (legyen az ivóvíz vagy szennyvíz) már a szolgáltató gondja. Ezen beruházások mértékegysége a legalább „egyutcai lakóterületi fejlesztés” lett, mintha kisebb léptékben nem is lehetne gondolkodni. Ráadásul az elmúlt néhány évben ez a tendencia is „továbbfejlődött”, és megjelent az „osztódással szaporodó felhasználási helyek” gyakorlata, mely során az átadást követően a korábbi egy lakásból kettő lesz, esetleg három, vagy amit még éppen el lehet adni... Ezzel a szemlélettel szemben a hatályos jogszabályi környezet elég szegényes „municiót” biztosít a víziközmű-szolgáltató részére. Sajnos mindaddig, amíg nem „szakképzett” vevők vásárolják meg ezeket az ingatlanokat, jelentős változásra nem, inkább csak jelentős mennyiségű panaszbejelentésre számíthatunk (hiszen a felhasználó szerződése szerint összközműves lakást vásárolt, hol érdeklí őt, hogy korábban az az egy-két-három lakás egyetlen felhasználási helyként lett bejelentve).

A lakosság agglomerációba történő kitelepülése az egyre növekvő víziközműigények csupán egyik felét alkotják. Azzal párhuzamosan és hasonló mértékben jelentek meg a közületi igények is. Az ellátási területünket lényegében az M0–M51 útra – gyöngysorként – felfűzött települések alkotják. Ebben a térségben az elmúlt időszakban jelentős (esetenként kiemelt) ipari beruházások valósultak meg. Sok esetben a beruházó csupán a rak-tárcsarnokokat építi meg, és az abban folytatott tevékenység, így a konkrét közműigény is csak a későbbi bérlők/új tulajdonosok

beköltözésével válik ismertté, de legalábbis biztossá. Márpedig egy szárazáruraktár és egy kontaktlencsegyár közel sem azonos vízigénnyel jelenik meg a szerződéskötés során. Volt már rá példa, hogy a kezdeti 10 m<sup>3</sup>/nap kvótaigény váratlanul 600 m<sup>3</sup>/nap-ra emelkedett a kivitelezés végére. Ezt a sajátos helyzetet tükrözi a felhasználói egyénértékünk tényezőnkénti megoszlása is („A” tényező: 68%, „B” tényező: 4%, míg „K” tényező: 28%).

Fentiek okán ebben a környezetben a víziközműrendszerek azonos szintre hozása, illetve esetleges fejlesztése is meglehetősen hálátlan feladattá vált. Hiába valósultak meg ugyanis uniós vagy önerős víziközmű-fejlesztések (új kutak, vízkezelő, szennyvíztisztító telepek), ha azok pozitív hatását (kapacitását) szinte azonnal elemésztették az egyre meredekebben növekvő lakossági és közületi igények. Márpedig nehéz úgy pozitívumként kommunikálni egy új kút üzembe helyezését, hogy még ugyanabban az évben egyúttal vízkorlátozást is el kell rendelni a korábban soha nem látott nyári csúcsvízigeny miatt.

## EREDMÉNYEK

Bár a rezsicsökkentés, a közműadó és az egyre növekvő anyag- és energiaköltségek következménye minden évben jelentős terhet ró társaságunkra az elvárt szolgáltatási színvonal fenntartásának biztosítása és a szükséges felújítások elvégzése kapcsán, ugyanakkor a jövőben – az ellátásért felelős önkormányzatokkal közösen – igyekszünk a műszaki ellátás színvonalát tovább emelni és a lehetőségekhez mérten a víziközmű-szolgáltatáshoz szervesen kapcsolódó egyéb területeken is további fejlesztéseket végrehajtani.

Az egyre nehezedő körülmények ellenére társaságunk az elmúlt évben is megtartotta kiegyensúlyozott pénzügyi helyzetét, biztosította a működési és fejlesztési kiadások fedezetét, fizetési kötelezettségeinek határidőben eleget tett. Hitelállománnyal nem rendelkezünk.

Fontosnak tartjuk, hogy a fejlődés ne csak a művi létesítményeket érintse, hiszen annak a teljes szolgáltatási tevékenységre kell vonatkoznia (a termeléstől az értékesítésig). Ebből adódóan eredményeink között a teljesség igénye nélkül éppen úgy megjelennek a vízbázis-, illetve a tárolókapacitás-bővítések, automati-

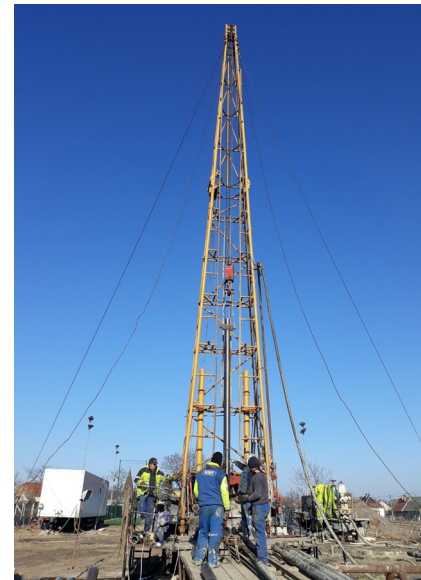


6. kép: Üllő, klór-dioxid-előállító és -adagoló beüzemelése

zakorszerűsítések, a diszpécser szolgálat fejlesztése, új ügyviteli épület építése, mint az online ügyintézés vagy a bekötési tervek, közműegyeztetések kizárólag elektronikus úton történő fogadásának bevezetése is. Továbbá itt érdemes megemlíteni a kezdeményezéseink alapján elindult kampányokat is.

Az első jelentősebb programunk a Kezdjük Tiszta Lappal! kampány volt. Ennek során a felhasználási helyek átfogó ellenőrzését megelőzően „amnesztiát” hirdettünk az önként jelentkező illegális víziközmű-használatot megvalósítók és azt megszüntetők részére, így eleve több száz felhasználási hely ellenőrzése vált lényegében utóellenőrzéssé.

Sajnos a csekkes befizetési mód még mindig nagy népszerűségnek örvend felhasználóink között, arányuk 75% feletti. En-



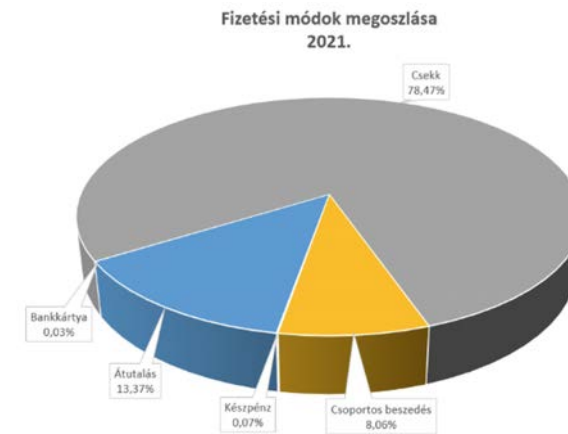
7. kép: Délegyháza, vízműkút létesítése

nek megváltoztatására – immár második alkalommal – jelenleg is zajlik egy akciónk, mely során nyereményjátékkal és garantált jóváírással igyekszünk a felhasználókat a papíralapú számlázás és csekkes befizetési mód elhagyása irányába terelni.

A fenti megoldási kísérletek eredménye nem csak a felhasználói szokások változásában mérhető. Ugyanúgy pozitív visszajelzésként értékeljük, ha később hasonló tartalmú felhívásokat látunk a társszolgáltatóknál. Véleményünk szerint ezek a közös problémák sokkal könnyebben orvosolhatók lennének, ha országos kampányok indulhatnának, és a „csapból is mi folynánk...”.

Úgy látjuk, hogy a hatóságok részéről aszimmetria figyelhető meg a fogyasztóvédelem (tudatos felhasználói jogok népszerűsítése) javára, a felhasználói kötelezettségekkel szemben. Ugyanakkor például a csekkes fizetési mód elhagyása (de legalábbis csökkentése), az illegális csapadékvíz-bevezetések vagy a csatornahasználati kultúra javítása tárgyában szinte nem is lehet hatósági ösztönzőkről beszélni.

A fenti két témában indított programon túl egy további jelentős adminisztratív fejlesztés is megvalósult társaságunknál.



3. diagram: Fizetési módok

Az E-közmű felületen történő 2017. évi megjelenésünket követően felmerült a kérdés, miképp integrálhatnánk folyamatainkat az E-közművel egy olyan ügyviteli rendszerré, amely kielégíti a 21. század fejlődő informatikai igényeit. Ennek első lépése a köz-



8. kép: Szigethalom, kapitális fogás a végátemelőben...



9. kép: Vecsés, 1500 m<sup>3</sup>-es medence, hálózati töltő vezeték havária

műegyeztetések E-közműre terelése volt, mely eredményeként rendszerezettebb módon értesültünk az egyes beruházásokról, és saját nyilvántartásunk digitalizációja is előremozdulhatott.

A következő lépés az elektronikus igénybejelentés és terengedélyezés E-közmű-alapú digitalizált ügymenetének kialakítása volt. Az engedélyezési folyamatot 2021. évtől Társaságunknál kizárólag elektronikus úton kezdeményezhetik az ügyfelek, és teljes egészében fizikai kontaktus nélkül folytathatják le. Az ügyintézés segítésére elektronikusan tölthető nyomtatványokat rendszeresítettünk, amelyek digitális aláírással is elláthatók. Azon beruházások esetében, amelyeknél közműegyeztetés szükséges, bevezettük a lehetőséget, hogy amennyiben a közműegyeztetésre szánt dokumentáció részeként feltöltik a teljes tervdokumentációt, és az műszakilag megfelel minden kívána-

lomnak, úgy Közműnyilatkozatunk mellé Üzemeltetői jóváhagyásunkat is mellékeljük, így a jogszabályban előírt határidőn belül elvégezhető minden egyeztetés és hozzájárulás beszerzése, amely a beruházás e fázisában szükséges.

A továbbiakban is szem előtt tartva a gyors technikai fejlődést, célunk egy interaktív webhely kiépítése e rendszer részeként, ami további komfortnövekedést jelenthet a társaságunk és az ügyfeleink közötti kapcsolatteremtésben.

## ÖSSZEGEZVE

Az elmúlt évtizedben számos esemény kapcsán éreztük úgy magunkat, mint a „Vakondhajsza” gyermekjáték címszereplője, de ezeket a helyzeteket az elhivatott kollégák segítségével mindig megoldottuk. Az elmúlt évek változásain túl a jövőben is számos meglepetésre számíthatunk, mely továbbra is hasonló mentalitást kíván, de természetesen ezt a kihívást is elfogadjuk. Rezsicsökentés, közműadó, az E-közmű bevezetése, számlázási rendszer tanúsítása, pandémia, anyag- és energiaköltségek emelkedése, állandóan változó jogszabályok, mindezek ellenére MÉG MINDIG ITT VAGYUNK!

Ui.: Bár még csak nyomozzuk, hogy például mit is takar a poszt-kvantumtitkosítás kötelező alkalmazása, de ha ez kell a fennmaradáshoz, akkor azt is meg fogjuk oldani!



# Interjú a MaVíz Vízipari Tagozat vezetőségének tagjaival

A MaVíz-en belül működő Vízipari Tagozat ilyen minőségben ritkán jelenik meg a folyóiratunk hasábjain. Tagjai az Ipari újdonság rovatban vagy hirdetésekben gyakrabban feltűnnek, Vízipari Tagozatként első megjelenésük a 2020. évi 4. számban történt, amikor az elkészült vízipari tanulmányt mutatták be „Merre tart a vízipar?” címmel. Most a tavalyi év végén megválasztott vezetőséggel beszélgettünk régi-új céljaikról, identitásukról.

## KISS EMESE

közmű-termékmenedzser,  
mérnök-tanácsadó  
PIPELIFE Hungária Kft.  
emese.kiss@pipelife.com

## BRENNER JÓZSEF

ügyvezető igazgató  
HIDROKOMPLEX  
Mérnökszolgálati Kft.  
brenner@hidrokomplex.hu

## KAZSIK GÁBOR

műszaki tanácsadó  
Szabadics Építőipari Zrt.  
kazsik.gabor@szabadics.hu

## DR. TÓTH GÁBOR

cégvezető  
Hach Lange Kft.  
gabor.toth@hach.com

## GALAMBOS PÉTER

ügyvezető  
HAWLE Kft.  
galambos.peter@hawle.hu

## JANCSÓ BÉLA

közművállalkozási koordinátor  
FŐMTERV Zrt.  
jancso.bela@fomterv.hu

## ESZES ZSOLT

ügyvezető  
INWATECH  
Környezetvédelmi Kft.  
eszses@inwatech.com

## PALOTAI ZOLTÁN

cégvezető  
WESSLING Hungary Kft.  
palotai.zoltan@wessling.hu

## ZORKÓCZY PÉTER

ügyvezető  
DUNA-ARMATÚRA Kft.  
zorkoczy.peter@dunaarmatura.hu

## MÁRIALIGETI BENCE

főszerkesztő

marialigeti.bence@maviz.org



**MÁRIALIGETI BENCE:** Átnézve a Vízipari Vezetőség tagjainak listáját, azt látom, hogy két új tag van, a többiek, hét tag maradt. Nagyon érdekelne, hogy az új tagok, régi tagok milyen céllal vállalták ezt a tisztséget, szolgáltatást, illetve a régi tagokat milyen motiváció tartja továbbra is ebben a szolgáltatásban.

**GALAMBOS PÉTER:** Én visszanyúlok ahhoz a hivatalos nyilatkozathoz, melyet akkor tettem, amikor elfogadtam és elvállaltam a jelöltséget. Felolvasom, amit akkor írtam, egyrészt, hogy következetes legyek, másrészt, mert pontosan tükrözi azt, amit most is vallok: „A hazai ágazati helyzet, valamint a Magyarországot is érintő globális természeti és társadalmi kihívások (a klímaváltozás, a vízválság, az urbanizáció, a szakmák átalakulása...) a vizes ágazat változását is jelentik. Ez a változás egyben fejlődési és fejlesztési lehetőséget hordoz magában. Szükségként megjelennek a digitalizációt támogató Ipar 4.0 megoldások, megfogalmazódik az integrált vízgazdálkodás. Ezeket a folyamatokat kívánom úgy láttatni, hogy kitörési lehetőségként, az ágazat fejlődését szolgáló irányként jelenjenek meg.” A mai napig ez motivál. A körülmények azóta sajnos nehezedtek, ezt akkor még nem láttuk előre, de ettől függetlenül én továbbra is hiszek abban, hogy minden változás a fejlődés, fejlesztés lehetőségét is hordozza.

**TÓTH GÁBOR:** Én most kvázi új tagként vagyok jelen, korábban két ciklusban már dolgoztam a vezetőségben, de egyet kihagytam. Tizenöt éve dolgozom már az ágazatban, úgy érzem, ágazati szinten gondolkodom. Ezen a szemüvegen keresztül pedig azt látom, hogy az ágazat manapság nincsen azon a megbecsülési szinten, ahol lennie kellene. Sok fontos és kevésbé fontos téma kerül elő napi szinten a médiában, kormányzati szinten, de a vízről, víziközmű-szolgáltatásról csak elvétve hallani valamit. Pedig a víz, a víziközmű-szolgáltatás a valós életünknek szerves része, azt is mondhatnám, azzal kelünk és azzal fekszünk. És ez ugyanúgy igaz, ugyanúgy vonatkozik üzemeltetőre, vízipari tagra egyaránt. Én két dologban szeretnék segíteni: egyrészt abban, hogy maga az ágazat megbecsültsége erősödjön, másrészt abban, hogy az üzemeltetők és a vízipar közötti együttműködés hatékonyabb legyen. Ha magát az ágazatot nézzük, akkor az ágazat nagyon sok szereplős, és e között a sok szereplő között érezni vélek egy határvonalat, egy megkülönböztetést szolgáltató és beszállító, azaz üzemeltető és vízipar között. Mindannyian azon dolgozunk, hogy mind az ivóvíz-szolgáltatás, mind a szennyvízelvezetés, -tisztítás megfelelő szinten működjön, ezért sok tekintetben ugyanabban a hajóban evezünk. Azt szeretném, hogy ténylegesen ágazatról beszéljünk, és ne az ágazaton belül lévő két csapatról, magyarul a kommunikációt, együttműködést szeretném segíteni, erősíteni.



**KAZSIK GÁBOR:** Nekem ez a második ciklusom a Vezetőség munkájában. Az előző egy elég mozgalmas ciklus volt, tekintettel arra, hogy egyrészt a tagjaink között voltak változások, többen elmentek, céget váltottak, póttagok jöttek, végül már nem volt több póttag, így nem is teljes létszámmal működtünk; másrészt pedig bennünket is elérte a pandémia. A kialakult helyzet a kitűzött céljainkat és feladatainkat felülírta. A személyes találkozások nélkülözése miatt online próbáltuk megvalósítani az eltervezett programot, ami nyilván kevésbé volt hatékony. Talán a következő négy évben kicsit könnyebb helyzetben leszünk. Így

futottam neki ennek a négy évnek, de már most látszanak az újabb kihívások. Ettől függetlenül azt gondolom, hogy akár Covidról beszélünk, akár a jelenlegi európai helyzetről, foglalkoznunk kell a témával. Nem lehet magára hagyni sem a MaVíz-t, a szakmát, a jövőnket, mert ha mi nem tartjuk kézben ezeket és nem próbáljuk irányítani a saját mindennapjainkat, a kollégáink mindennapjait, a cégeink jövőjét, akkor biztosan egy még kiszolgáltatottabb helyzetbe kerülünk. Én a jelölés elfogadásakor azt tűztem ki célul, hogy a vízipari tagságot egy kicsit jobban mozgósítsuk, és megszólítsuk, aktualizáljuk helyzetüket és szerepüket, és képviseljük elvárásaikat a MaVíz-en belül. Úgy látom, hogy ez a folyamat el is indult. Már most ebben a pár hónapban többet sikerült a témával foglalkoznunk, mint az elmúlt négy évben összesen. Azt is mondhatnám, hogy a kitűzött cél elérése nem egy hiú ábránd, hanem egy valóságos feladat.

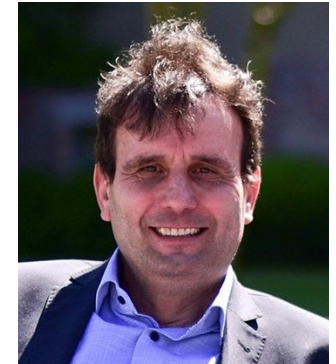


**BRENNER JÓZSEF:** 44 éve dolgozom már ebben az ágazatban, az előző ciklusban két évig voltam ennek a grémiumnak a tagja. Azt látom, hogy az elmúlt 44 évben a mérnöki, de különösen a vizes mérnöki, kultúrmérnöki szakma társadalmi megbecsültsége rendkívül leromlott. Ezt a társadalmi megbecsültséget vissza kell szerezni. És sajnos azt is meg kell állapítanom, hogy azon túl, hogy a társadalmi környezet a bőszenagymarosi hisztériából kiindulva az egész vizes szakmát degradálja, ehhez a degradációhoz a szakma rendkívül nagy mértékben maga is hozzájárult. Ki kell mondani, hogy a beruházások és a fejlesztési célok előkészítésétől kiindulva a tervezőkön, kivitelezőkön, fővállalkozókon és üzemeltetőkön keresztül látható szakmai színvonal komoly kívánni-



valókat hagy maga után, ami tarthatatlan. Ezen javítani kell. Az az én szándékom, hogy a felfelé emelkedés útján el tudjunk indulni. Sajnos a gyakorlati életben sokkal több a negatív tapasztalat, mint a pozitív. Azt szeretném elérni és azt látom célszerűnek, hogy a MaVíz egy DWA-ATV jellegű vagy részben olyan jellegű szervezetté tudjon válni, ez lenne véleményem szerint a kívánatos. A másik fontos elem a vízipar és az üzemeltetők egyenrangú kapcsolatának a kialakítása. Személyes jó kapcsolatok mindig is voltak a két rész között, most is vannak, de általában mi voltunk mindig a „külsősök” a MaVíz-en belül. Ez nem így van, nélkülünk nem jut messze az üzemeltetői társaság sem, és fordítva is így igaz. Egymásra vagyunk utalva, ahogyan a föld a földművesre, és viszont. Ezt a normális állapotot kellene megtalálni, ezen kellene munkálkodni.

**JANCSÓ BÉLA:** Nekem ez már a negyedik ciklusom lesz 2010 decemberétől számítva. Elég hosszú időszakot töltöttem a MaVíz-ben, aminek mindig voltak hullámhegyei és hullámvölgyei, amiben amikor belekezdtem egy következő ciklusba, mindig volt egy érzés, hogy miért is szeretném csinálni, miért éri meg csinálni. Viszont elmondható, hogy a motiváció mindig egy kicsit más volt. Nyilván kezdetben a kezdeti lelkesedés hajtott, utána az őszinte naivitás, mostanra már talán az a tudatosság, hogy a MaVíz-t olyan szervezetté kell emelni, hogy képessé váljon a szakmánkat egy kicsit jobb helyzetbe hozni mind szakmai, mind a társadalmi megbecsülés szintjén. A hét régi tag és a két új tag azt mutatja, hogy jó csapat tudott a vezetésben összejönni, ami akár tud is valamit tenni a szakmánkért, saját magunkért.



Ha kívülről várjuk a szakmaképviselőtünket, akkor nem sokra számíthatunk, itt nekünk kell tennünk és lépnünk. Én ezt fogalmazom meg célként, hogy a tagjainkat olyan módon tudjuk integrálni és mozgósítani ebben a közös gondolkodásban, hogy ők is lássák annak értelmét, hogy érdemes itt, a MaVíz-ben lenni és tevékenykedni. Nagy reményekkel és lelkesedéssel állok a következő négy év elébe.

**KISS EMESE:** Én új tag vagyok a Vezetőségben. A pozíciót nem egyéni megfontolások miatt vállaltam. Cégünk megalakulása óta tagja a MaVíznek, illetve elődszervezeteinek, de az elmúlt 30 évben mi még nem voltunk vezetőségi tagok a Vízipari Tagozatban. Mivel a víziközművagon egy jelentős része a csőhálózatokban testesül meg, ahol mi is érdekeltek vagyunk, úgy gondoltuk, hogy nekünk is van helyünk és mondanivalónk ebben a tagozatban. Engem a cégem jelölt erre a feladatra, mert én foglalkozom házon belül a víziközmű szakmai részével. Több szakmai szervezetben is tagunk vagyunk, és az egyikben ezek közül, ahol szintén én képviselem a céget, sikerült elérnünk, hogy egy egységes nyomáspróba-útmutatót kiadjunk, és a szabványosításban is aktívan részt veszünk. Ez egy hasznos tapasztalat, ami lehetőséget ad arra, hogy a szabványosításban a MaVíz-en belül is együtt dolgozzunk, természetesen az MSZT-n keresztül. A MaVíz nyilván egy sokkal szélesebb spektrumú tagságot tudhat magáénak, ami miatt nagyszámú egyeztetésre van szükség hasonló dolgok véghezviteléhez, tehát kisebb az esély, hogy sikerül megállapodásra jutni, de ha meg sem próbáljuk, biztos nem fog sikerülni. Örökös vesszőparipám a 275/2013. (VII. 16.) Kormányrendelet, ami az építési termékekkel foglalkozik. Úgy látjuk, a MaVíz-en belül ez nem kap kellően nagy hangsúlyt. Nyilván ez az üzemeltetőket kevésbé érinti, de a gyártókat, forgalmazókat igen, és emellett van több ilyen téma is, amivel érdemes lenne foglalkozni. Nyilván nem ezek a nagy problémák, de az ilyen kis lépések is jelenthetnek valamit az ágazat működése szempontjából. Ezek a gondolatok foglalkoztatnak minket – mint Pipelife Hungária Kft. –, és ezeket a kérdéseket szeretnénk a MaVíz-en belül megvitatni és sikerre vinni.

**ESZES ZSOLT:** 2020 márciusában készült el egy KPMG tanulmány, melynek tartalmi alakításában a vízipari vezetőségi tagok aktív véleményezőként vettek részt. E tanulmány kiindulási elemeként definiáltuk azt, hogy mi is a vízipar. Véleményem szerint célként, meghatározóan az vezérel minden vízipari szereplőt, hogy a fejlett közüzemi szolgáltatás megteremtésében és fenntartásában aktív gazdasági szereplőként hosszú távon vehessen részt, lehetőleg olyan közegben, ahol a kölcsönös tisztelet mellett a vízellátó és szennyvízelvezető létesítmények tervezésében, kiépítésében, fenntartásában, rekonstrukcióiban felmerülő szakmai kérdések, problémák és azok megoldási lehetőségei kellő nyitottsággal és mélységgel vitathatók meg. Szakmánk összetett-

sege, interdiszciplinaritása miatt nagy szükség van a nap-nap után szerzett üzemeltetési adatok, események, valamint a tervezési, építési és technológiai tapasztalatok megosztására, mert ez nagyban segíti a víziközműves fejlettségi szint egyenszilárdságának elérését. Visszatérve a célokra, kívánalom az intenzívebb kommunikáció létrehozása az üzemeltetők és a vízipari szereplők között, amire jó példa a nemrégiben a műszaki bizottságba történő vízipari tagok delegálása, illetve a MAVÍZ-en belüli célprojektekben történő vízipari részvétel.



**M. B.:** Galambos Péter régi tagként, de új szerepben folytatja a munkát a Vízipari Vezetőségben. Hogy érzi magát így az első pár hónap alapján az új szerepkörben, melyek azok az elképzelések, melyeket a korábbi hagyományok mentén képvisel, illetve melyekre gondol új aktivitásként mint vízipar?

G. P.: Az egyik, amit feltétlen el kell mondjak, hogy nagyon megtisztelő, hogy ilyen új szerepben folytathatom a munkát. Azt, hogy ezt hagyományok mentén tudjuk és fogjuk folytatni, abban biztos vagyok. Kezdetől fogva, mintegy harminc éve van Vízipari Tagozat a MaVíz-en belül. Ezt a hagyományt nem szabad felrúgni vagy nem szabad nem tudomást venni róla. Egy aktuális példa a hagyományápolásra, értékmegőrzésre: az év elején vízipari fórumot tartottunk, amikor arról beszéltünk a személyesen vagy online térben megjelent mintegy harminc résztvevővel, hogy az idei szerelőversenyt hogyan tudjuk majd megtartani, milyen ötletek vannak, hogyan tudja ezt az ágazat finanszírozni, ezen belül a vízipar mivel tudja támogatni a rendezvényt. Ezzel párhuzamosan új aktivitásokra szükség van, ahogyan a vízipar újrapozicionálására is szükség van a MaVíz-en belül. Kettő nagyon fontos gondolat indult el a MaVíz új Elnökségének megalakulása után: az egyik, hogy kell egy ágazati stratégia, a másik pedig egyfajta projektgondolkodás. A stratégiaalkotás munkája el is indult. Azt gondolom, hogy az egymásra utaltóság okán ebben a stratégiában meg tudunk majd fogalmazni közös célokat, valamint mellérendelt viszonyban tudjuk az üzemeltetőket

és a vízipart szerepeltetni. A projektgondolkodás szintén el fog indulni. Ennek lényege, hogy különböző fókuszteremtéseket projektszervezetek kidolgozzanak, és ennek a munkának konkrét és hasznosítható eredménye szülessen. Az idei évben a következő öt projektteremtéssel fog a Szövetség foglalkozni: igényalapú vízmérőellátási folyamat standard kialakítása; villamosenergia-hatékonyság; HR-stratégia, képzések, utánpótlás; a műszaki beszerzések kiírásainak egységesítése a jó minőség érdekében; országos ágazatnépszerűsítés, a vízműves szakma megbecsültségének növelése, szemléletformálás. Az öt témából háromnál komoly vízipari tevékenységet tudunk folytatni, mert a vízipar tevékenységéhez mind szakmailag, mind üzletileg szorosan kapcsolódnak ezek a kidolgozandó projektek. Ezek tehát az aktivitások. Amennyiben ezek üzemeltetői és vízipari szinten, konszenzusos módon megvalósulnak és ágazati szinten hasznosítható és fontos eredményeket hoznak, akkor azokra a kételyekre, kérdésekre is választ kapunk, melyek az előző kérdés kapcsán felmerültek. Az egyik fontos gondolat, ha a MaVíz-t nézzük, mint szervezetet, akkor az üzemeltetők és a vízipar egymásra utaltak, ezért az együttműködés elengedhetetlen. A másik törekvés, hogy profi szervezet szeretnénk, ezen belül felmerült, hogy szabványosítás legyen, irányelvek legyenek, hogy DWA-szerű működés legyen. Ezek olyan témák, amelyek a MaVíz-en belüli tendenciák, feladatok lehetnek. Itt kell kihangsúlyozni, ha van egy stratégia, és lesznek a stratégiából eredeztethető projektfeladatok, melyek kidolgozásra kerülnek, akkor ezekre a kérdésekre, kívánásokra választ tudunk adni. Fontos kérdés még, ami az előző körben szintén felmerült, a megbecsülés, pontosabban a meg nem becslés kérdése. Annak a kérdése, hogy az ágazat kiszolgáltatott, és ebből a helyzetből ki kell lépni. Ne mástól várjuk a megoldást, hanem magunk fogalmazzuk meg, mit szeretnénk, és erre milyen megoldások vannak. Fontos még szót ejteni a legutolsó ciklus egy fontos eredményéről: elkészült egy vízipari tanulmány, amely elérhető, elolvasható, és ott végre tudtuk definiálni, hogy mi a vízipar. Tudjuk tehát, kik vagyunk, most azon dolgozunk, hogy hová szeretnénk eljutni.

**M. B.:** Egy folyamatosan változó környezetben a Vezetőség hogy értékeli, hogyan látja az ágazat általános helyzetét, múltját és jövőjét? Tudom, hogy most itt ebben a háborús környezetben nehéz mit mondani, a jövőt kiszámítani, de kérlek, kíséreljétek meg.  
**T. G.:** Amit nagyon fontosnak tartok, és kiemelten kell kezelni: a víz-

ellátással és vízminőséggel kapcsolatos problémák, illetve időben felkészülni a várható energiaválságra és az árak drasztikus növekedésére. Azt gondolom, hogy nemcsak globálisan nem reagálunk jól ezekre a témákra, hanem Magyarországon sem. Alapjogunk, hogy ivóvízhez jussunk és a szennyvizet elvezessék, megtisztítsák, miközben abszolút forráshiányos, teljesen lenézett, abszolút elnyomott az ágazat. Nagyon jó és hasznos lenne, amikor a MaVíz bármilyen témában állást foglal, vagy a MaVíz elnöke felszólal, annak nyoma, hír- és információértéke lenne. Bekerülne a médiába, tévébe, sajtóba. Ha a MaVíz mint az ágazatot képviselő szövetség megszólal, és elmondja a véleményét, problémáját, az végre fontos lenne. Ebbe a státuszba vizionálok én a MaVíz-t. Nagyon egyszerűen megfogalmazva az ágazat helyzetét, azt is mondhatom, dicső múlt, végnapjait élő jelen és kérdéses jövő. A források hiányoznak, a napi munka nem elvégezhető, a szolgáltatás veszélyben van, mondhatni, a végnapjait éli. Feléljük azt, ami még benne van ebben az ágazatban.

**K. G.:** A dicső múlttól lehet beszélni, kiértékelni, ami természetesen nagyon fontos egyébként. Abban az időszakban intenzívebb volt a fejlődés, a bővítés, a technológiai újítások, voltak új szervezetek, új gyártók, új kereskedők, új termékek, technológiák és szolgáltatások. A víziközmű-szolgáltatás egy minden szegmensében fejlődő ágazat volt, bővülő hálózati rendszerrel. Most az utóbbi évtizedben azt látjuk, hogy amit a korábbi évtizedekben létrehoztunk, azt most lelakjuk, tönkretesszük, hagyjuk lepusztulni. Ennek megfelelően a jövővel kapcsolatban az a kérdés, hogy mit akarunk holnap, mert a jövőnk csakis tőlünk függ. Ezt mi döntjük el. Már évek óta mondjuk, hogy ez így nem mehet tovább. Ezt mondják az üzemeltetők, ezt mondja a vízipar, ezt mondja a MaVíz is, de nem történik érdemi változás. Amennyiben a közeljövőben továbbra sem változik lényegesen a helyzet, akkor annak nagyon komoly következményei és hatásai lesznek, amit nem csupán cégek fognak megérezni, hanem mindenki érezni fogja, mert nem fog folyni a víz a csapjából és nem fog elfolyni a szennyvíz a csatornába.

**B. J.:** A múlt nem dicső, a jelen... Lehet, koromnál fogva mondom, de nagyon degradálódik a szakma. De attól függetlenül nem dicső a múlt, mert sajnos ezelőtt 30 évvel is nagyon sok nem megfelelő körültekintéssel választott, készült megoldást láttunk, mindig voltak divatok és divatirányok, melyeket – úgy mond – szakmai felkent emberek és a mögéjük csapódó politikum fölkapott, és károkat okozott.

Nyilvánvalóan a kilencvenes évek ár-, díjváltásai miatt sok rendszer túldimenzionálttá lett, amit ma már nem üzemeltetünk, vagy ami még rosszabb, részben üzemeltetünk. Az való igaz, hogy a szakma alól vagy az üzemeltetés alól a díjbefagyasztással az anyagi alapot kihúzták, de ezzel együtt még tudnak működni. Úgy látom, hogy amíg szabad volt a díj, akkor sokszor volt pazarlás, nem volt tisztességes kivitelezés. Most meg egy csomó projekt azért generálódik, mert egy kivitelező – mondjuk – csövet szeretne építeni ott, ahol nincs rá szükség.

**J. B.:** Nem azt mondom, hogy rossz, ami van, mert működik a gazdaság, ami működteti a vízipart meg a mindennapokat, csak jó lenne, ha nem az építési kapacitásokon túl, hogy mi épül, hova kerül a támogatás, a szükséglet és az igény határoznák meg a jövőben. Talán ez lehetne a MaVíz egyik szakmai feladata, hogy az igény és a szükséglet oldaláról készítsük elő a fejlesztéseket. Mindenki büszke a múltjára, és néha beleesünk abba a helyzetbe – mint a magyar focinál –, hogy egyszer dicső volt, és akkor nagyon jól ment, és most meg nagyon sajnáljuk, hogy nem értékeli azt a tudást és azokat a hagyományokat, amelyeket képviselni szeretnénk viszont. Egyfajta önsajnálásban, néha sértett állapotban vagyunk. A jövő ott kezdődik, hogy ezen túllépünk. Vagy kihúzzuk ebből magunkat, és akkor lesz jövő, vagy ha nem, akkor továbbra is sajnálkozhatunk közösen, és elmondhatjuk, hogy milyen nehéz a helyzetünk. Pont az a feladatunk, hogy mi dönthessünk az ágazatunk jövőjéről, és ez az elkövetkező kihívás, hogy az ágazatunkat érintő döntésekben ott tudjunk lenni, és ne másoktól várjuk a megoldást, hanem mi magunk építsük fel ezt.

**K. E.:** Egyetértek Brenner Jóskával. Azt elmondhatjuk, hogy a múltban sem mindig a szakmai szempontok voltak az elsődlegesek, ez valószínűleg a jelenben is így van és a jövőben is így lesz. De hoznék egy új szempontot a jövővel kapcsolatban, ami minden ágazatot érint majd, így a víziközműszektort is, ez pedig a körforgásos gazdaság. Úgy tudom, ezzel a témával még nemigen foglalkoztunk a MaVíz-en belül, pedig például minket – mint csőgyártókat vagy csőrendszergyártókat – ez jelentősen érint, miközben az eddigi tapasztalatunk alapján az üzemeltetők gyakran inkább elzárkóztak például az újrafeldolgozott anyagokból készült csővezetékrendszerektől. Ebben valamiféle kiegyezésre kellene jutnunk, mert úgy emlékszem, elég közeli a határidő az Unióban, amikor ezt a körforgásos gazdaságot minden területre kiterjedően működtetni kell.

**M. B.:** Mit éreznek, mik az előnyök egy szakmai szervezeti tagságban? Melyek azok a szakmai területek, ahol a víziparnak helye, szerepe van mind az ágazatban, mind a MaVíz-ben?

**J. B.:** Azt szeretnénk, hogy erre a kérdésre a jövőben az legyen a válasz, hogy igenis azért vagyunk ebben a szervezetben, mert ez hatalmas előnyökkel jár.

**T. G.:** Feltétlen előnyként említeném meg a szervezet szerepét – mint közös találkozási pontot –, kommunikáció az ágazat szereplői között, találkozási lehetőség vízipar és üzemeltetők között. Fontosnak tartom továbbá az oktatás kérdését, ami alatt nem feltétlenül az osztálytermi oktatást értem, hanem egyszerűen a tapasztalatcsere jellegű oktatásokat is.

**G. P.:** Egy rövid gondolat ahhoz, hogy hol a helyünk. Emiatt tartom fontosnak, hogy megfogalmaztuk a vízipar definícióját a korábban említett vízipari tanulmányban. Úgy definiáltuk, hogy azoknak a vállalatoknak az összessége, amelyek nem víziközmű-szolgáltatói engedélyesek, de jelentős szerepet játszanak a víziközmű-értéklánhoz kapcsolódó feladatokban, és jelentős mértékben hozzájárulnak annak fenntartásához és üzemeltetéséhez. Hol a helyünk? Mindenhol. Ahol a vizes ágazat, a víziparnak ott a helye. Azt a tudást, tapasztalatot, ami vízipari oldalról szintén több évtizedes, azt be kell tudjuk csatornázni mind a MaVíz munkájába, mind az ágazati törekvésekbe.

**M. B.:** Hogyan értékelitek a MaVíz helyzetét és lehetőségeit?

**T. G.:** Nem szeretnék nagy szavakat használni, de azt mondanám, hogy egy szárnyaszegett sas. Nagyon szeretném, ha a MaVíz eljutna oda, hogy a szava számítson, akár a sajtóban, akár az esti tévéhíradóban ugyanúgy hír legyen, ha megszólal a MaVíz elnöke. A MaVíz-nek ezen a polcon lenne a helye, ide kellene eljutnia. Persze a MaVíz helyzete nehéz, és nyilván azért is ülünk itt, mert a célt még nem értük el, de látjuk, hogy nem is lesz könnyű. Viszont tenni akarunk érte. Hogy mi a vízipar szerepe ebben? Szeretném hinni, hogy mi ehhez érdemben hozzá tudunk járulni. Pont az a kihívás, amit a MaVíz a saját értékelésében meg is fogalmazott, hogy bár több területen nagyobb sikereket ért el (oktatásban, üzemeltetők egymás közötti kommunikációjában), de az érdekérvényesítésben még vannak feladatok. Ebben szeretnénk partnerek lenni!

**G. P.:** Az én álláspontom szerint a MaVíz helyzete nem nehéz. Itt van az összes szakember mind üzemeltetői, mind vízipari oldalról, a

költségvetés biztos lábakon áll. Van Titkárság jól képzett szakemberekkel, egyszóval megvan a háttér. Ezért mondom azt, hogy ne sajnáljuk magunkat. Ez a háttér aktivizálható, jelentős erőforrást jelentenek a MaVíz számára, úgyhogy a körülmények ugyan speciálisak, de a Szövetség helyzete nem nehéz.

**M. B.:** Akkor itt egy soron kívüli kérdés nem megkerülhető: most akkor könnyű a MaVíz helyzete, vagy egy szárnyaszegett sas – ezt az ellentétet valahogy oldjátok föl!

**B. J.:** Azzal egyetértek, hogy van egy jó struktúra, vannak jó erőforrások, de a MaVíz és a benne szereplők érdekérvényesítő képessége sajnos gyenge, és ezért is nehéz a szakma meg a MaVíz helyzete. A hangunk erejével, a meg nem hallgattatásunkkal van a baj. Hiába mész te, és kopogatsz be valahova, ha nem engednek be az ajtón és nem hallgatnak meg. Így áll most véleményem szerint a MaVíz is. Nincsen egy olyan erős támogató („protektor”) a hátunk mögött, aki azt mondja: „Kérem, ezt az ágazatot, ezt a szakmát meg kell becsülni, mert erre alapvető szolgáltatások miatt szükség van, és ha erre nem fordítunk most elegendő forrást, akkor 10 év múlva háromszor annyi pénzt kell befektetni, tetejében még zavarok is lesznek az ellátásban.” Hiányzik ez a támogató, aki ezt nemcsak képviseli, el is mondja, hanem akit érdemben meg is hallgatnak.

**M. B.:** Hogy látják, hogyan tudja a vízipar a MaVíz-t, a MaVíz pedig a vízipart erősíteni, hogy kialakuljon a win-win szituáció?

**K. E.:** Először is meg kell különböztetni a Szövetség és az üzemeltető szervezetek helyzetét, hiszen az nem ugyanaz. Én azt nagy értéknek tartom, hogy a MaVíz 30 éven keresztül egyben tudott maradni, nagyjából egy irányba tudott húzni. Hogy a vízipar a MaVíz helyzetén tudna-e javítani, akár az államigazgatás felé valamiféle utat nyitni, ezt nem látom reális lehetőségnek. A vízipar önállóan nem nagyon tud a MaVíz-en belül megszólalni, főleg szakpolitikai kérdésekben, mert ezt a jogot az üzemeltető szervezetek inkább saját maguk részére tartják fenn. Mi egyébként a Műanyag-Csőgyártók Szövetségén belül próbálunk párbeszédet folytatni az államigazgatással a minket érintő szabályozási kérdésekben. Vannak folyamatban lévő ügyeink, de még kétséges, hogy sikerre tudjuk-e vinni őket. Mindenesetre megpróbáljuk. Nyilván a jogszabályi környezet változtatásának a lehetőségei kor-

látozottak, de például a műszaki szabályozás tekintetében fel lehetne tárni azokat a területeket, amelyek szabályozatlanok. Ilyen lehetőségeket látok. Ezen a területen egyébként erősíthetnénk egymást az üzemeltető szervezetekkel.

**J. B.:** A vízipar tudja a MaVíz-t szakmailag és lobbierővel támogatni, ha a MaVíz ezt elfogadja és hagyja. A MaVíz megy előre, és az lenne a cél, hogy a vízipart ne csak mellékszereplőként kezelje, hanem olyan együttműködő félnek, akivel előrébb juthat, mert ugyanazok a céljaink ebben az előremenésben. Ez a következő ciklus egyik fő feladata és célkitűzése, hogy felnőjünk ehhez a feladathoz. Ebben a vízipar véleményem szerint sokat tud tenni. Ez egy win-win szituáció lehet. Ha ezt az ágazatot közösen ki tudjuk mozdítani abból a holtpontból, amiben most van, akkor azon mindenki csak nyerhet. És látva az eddigi próbálkozásokat, csak közösen fog menni. A vízipar alapvetően a műszaki, szakmai oldalról tudja támogatni a fejlődést, arról az innovációs felületről, amely a jövő hatékony megoldásait szállítja. Ha nem ezen az úton járunk, akkor kár lenne azt kérni, hogy erre az ágazatra több pénzt fordítsanak. Először a rendelkezésre álló pénzt kell jobban elkölteni. És ehhez a vízipar megfelelő támogatást tud adni. A tisztújítást követően a Műszaki Bizottsággal egy nagyon szoros kapcsolat kezd kiépülni, tehát itt, ezen a felületen mindenféleképpen lehet, tudunk közösen dolgozni.

**T. G.:** Win-win szituáció csak egyenértékű kapcsolat esetén jöhet létre. Egyelőre úgy látom, hogy megtűrtként vagyunk jelen ebben a társaságban. Azt gondolom, hogy mindenki egyenértékűen tesz az ágazatért. Nagyon sokan dolgoznak, nagyon sokféle cég dolgozik ebben az ágazatban és a víziparban is. Vannak tervezők, kivitelezők, kereskedők, mindenféle termékkel foglalkozunk, hihetetlen nagy know-how jött össze ebben a csapatban. Ha megnézzük, 110 körüli tagja van a MaVíz-nek, rengeteg ember dolgozik itt, nem beszélve a nagy múltú cégekről, azokról a cégekről, akik kis helyi vállalkozásokból országos céggé, multinacionális céggé nőttek ki magunkat. Ezek átmentek egy olyanfajta fejlődésen, amely által igenis finomították a napi működésüket. Rengeteg dolgot át lehetne adni egymásnak, lehetne egymástól tanulni. A két fél erősíteni és kiegészíteni tudja egymást. Ahogyan ők szolgálnak, ugyanúgy a vízipar is szolgálat, közös a cél.

**G. P.:** A MaVíz-erősítés itt most mit jelent? Nem biztos, hogy az erősítés a jó szó, de az ágazattal érdemes foglalkozni, érdemes megmutatni

a fejlődési, fejlesztési irányokat. Leírni, definiálni a kitörési lehetőségeket, olyan fejlesztési irányokat, amelyek mind gazdaságilag, mind szakmailag indokoltak. Ha visszatérünk a vízipar definíciójához, akkor igenis nagy szerep hárulhat ránk. A MaVíz egy erős szövetség. Itt van az összes szakember, vannak erőforrások, financiálisan stabil. Erősíteni azzal lehet, a vízipar azzal tudja erősíteni, hogy azokat a know-how-kat, amelyeket Gábor elmondott, tapasztalatokat, erőforrásokat a MaVíz rendelkezésére bocsátja, és ezzel abban támogatja a MaVíz-t, hogy egy profi szakmai szervezetté váljon. Szerintem a MaVíz-t nem kell erősíteni. Az erőforrásokat fókuszálva kell az ágazatot kell jó helyre pozicionálni.

**B. J.:** Véleményem szerint azért kell a MaVíz-t erősíteni, hogy meghallják a hangját. Tehát hiába van meg a struktúra, hiába van mögötte közel 40 üzemeltető és 110 vízipari tag, ha ezt a struktúrát kifelé nem tudjuk úgy megjeleníteni, megjeleníttetni, hogy elfogadják. Hiányzik az az erős támogató, aki megfelelően tudná pozicionálni és elfogadtatni a MaVíz-t, a hangját. Most úgy látom, hogy ez a támogató nem tud a szakmából jönni. Egy olyan valakire vagy valakikre lenne szükség, aki vagy akik megértik, hogy itt miről van szó, és hogy érdemes ebbe az ágazatba normálisan investálni, reális célokat kitűzni és megvalósítani.

**M. B.:** Mi a vízipar stratégiája, mit szeretne elérni az elkövetkező pár évben, és mivel lenne elégedett az ágazat jövőjét tekintve?

**G. P.:** A vízipar és az üzemeltetők egymásra utaltsága okán az együttműködés erősítése az, amit én fontosnak tartok, és ez nem öncélú! Történjen azért, hogy az ágazat megbecsülése nőjön, mutassuk meg, hogy az ágazat fontos, mutassuk meg, hogy van benne fejlődés és fejlesztési lehetőség, és mutassuk meg azt is, hogy az igényelt források társadalmilag rendkívül fontos és hasznos célok elérését szolgálják, miközben gazdaságélénkítő hatásuk is van.

**T. G.:** Az ivóvízhez való hozzáférés alapvető jogunk, ezért ennek biztosítása mindenképpen áll. Maga az ágazat, a víziközmű-szolgáltatás, a vízellátás, a szennyvízelvezetés és -tisztítás alapvető feladatunk. A hétköznapiakban számos olyan dologba öltünk rengeteg energiát és pénzt, melyek fontossága jócskán elmarad ezen alapszolgáltatás mögött. Nincs tehát helyén az ágazat, ezért azt szeretném elérni, hogy az ágazat megbecsült legyen, tudjanak róla, hangja, ereje legyen.

**K. G.:** Akkor lennének elégedett, ha az érintett döntéshozók, véleményformálók ráeszmélnének az ágazat valós súlyára és kockázataira. Ha ez

megtörténne, akkor pénzügyi forrás érkezhethet az ágazatba, amitől fenntarthatóvá és továbbfejleszhetővé válna a víziközmű-szolgáltatás. Ez talán megoldást adna a vészes szakemberhiányra és az előregedő korfára. Tudjuk, hogy szakemberek helyett pékek, cukrászok, asztalosok kerülnek szerelői munkakörökbe. Így talán mindenki számára elérhető maradna hosszú távon is az ivóvíz, ami életünk lételeme.

**B. J.:** A cél az lenne, hogy növekedjen a szakmaiság, igény legyen a szakmaiságra mind a mi köreinkben, mind a döntéshozóknál. A döntéshozók hallgassák meg, hogy a szakmának mire van szüksége, ezt vegyék figyelembe a döntések meghozatalánál. Jó lenne, ha a vízügy visszaszerezné azt a renomét és erejét, ami Dégen Imre idejében még megvolt. Ekkor nemcsak rövid távon, hanem hosszú távon is kiszámítható alapszolgáltatást élvezhetne Magyarország lakossága.

**J. B.:** A vízpar stratégiája a magam részéről, hogy nem adjuk fel azt a hitünket, hogy a szakmának van becsülete és jelentősége, van helye a minőségi munkának. El kell oda jutni, hogy már középtávon is az az előnyös, ha valamit jó minőségben és megfelelő szakmai háttérrel építünk meg, és nem a hirtelen jött ötletek és pillanatnyi előnyök mentén. Ezt nyilván magának az víziparnak is képviselnie kell, mert ha nem képviseli, akkor magát számolja fel. A vízpar stratégiája szerintem az, hogy a MaVíz-t ebben megerősítse. Ez kemény munka, ebben kitartást kívánunk a MaVíz főtítkárnak és apparátusának is. Jó lenne, ha a közös munka eredményét mihamarabb élvezhetnénk. Talán azzal lennének elégedett, ha négy év múlva már nem ezeket a problémákat sorolnánk, nem azon keseregnénk, hogy esetleg nem jó szakmát választottunk, hanem azt mondanánk, hogy ezeket már megoldottuk, viszont vannak újabb problémák, amelyeket közösen majd megint megoldunk, igen, talán ekkor lennének maradéktalanul elégedett.

**K. E.:** Kiszámítható, stabil gazdasági környezettel lennének elsősorban elégedett. Eddig még nem beszéltünk a csapadékvízről. Szeretném, ha a csapadékvíz-elvezetés problémaköre – mely ugyan önkormányzati hatáskör, de sok esetben inkább gazdátlan terület – is ennek a szektornak az integráns része lenne.



## Energiatakarékos, garantáltan olajmentes és megbízható fúvók

Nem légfólia csapágyazású berendezés.  
Állandó mágneses motorral szerelt, csapágy nélküli gép.  
Így elkerülhetők a súrlódásból eredő veszteségek.  
ISO 8573-1 Class 0 minősítésük garantálja, hogy nem kerül olajszennyezés a levegőbe.  
A VSD (változtatható fordulatszámú) motor pontosan a levegőigényhez igazítja a fúvó teljesítményét.  
A munkakörnyezet kímélése érdekében alacsony vibráció és zajszint jellemzi.  
A beszerelt Elektronikon® kijelző figyelmeztet a szükséges szervizre és nyilvántartja a működési paramétereket.

- Térfogatáram: 2.000 – 12.000 m<sup>3</sup>/h
- Nyomástartomány: 0,3 – 1,4 bar
- Motor teljesítmény: 120 – 250 kW

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

# Szerves anyag, N és P visszanyerése – az újrafelhasználás helyzete, lehetőségei a lakossági szennyvizek tisztításánál

## BEVEZETÉS

Az eleveniszapos szennyvíztisztítás 2014. évi kidolgozása, bevezetése óta rendkívül eredményesnek bizonyult mind a lakosság, mind környezete védelmében. A lakossági szennyvizek szervesanyag-tartalmának immobilizálásához szükséges oxigénigény minimalizálása az iszap anaerob rothasztásának a metán-, s azzal villamosenergia-termelésével napjainkra igen sikeresnek bizonyult, bár a rothasztás csak adott üzemméret alatt építhető ki gazdaságosan. Komoly hiányossága azonban a hagyományos nitrogéneltávolításnak, hogy a lakossági szennyvizek reaktív nitrogénkomponenseit (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) elemi nitrogénné (N<sub>2</sub>) alakítja az oxidációs és redukációs biológiai átalakítások révén. A lakosság tápanyagellátásához viszont elengedhetetlen a mezőgazdaság termelékenységének meghatározó komponense, az ammónium. Ezt napjainkban az ipar Haber–Bosch-szintézissel állítja elő, átlagosan 12,1 kWh/kg NH<sub>3</sub>–N fajlagos költséggel (Pikaar et al., 2017). Ugyanakkor a lakosság tápanyag-hasznosításából kikerülő ammónium döntő hányada végül a lakossági szennyvizekbe kerül, aminek mennyisége jelenleg a szintézissel előállított ammónium mintegy 19%-a (Bodirsky et al., 2014), ami a lakosság étel-miszer-fogyasztásának jövőbeni növekedésével valószínűtlen, hogy csökkenjen. Éppen ezért az ammónium nitrogénné alakítása a szennyvíztisztítás folyamatában



**KÁRPÁTI ÁRPÁD**

*Pannon Egyetem, Veszprém*

*karpattia@almos.uni-pannon.hu*

a távolabbi jövőben nem tekinthető változatlanul fenntartható megoldásnak, technológiának. A szennyvíz szervesanyag-, N- és P-tartalmának a körkörös újrafelhasználása a biztonságosabban fenntartható társadalom alapfeltétele lesz. Az ilyen szennyvíztisztítás kialakítását napjainkban a tudományos világ s a szennyvíztisztítás és háttérparágai is maximális erővel támogatják (Soares, 2019). Jelenleg azonban még csak a kutatások haladnak rohamtempóban, míg az ammónium és foszfát fő- vagy mellékági visszanyerése is csak gyerekipőben jár. Ennek alapvető oka, hogy a lakossági szennyvíz ammóniumkoncentrációja gazdaságos kinyeréséhez nagyon kicsi (<50–100 mg/l). Napjainkig ezért a lakossági szennyvíztisztításban csak az iszaprothasztás vagy egyéb hidrolizálás iszapvizéből történő N- és P-visszanyerésnek van realitása. A további anyag ennek a lehetőségét veszi sorra, röviden érintve az ammónium és a foszfát főági iszapba építésére fejlesztés alatt álló fototróf megoldásokat is.

## AMMÓNIMUM LAKOSSÁGI SZENNYVIZEKBŐL TÖRTÉNŐ JELENLEGI BIOLÓGIAI ELTÁVOLÍTÁSA

### AZ ELTÁVOLÍTÁS TECHNOLÓGIAI PROBLÉMÁI

A szennyvíztisztítás jelenleg alkalmazott technológiai főképpen az energiaigény csökkentésére törekuszenek a nitrifikáció–denitrifikáció fő- és mellékági szabályozásának optimalizációjával, valamint a fölösi-

szap mellékági anaerob rothasztással történő energetikai hasznosításával. A levegőztetés szabályozása mellett az egyik legújabb fejlesztési eredmény ebben a szerves széntartalom főágon történő, kívánt mértékű eltávolítását követő mellékági parciális nitritáció, majd anaerob ammóniumoxidáció az iszapvíznél. Az utóbbi folyamat napjainkban biztonságos, gazdaságos a mellékágon az iszaprothasztás iszapvizére. Több száz üzemben máig meg is valósult (Cruz et al., 2019). Az ilyen nitrogéneltávolítás az autotróf mikroorganizmus-kultúrák miatt a szerves anyagok döntő részének az előzetes eltávolítását igényli, ami aerob és anaerob megoldással is biztosítható. Az utóbbi a gyakorlatban intenzív anaerob szennyvíztisztítással is történhet, de anaerob membrán reaktorokkal a lakossági szennyvizekre is biztonságos. Mind az aerob, mind az anaerob szervesanyag-eltávolítás előtt elképzelhető vegyszeresen intenzifikált előülepítés vagy annak finomszűrőssel kombinált változata is. Ezekkel a főági előtisztításokkal már csak maximum feleannyi oxigén kell a biológiai tisztításhoz, mint a hagyományos nitrifikáló–denitrifikáló eleveniszapos megoldásnál (A2/O), miközben jóval kevesebb a biológia fölösiszap-termelése és a nitrogéneltávolítás üzemeltetési költsége is. A hagyományos megoldásoknak kedvező esetben csak a tizede (Fazekas et al., 2015). Ugyanakkor a főági anammox a lakossági szennyvíztisztítás fejlesztésének fontos lépése lehet majd a jövőben a fenntarthatóság irányába (Pikaar et al., 2017). Az ammónium inertizálása ugyanakkor ezeknél a megoldásoknál még változatlan.

A két autotróf tenyészet stabilitásának fenntartása viszont komoly kihívás az üzemeltetésnél. A nitritoxidáló baktériumok (NOB) visszaszorítása az aerob ammóniumoxidálók (AOX) javára komoly szabályozási

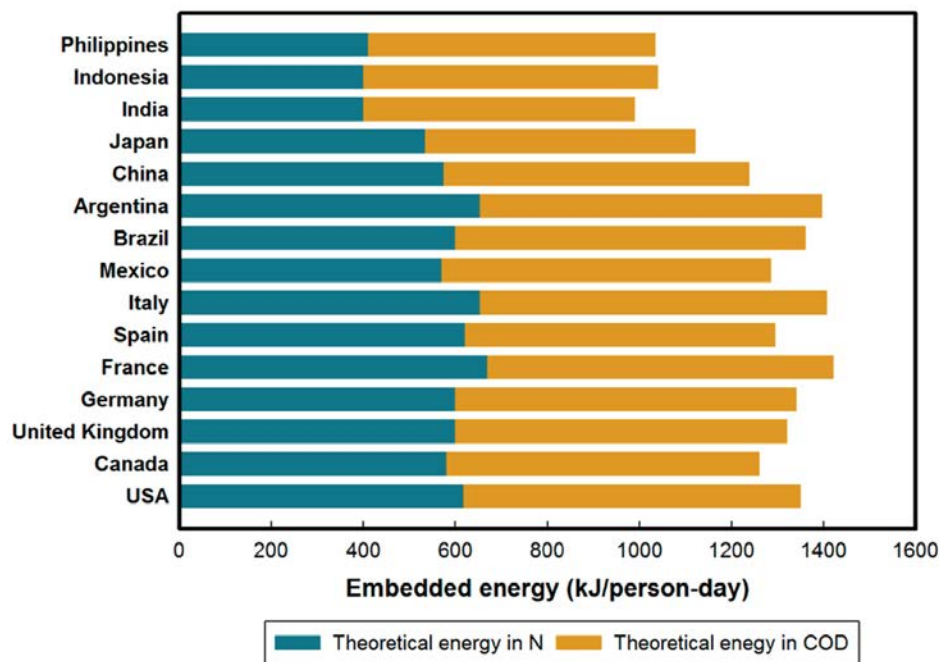
feladat. Az anammox fajok jó visszatartása, aktivitásának biztosítása hiányában az ammónium és nitrit összekapcsolása különösen kisebb vízhőmérsékleten üzemzavarokat okoz. Ez mérsékelt éghajlatú térségekben, ahol télen a vízhőmérséklet 8 fokra is hűlhet, komoly probléma. Ezért is történt legtöbb esetben a parciális nitrítáció – anammox kiépítése világszerte a koncentrált és meleg iszapvizekre (Pikaar et al., 2017). Meg kell azt is említeni, hogy a főági nitrogéneltávolítás és a mellékági nitrítáció–anammox a jelentősebb N<sub>2</sub>O emissziója miatt egyéb kedvezőtlen hatással is jár.

## AZ AMMÓNIUM ENERGIÁJA ÉS ELTÁVOLÍTÁSÁNAK ENERGIAGÉNYE

Az ammónium Haber–Bosch-szintézissel történő előállításának a költsége jelenleg 12,1 kWh (43,7 MJ)/kg NH<sub>3</sub>–N (Pikaar et al., 2017). A felnőtt lakosság ammóniumkibocsátása a lakossági szennyvizekbe az étkezési szokások függvénye, 15 ország felmérése alapján (Trimmer et al., 2017) átlagosan 8,2–13,8 g/fő/nap között van (1. ábra). Ez azt is jelenti, hogy egy fő napi ammóniumkibocsátása (szennyezése) 0,11–0,19 kWh (400–670 kJ) egyenértékű.

Több kutató vizsgálata alapján az emberi szervezet a szerves tápanyaga széntartalmának a hasznosításában nagyon hatékony, hiszen csak 2–10%-a kerül abból kiürítésre (Trimmer et al., 2017). Közelítő számításoknál azonban inkább a 25% az elfogadott (Fazekas et al., 2014, 2015). A tápanyagokból maradó szerves karbonmennyiség 0,16–0,21 kWh (588–761 kJ) lakosonként naponta. Ez azt jelenti, hogy lakosság szennyvízbe juttatott teljes energiakibocsátásának az ammóniumkibocsátás-energiája mintegy 38–48%.

1. ábra: Egy lakos naponta a szennyvízbe juttatott ammónium- (kék sáv) és szervesanyag-szennyezésének (sárga sáv) az energia-egyenértéke 15 országban. A teljes oszlopok hossza a két energiafajta együttesét jelenti (Trimmer et al., 2017)



A szennyvíz szervesanyag-tartalma, energiájának nagyobb hányada már ma is kinyerhető biometán formájában. Ez a teljes szerves anyag energiájának akár az 59%-át is elérheti (Trimmer et al., 2017). Az ammónium energiataralma is visszanyerhető lehet, ha az gáz formájában kivonható a szennyvízből. Az ammónia ugyanis eltüzelésével megfelelő berendezésben energiát szolgáltathat 22 MJ/kg NH<sub>3</sub> fajlagos értékkel. Magyarországon egyetlen üzem működött ilyen megoldással, úgy 20 évvel ezelőtt, Papkeszin, a Kolorkémiában, ahol a ftalocianid gyártásánál keletkezett 3 g/l körüli ammóniumkoncentrációjú szennyvíz sztrippelésével előállított ammóniát gázkazánban hasznosították. A japán tulajdonú üzem a piaci verseny miatt mintegy 15 éve beszüntette a termelést, s vele az ilyen ammónium-visszanyerést, -égetést is.

Az ammóniumot visszanyerése hiányában a hagyományos nitrifikáció–denitrifikáció útján távolítva el a lakosság szennyvizéből, az energianyereség helyett jelentős energiaigényt jelent, 2,6–6,2 kWh/kg N (Schaubroeck et al., 2015). A denitrifikációhoz ezenkívül szerves karbon is szükséges. Ez 2,86–4,3 kg KOI/kg NO<sub>3</sub>–N, ami a szerves anyag energiataralmában minimális esetben is 13,9 MJ/kg KOI és 39,75 MJ/kg N energiavesztés a denitrifikációnál, ami a szintetikus ammónium előál-

lítási költségének a 91%-a (43,7 MJ/kg NH<sub>3</sub>–N). A denitrifikációra számolt ilyen mértékű energiavesztés részben elkerülhető főáramú anammox megoldás esetén, de a nitrítáció oxigénigénye ilyenkor is jelentkezik. Az ammónium és nitrit összekapcsolása, autotróf inertizálása viszont nem igényel szerves anyagot (Fazekas et al., 2014). Mindezek alapján megállapítható, hogy a szennyvíztisztításban a jövőben mihamarabb elérendő cél lesz az ammónium főágon történő energiahatékony visszanyerése.

## DINITROGÉN-OKID-KELETKEZÉS VESZÉLYE AZ AMMÓNIUM BIOLÓGIAI OXIDÁCIÓJA SORÁN

Azon túl, hogy a jelenlegi szennyvíztisztításnál, amikor az ammónium nitrogénje biológiai úton elemi nitrogénné oxidálódik, jelentős az energiavesztés, további kedvezőtlen hatás a dinitrogén-oxid (N<sub>2</sub>O) keletkezése. Az utóbbi komoly üvegházhatást eredményező gáz. Hatásában 300-szor erősebb, mint a szén-dioxid, s egyidejűleg egyike a legerősebb ózonréteg-romboló anyagoknak. Korábbi felmérés és számítások alapján a szennyvíztisztítás 1990-ben 0,22 Tg N<sub>2</sub>O nitrogént juttatott a légkörbe. Ez a nitrifikációnál az ammóniumoxidáló baktériumok (AOB) melléktermékeként keletkezik a hidroxil-amin (NH<sub>2</sub>OH) nem tökéletes oxidációjának melléktermékeként (Domingo-Félez et al., 2019). A hidroxil-amin és az ugyancsak keletkező nitrogén-oxid (NO) kémiai kapcsolódásának eredményeként, különösen savasabb környezetben keletkezik jelentősebb mennyiségű N<sub>2</sub>O. Keletkezése egyébként változó mértékű a biológiai nitrogéneltávolítás (BNR) különböző megoldásainál a rendszerkialakítás és az üzemeltetési paraméterek függvényében is.

Az N<sub>2</sub>O-emisszió az eleveniszapos szennyvíztisztító rendszerekben a vizsgálatok szerint a teljes eltávolított nitrogénmennyiségnek 0,01–6,6%-a is lehetett. Bár ez nem tűnhet jelentősnek, a lakossági szennyvíztisztítókból így a légkörbe kerülő N<sub>2</sub>O-mennyiség a teljes szennyvíztisztítás üvegházhatást okozó tevékenységének a 14–26 százalékát is eredményezheti, ami egyidejűleg a teljes szén- és tápanyag-eltávolítással üzemelő tisztítóknál BNR-tisztítás CO<sub>2</sub>-lábnomának a 83 százalékát is kiteheti. Csökkentése csakis gondos üzemellenőrzéssel, mérési protokoll betartásával lehetséges. A korszerű mérések szerint a korábbi számítás még alá is becsülhette a fenti értékeket (Delre et al., 2019). A jelenleg tervezés alatt levő karbonsemleges szennyvíztisztításnak ezért jelentős N<sub>2</sub>O-kibocsátás-csökkentést kell elérnie. Ha a szennyvízből a nitrogéntartalom ammónium formájában kerül majd eltávolításra, visszanyerésre



a nitrogén-oxid-kibocsátás teljesen megszüntethető, jelentősen csökkentve azzal a globális felmelegedés veszélyét is.

## A SZENNYVIZEKBŐL TÖRTÉNŐ AMMÓNÍUM-VISSZANYERÉS JELENLEGI LEHETŐSÉGEI

A lakossági szennyvizekből történő jelenlegi biológiai tápanyag-eltávolítás (BNR) a hagyományos, nem recirkulációs megoldással történik. Ez a szennyvíz fogadását, feldolgozását, s a keletkező termékeinek a környezetünkbe történő közvetlen elhelyezését jelenti. Ezalól a nagyobb (>40–60 ezer LEÉ) tisztítók esetében kivétel a biológiai tisztítószorokon keletkező szennyvíziszap rothasztása. Ezek biogázterméke ugyanis már általánosan gázmotoros hasznosításra, energia-visszaforgatásra kerül. Szükséges ez, mert a tisztításnál a levegőztetés jelentős energiaigény.

A főági szervesanyag-oxidációnál és a biogáz elégetésénél keletkező szén-dioxid természetesen jelentős üvegházhatást eredményez. Az ammónium inertizálásával termelődő nitrogénnek ugyan nincs ilyen hatása, ugyanakkor jelentős a növényi tápanyag vesztesége. A kevés ammónium (a teljes N-terhelésnek alig 10%-a), valamint a foszfát teljes mennyiségének a beépítése a tisztítás szilárd maradékába pedig továbbfeldolgozás vagy termőtalajban történő hasznosítása nélkül ugyanilyen veszteség. Napjaink áhított körkörös szennyvízgyártásának ezek közül leginkább az ammónium elfecsérlése a legnagyobb hiányossága. A nagyobb szennyvíztisztítóban a szennyvíz eredeti lebegő vagy részben átalakított oldott szerves anyagaiból a keletkező főlőszapnak ma még szinte kizárólag csak anaerob rothasztása történik, ami persze a szennyvíz szerves anyaga energiájának igen hatékony visszaforgatása. A belőle előállítható villanyárammal ugyanis a levegőztetési energiának mintegy a fele megtermelhető. A gázmotor hűtővíze is hasznosítható termikusan, amire különbözőképpen is sor kerülhet. Részben visszaforgatható a lakossági szennyvíz foszfáttartalmának jó része is, ha az iszap mezőgazdasági hasznosításra alkalmasnak bizonyul, s a talajjavítást azzal el is végzik.

Az ammónium visszaforgatása elméletileg a fentiekéhez legalább hasonló határfokkal biztosítható lehet, s körkörös hasznosításával a jövő fenntartható szennyvíztisztításának, energia- és nyersanyag-újrahasznosításának is meghatározó eleme lehet. Ugyanakkor be kell látni, hogy jelenleg az ammónium visszanyerése a lakosság kicsi ammóniumkoncentrációjú szennyvizeiből (<100 mg/l) mind technológiailag, mind

gazdaságilag megoldatlan. A jelenleg arra szóba jöhető módszerek (levegővel vagy vízgőzzel történő sztrippelés, membránszeparátoros előzetes szervesanyag-eltávolítás, elektrokémiai ammóniaszeparáció, elektrodiálízis, adszorpció, ioncsere, vegyszeres kicsapatás) csak a fenti-nél 20-30-szor töményebb ammóniumos vizeknél lehetnek technikailag kivitelezhetőek, illetőleg költséghatékonyak. A legfőbb gond, hogy az iszaprothasztás vizes fázisának az ammóniumkoncentrációja maximális esetben is csak a fele a szükségesnek bizonyult 2-3 g/l értéknek. Persze vannak ennél nagyobb ammóniumtartalmú vizek is, mint a hulladéklerakók csurgalékvízei, nagy fehérjetartalmú szerves hulladék rothasztásának az iszapvízei, vagy akár az emberi, állati vizelet is. Hasonlóan tömény lehet az ammónium állattartó telepek hígtrágyáiban, illetőleg azoknak a szűrleteiben. A levegős vagy vízgőzzel történő sztrippelés azonban az ilyen ammóniumkoncentráció esetén is csak 10 fölötti pH mellett lehetséges. Az ammónium persze részben visszanyerhető a foszfát iszapvizekből történő magnéziumos kicsapatásánál keletkező struvittal is, ami várhatóan napjaink leggyorsabban alkalmazásra kerülő megoldása. Ekkor azonban a  $Mg^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$  1:1:1 mol arányával képez hat kristályvizes kristályos struvitot, amelyben a nitrogén annak csak a 7%-át teszi ki. Az iszaprothasztás csurgalékvizének az összetétele az 1:1:1 mol aránytól messze áll, így az abból történő teljes ammónium-visszanyerés struvitként nemcsak gazdaságtalan, de célszerűtlen is. Jelentős vegyszerigényt jelent (MgCl<sub>2</sub>, pH-beállítás). A struvit kicsapatása ugyanakkor a foszfor kapcsán egyre terjedő gyakorlat. A Haber–Bosch-ammónia-szintézis földgáz vízgőzös reformálásával történik, felhasználva a világ évi földgáztermelésének a 3-5%-át, ami a világ évi energiafelhasználásának ugyanakkor az 1-2%-át jelenti. Az ammónium megfelelő visszatartása a tisztításban, majd újrafelhasználása a mezőgazdaságban ezért a tisztítás-fenntarthatóság, valamint a körkörös gazdálkodás megvalósításához sürgető és elengedhetetlen feladat.

## NAGY TERHELÉSŰ AEROB/ANAEROB SZERVESANYAG-ELTÁVOLÍTÁS – „FOLYÉKONY MŰTRÁGYA” GYÁRTÁSA

A nagy terhelésű aerob eleveniszapos szennyvíztisztítás (hagyományos két iszapkörös – A/B – megoldások első lépcsője) lehetővé teszi a szerves anyag döntő részének a szennyvíziszappá alakítását, miközben az ammónium döntő hányada az elfolyóvízben marad. Mintegy 15 évvel ezelőtt a hódmezővásárhelyi kétlépcsős lakossági szennyvíztisztító első

lépcsőjéből túlfolyó szennyvíz átlagosan 120 mg/l KOI mellett 60 mg/l ammóniumot tartalmazott. Ha az ilyen vizet napjaink ultraszűrőivel finomlebegőanyag-mentesítik, minőségében megfelel a mezőgazdaság öntözővízigényének. Ilyen esetben a biológia iszapfázisa jelentős, de lehetőség van az abba bezárt energia iszaprothasztással történő részleges visszanyerésére. Az iszap foszfortartalma döntően a rothasztás iszapmaradékába kerül, s abból a talajokban hasznosulhat. Energetikailag kedvezőtlen, hogy ilyenkor a szerves anyagok valamivel több mint a fele oxidálásra kerül (jelentős levegőztetési költség), s keletkező iszapból így már csak annak is a fele, a nyers szennyvíz energiájának mintegy 25%-a jelenhet meg a rothasztásnál keletkező biogázban. Ennek is csak mintegy a feléből lesz a gázmotorban villanyáram, míg a motorból a hő többi része egyéb úton kerülhet felhasználásra.

Az ilyen aerob szennyvíztisztítás energiahatékonyasága növelhető vegyszeresen növelt hatású előülepítéssel. Ennél a szerves anyag (KOI) akár 60%-a is eredeti formájában vihető rothasztásra, s csak a maradék 40% fele kerül a biológiai medencében aerob oxidációra. A másik fele a szekunder iszapba kerül, s a primer iszappal keverve kerül rothasztásra. Kedvező a tisztítás energiámérlegénél, hogy az ilyen előülepítés után az eleveniszapos egység villamosenergia-igénye is arányosan kisebb, s a keletkező biogázzal a tisztítás villanyáramigénye teljes mértékben is fedezhető. Mindkét esetben gond lehet ugyanakkor a biológiai lépcsőből elfolyó tisztított víz maradék lebegő szervesanyag-tartalma (KOI), amit szükség esetén ultraszűrővel lehet tovább csökkenteni. Az ilyenkor keletkező, kis ammóniumkoncentrációjú öntözővizek újrahasznosítása különösen szárazabb klímánál, tápanyaghiányos talajoknál lehet gazdaságos. Ehhez azonban biztosítani kell területet, valamint a kihelyezés lehetőségét is. Az iszaprothasztás iszapvizét ilyenkor is a tisztítás főágára célszerű visszaforgatni mindaddig, amíg ammóniumtartalma visszanyerésére biztonságos, gazdaságos megoldások nem kerülnek kidolgozásra.

A hagyományos szennyvíztisztítók technológiájának fejlesztése az elmúlt években az aerob eleveniszapos rendszerek iszapszeparációjának analógiájára elvben gyorsan eljutott az anaerob membrán bioreaktorokhoz (AnMBR). A membrán ekkor is az iszap visszatartását végzi, míg a reaktorban a folyamatok ennél is folyadékfázisban játszódnak le. Az anaerob átalakítás jó KOI- (akár 80%-os) eltávolítást biztosít, minimális iszapkeletkezéssel, s a levegőztetés hiányában kis energiaigénnyel, közvetlen, maximális biogáztermeléssel. Az ammónium döntő, a foszfát

mérsékelt hányada a lebegőanyag-mentes szűrletbe kerül. Az anaerob membrán reaktoros előkezelés gazdaságilag kedvező, gyakorlatban alkalmazható költségtakarékos mérnöki megoldás a lakossági szennyvizek tisztítására. Alkalmazásánál sikerült 90% fölötti KOI- és 100% lebegőanyag-eltávolítást elérni minimális oldottammónium- és foszfatfelvétellel az iszapba. Az AnMBR tápanyaggazdag permeátuma friss vízként közvetlen mezőgazdasági öntözésre használható, ha a termőtalajokra történő kihelyezése a gyakorlatban megfelelően szervezhető, biztonságosan megoldható.

Az AnMBR permeátuma minden további kezelés nélkül egyidejűleg növényitápanyag- és öntözővíz-ellátást is jelent. A szennyvíz nitrogéntartalmának döntő része a kis ammóniumkoncentrációjú tisztított vízbe kerül. Friss számítások alapján ezzel a megoldással a világ tisztított lakossági szennyvizeinek 70%-a gyakorlatban elöntözhető lehet (Caldera és Breyer, 2019). Ez a mennyiség a világ jelenlegi öntözővíz-felhasználásának a 16%-át helyettesítheti, növelve a mezőgazdasági termelés fenntarthatóságát. Értelemszerűen az AnMBR-technológia metántermelése annyi energiát produkál, ami a technológia üzemeltetéséhez elegendő. 400 mg KOI/l szennyezettségű lakossági szennyvízből köbméterenként 0,327 kWh villanyáram termelődik (Liu et al., 2020). A permeátum minősége városi lakóterületek öntözésére történő felhasználását is lehetővé teszi, csökkentve ott is a környezet zöldterületté tételéhez szükséges növényi tápanyag és öntözővíz igényét. Mindezek a szennyvíztisztítás körkörös gazdaságba illesztésével a teljes ammónium-visszanyerés és felhasználás irányába hatnak.

## AMMÓNÍUM FOTOTRÓF BIOMASSZÁBA ÉPÍTÉSE (ZHANG ET AL., 2021)

A lakossági szennyvíz hagyományos biológiai tisztítása (BNR) során nitrogéntartalmának nagyobb része elemi nitrogénné alakul, míg kisebb része redukált nitrogénként beépül a keletkező iszapba. Az előzőnél is zártabb körkörös gazdálkodás teljesen megváltoztatná ezt a gyakorlatot. Ekkor a főágon az ammóniumot a szerves anyag felhasználásával még nagyobb mennyiségű biomasszába építenék be (Liu et al., 2018). Megoldás lehet ekkor fototróffokkal (fototróf baktériumok, mikroalgák stb.) történő tápanyagfelvétel, -beépítés. Ezek a fototróffok (foto-autotróffok, foto-heterotróffok és kemo-heterotróffok) különböző környezeti feltételek között is képesek megélni, szaporodni a lakossági szennyvizekben,

bár a 10 körüli KOI/N arányú szennyvizeknél az alkalmazhatóságuk még nincs kellően bizonyítva. Hülsen és társai már 2016-ban vizsgálták ezért az egyik szóba jöhető fajt (purple phototrophic bacteria – PPB) a lakossági szennyvíz szerves anyagának és növényi tápanyagainak az együttes eltávolítására. Úgy találták, hogy 100 g oldott KOI, 6,4–1,3 g NH<sub>4</sub>-N és 1,2–0,2 g foszfát-P immobilizálására voltak képesek 8–24 órás hidraulikus tartózkodási idővel (HRT), miközben a vizes fázis KOI-ja 50 mg/l alá került, nitrogén- és foszfortartalma pedig 5 és 1 mg/l alá csökkent.

Más típusú bioreaktoroktól eltérően a fotobioreaktorok teljesítménye nagyban függ a reaktor mikroorganizmusokkal töltött részének a fényellátottságától. A mérések alapján a PPB-faj 16 g KOI-val 1 g nitrogént tud asszimilálni (Hülsen et al., 2016; Lu et al., 2018). Mint ismeretes, a lakossági szennyvizekben a KOI/ammónium-N arány 10 körüli, tehát a PPB-k nem tudják abból a teljes ammóniummennyiséget beépíteni. Ez segéd szerves tápanyag adagolását teszi szükségessé. Erre az etanol bizonyult alkalmasnak. Egyébként az ilyen tisztításhoz célszerű lehet egy előfermentáció is, mivel a PPB-k csak szerves savakat, alkoholokat, a cukrot tudják szerves tápanyagként hasznosítani. A gyakorlatban tehát nagyipari alkalmazásuk a feladatra nem kellően pontosított, meglehetősen kockázatos.

Ismeretes azonban, hogy a fototróf baktériumoktól eltérően a foto-autotróf mikroalgák a nitrogént és a foszfort szerves anyag nélkül is asszimilálni tudják. A mikroalga-szuszpenzió azonban rosszul ülepedik, nehezzé teszi a fázisseparatorációt, nagy üzemi térfogatokat, nagy HRT-t tesz szükségessé. Ezért a velük dolgozó technológiák ennek a problémának a csökkentésére membrán foto-bioreaktorokként, valamint immobilizált rendszerként (pl. biofilmek, alga-baktérium együttesek vagy granulált tenyészetként) kerültek kiépítésre. Az alga-baktérium kevert kultúrák esetén a rendszer önellátó az oxigénigényében (alga oxigéntermelése), míg a baktériumok által termelt szén-dioxidot is felhasználja tápanyagként.

Napjainkban jelentős érdeklődés tapasztalható a kombinált tenyészetek granulált vagy biofilmes kialakítása iránt. Ezeknél a jó iszapülepedés miatt egy kisebb iszapülelepítő is beépíthető a rendszerbe. Ilyen biofilmes vegyes tenyészetnél a reaktorba víz alatti LED-fényforrást beépítve 24 óra alatt 90%-os KOI- és ammóniumbeépítést, vízfázisból történő eltávolítást tudtak elérni (Gou et al., 2020). Más hasonló rendszernél ezt a tisztíthatóságot hat óra alatt is produkálták hasonló hatásokkal, sőt még

a foszfor eltávolítása is megtörtént (Ji et al., 2020). Az ilyen rendszerek mindezek mellett minimális üvegházhatásúgáz-kibocsátással is rendelkeznek. A fenti teljesítménynöveléssel a mikroalga-baktérium granulált iszapos megoldás területigénye is a hagyományos eleveniszapos megoldásokénak a 77,5%-ára volt csökkenthető (Zhang et al., 2021). Következésképpen ezek a megoldások a jövőben gyakorlati jelentőségük lehetnek a lakossági szennyvíztisztítás, egyidejű tápanyag-visszanyerés és szén-dioxid-kibocsátás-csökkentés érdekében.

## FÖLÖS ELEVENISZAP MINT NYERSANYAG ÉS ENERGIAFORRÁS

A szennyvíztisztítás az elmúlt évtizedek fejlesztései révén napjainkban világszerte megfelelően tudja biztosítani a környezet védelmében előírt befogadói határértékeket. A biológiai tisztításnál keletkező iszap mennyisége ugyanakkor jelentős, s elhelyezésének, újrahasznosításának a korlátai miatt egyre nagyobb probléma. Megfelelő feldolgozása, csökkentése ezért a kutatásoknak továbbra is fontos feladata. Erre napjainkban a hagyományos mezofil vagy termofil anaerob iszaprothasztás mellett az ugyancsak termofil autoterm aerob rothasztás és a környezeti hőmérsékleten is kivitelezhető lúgos iszaphidrolízis is megoldást biztosíthat. Az anaerob iszaprothasztásnál a szervesanyag-tartalom mintegy fele biogázzá alakul, s mellette jelentéktelen a főágra történő szervesanyag-visszaforgatás.

A másik két megoldásnál a szervesanyag-tartalom kisebb része bomlik kisebb oxidált molekulákká, illósavakká, s azok nem alakulnak tovább metánná. A keletkező, vízfázisba kerülő oldott komponenseket ezeknél is vissza kell forgatni a tisztítás főágra. Ott szerencsére előnyös is lehet a visszavételük a nitrifikáció/denitrifikáció tekintetében, elsősorban a denitrifikáció KOI-igénye, sebességének gyorsítása biztosítására. Lehet azonban visszaforgatásuknak további, ma még alig pontosított előnye is. Éppen hazai vizsgálatok bizonyították, hogy mint koszubsztrát jelentősen növelhetik a hagyományos eleveniszapos tisztítás mikrotapanyag-, gyógyszermaradvány-eltávolítását (Bezsenyi et al., 2021a; 2021b). Természetesen ezzel a hatásukkal nemcsak a tisztított víz ilyen szennyezettségét csökkentik jelentősen, hanem az iszapét is. Tehát mind a tisztított víznél, mind a maradékiszapnál az anyag-visszaforgatás, körkörös gazdálkodás lehetőségét segítik elő.

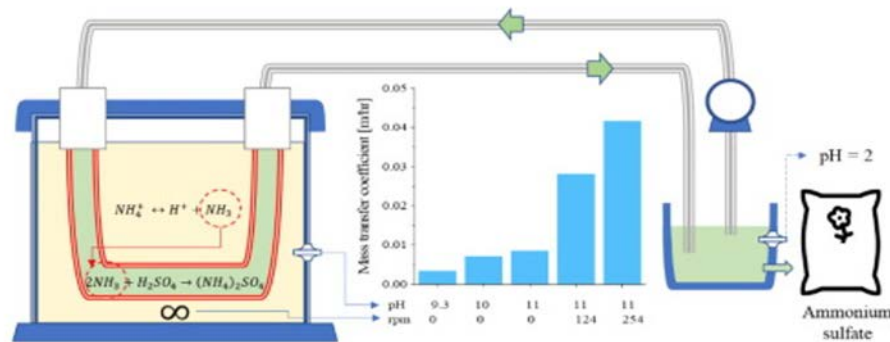
## ANAEROB ISZAPROTHASZTÁS ÉS AMMÓNIA-VISSZANYERÉS A ROTHASZTÁS ISZAPVIZÉBŐL

A hagyományos eleveniszapos szennyvíztisztítás fölösiszap (WAS) termelésével jár. A szennyvíz nitrogén- és foszfortartalmának egy része beépül az iszapba a mikrobiológiai szintézissel. Ez azt is jelenti, hogy a szennyvíz ammónium-nitrogénjének csak 10–15%-a (átlagosan 12,5%) vonható ki abból, s használható fel a fölösiszappal (Fazekas et al., 2014). Ez az iszapba zárt, koncentrált ammónium hasznosítható a mezőgazdaságban a szintetikus műtrágya helyettesítésére. A világ különböző országaiban a szennyvíziszap ilyen felhasználásának mértéke igen változó az elhelyezés egyre fokozódó szigorításai, valamint az iszap égetésének szükség-szerű fokozása eredményeként. Az iszap szennyezéseinek következtében (patogének, nehézfémek, gyógyszermaradványok, antibiotikumok) gyakran szükség van az iszap kihelyezés előtti előkezelésre (stabilizálás, inaktíválás, rothasztás, komposztálás).

A szennyvíztisztítás gyakorlatában az iszap anaerob rothasztása a nagyobb szennyvíztisztítóknál napjainkban általános. A belőle keletkező biogáz (~65-70% metán és mellette döntően szén-dioxid) gázmotorokban villanyárammá alakítva az aerob tisztítás levegőztetési költségét közelítőleg fedezi. Ez az energia-visszaforgatás a gyakorlatban évtizedek óta biztonsággal működik. A rothasztás iszapvize mintegy 500-1500 mg/l ammóniumot, 50-100 mg/l körüli foszfátot és pár száz mg/l KOI-t tartalmaz. N és P koncentrációja nagyon kicsi a visszanyeréshez, ennek ellenére a foszfát struvitos kicsapatása alkalmazott gyakorlat. Részben oka ennek, hogy a struvit jelentősebb Mg-tartalmú szennyvizeknél az iszapvízből ki is válhat, eltömődéseket okozhat, ami komoly műszaki problémákat eredményezhet a rothasztóknál.

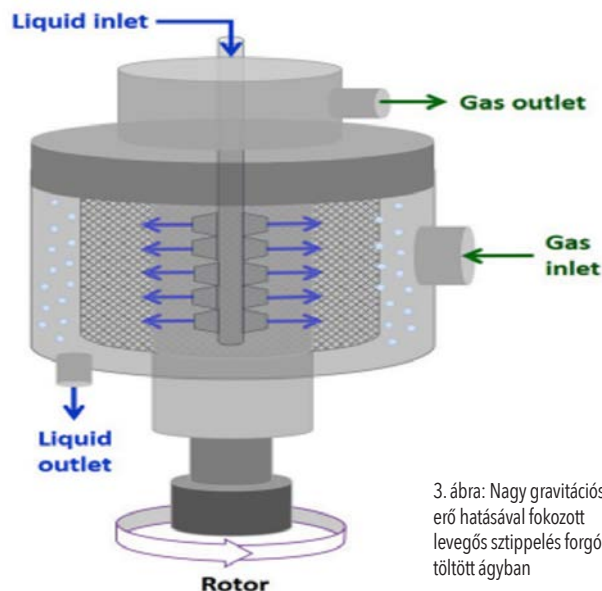
Legnagyobb probléma az iszapvíz még viszonylag így is kicsi ammóniumkoncentrációja, bár a melegebb vízhőmérséklet a sztrippelés tekintetében kedvező. A mai gyakorlatban az iszapvizet a tisztítósor elejére vezetik vissza, s így a főágon ammóniumtartalmának a biológiai eltávolítása a

2. ábra: A gázmembrános ammóniumeltávolítás elvi kialakítása és a pH, és keverés hatása az ammónia anyagáramára (Munasinghe-Arachchige et al., 2021)



korábban már említett problémákat okozza (energiaigény, N<sub>2</sub>O-emisszió stb.). Elvileg fennáll a lehetősége, hogy ebből a vízből az ammóniumot gázmembrán segítségével részlegesen eltávolítsák. Ez a lehetőség a második ábrán látható (Munasinghe-Arachchige et al., 2021). Az iszapvíz pH-jának emelése is szükséges azonban a jó NH<sub>3</sub>-átvitel biztosításához. Az iszapvíz mezofil hőmérséklete ehhez kedvező.

A gázmembrán rendszerint appoláros anyagból finomcsöves kialakítással készül, aminél a gyakorlatban sokféle rendszer is kiépíthető (Munasinghe-Arachchige és Nirmalakhandan 2020; Liu et al., 2020). Az

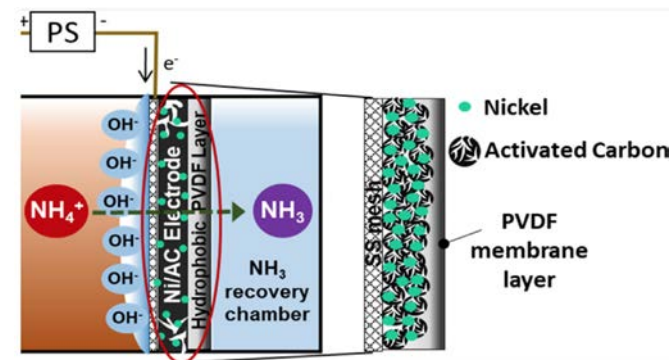


3. ábra: Nagy gravitációs erő hatásával fokozott levegős sztrippelés forgó töltött ágyban

ammónium iszapvízből levegős vagy vízgőzös sztrippeléssel történő eltávolítása esetén is az elnyeletése célszerűen híg kénsavas oldatban történik. Ugyanígy kerül sor az ammónia koncentrálására az iszapok szárítása során légtérbe kerülő ammónia esetében is megfelelően kialakított sztrabberekben, mosótornyokban. Az elnyelető egység, majd azt követő biofilteres gáz továbbtisztítása a veszprémi szennyvíztisztító szolár szárítójának a gáztisztítójában is látható. Az ammónia sztrippelése megfelelően lúgos pH mellett levegővel és vízgőzzel is biztosítható. A levegő ammóniakihordását, -transzportját egy forgó töltött szeparátoroszlopban növelni tudták a centrifugális erő hatásával. Ezt elvében mutatja a 3. ábra (Chen et al., 2021).

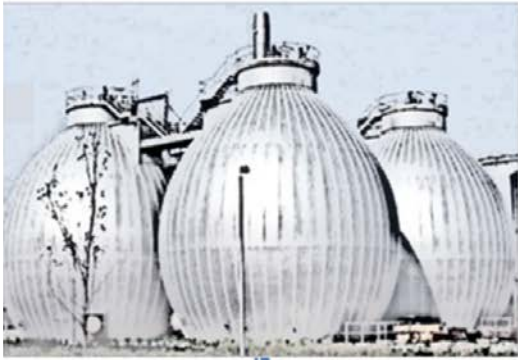
A membránon történő ammóniaátvitel napjainkban a membránrendszer speciálisabb kialakításán túl elektrokémiai hatással is fokozzák. Ennek az elvi kialakítása a 4. ábrán látható (Kim et al., 2021). Ebben az esetben több különleges megoldást is sikeresen alkalmaztak egyidejűleg a membrán kialakításánál. A katód előtt mechanikus szűrőréteg biztosítja a kombinált katód felületi tisztaságát, tartós üzemeltethetőségét. A nikkellel telített aktív-szén-elektrod jó áramvezetést és gyors elektronleadást tesz lehetővé, míg a mögötte kialakított speciális anyagú gázmembrán megfelelő hidrofóbítást és gázáteresztést biztosít. A membránon elterülő ammóniát a folyadékfázisban többnyire kénsavban nyeletik el. Az utóbbi is fontos az ammónium transzportját segítő hajtóerő tekintetében. Ezek mellett fontos a katód ellenkező oldalán kialakuló tér hidroxidtelítettsége, amely az ammóniumionok ammóniává alakításának az egyensúlyi viszonyait befolyásolja.

4. ábra: Elektrokémiai rásegítéssel működő gázmembrán és finomszerkezetének kialakítása

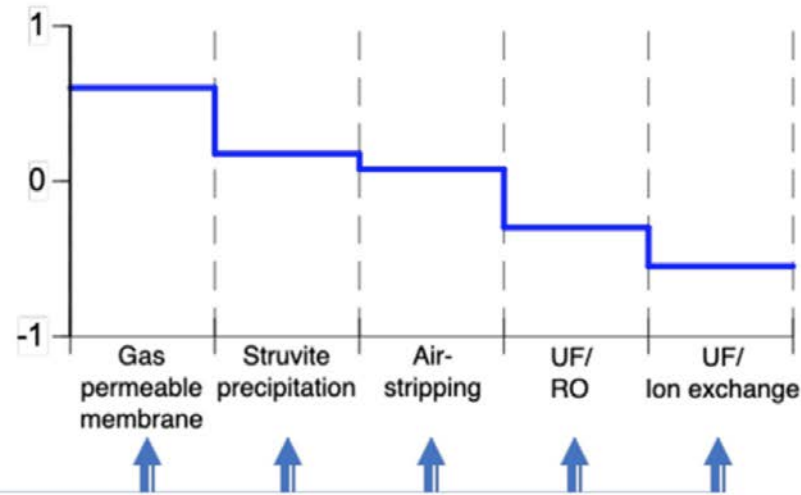


Munasinghe-Arachchige és Nirmalakhandan (2020) az anaerob iszaprothasztás iszapvizéből történő ammónium-visszanyerésről publikált igen nagyszámú közlemény-összehasonlító vizsgálata alapján megállapították, hogy a legnagyobb realitása a gyakorlati megvalósításra a gázmembrános szeparációnak van, melyet a sztrippelés nagyon elmaradva követ. A struvitos kicsapatás az utóbbinál is kisebb célszerűséggel javallott (5. ábra). Az ultraszűréssel kombinált fordított ozmózis és ioncsere pedig ma még nem tűnnek gazdaságosnak.

5. ábra: A szennyvíziszap-rothasztás iszapvizéből történő ammónia-visszanyerés jelenlegi célszerűségének értékelése



### Multi-criteria ranking



### AUTOTERM AEROB SZENNYVÍZISZAP-ROTHASZTÁS

A főlösizap feldolgozása s azzal mennyiségének csökkentése érdekében napjainkra kidolgozták a magas hőmérsékleten történő aerob iszaprothasztást is. Az ATAD az anaerob rothasztástól eltérően magas hőmérsékletű, levegővel történő oxidációt végez (Pembroke et al, 2019). Történhet ez egy vagy két lépcsőben is. Az utóbbinál az első lépcső lehet mezofil is. Az anaerob rothasztáshoz hasonlóan az ATAD-nál az iszap szerves anyagának mintegy fele kerül átalakításra, oxidációra, csökkentve a maradék iszap mennyiségét (Liu et al, 2019). A szerves anyag egy részének oxidációjánál keletkező hő biztosítja az iszap fel-fűtését. A gyakorlatban inkább annak a hűtését, termosztálását kell megoldani. Az oxigénbevitel határfoka persze a hőmérséklet növekedésével nagymértékben romlik (speciális levegőztetés, ami egyidejű-

leg habtörést is végez). Az iszap átlagos tartózkodási ideje az oxidáló reaktorban 7-8 nap, tehát kevesebb mint fele az anaerob rothasztásának. A reakciótermékek a rendszerből a szén-dioxid-tartalmú forró gázzal, valamint az ugyancsak forró iszapvízzel távoznak.

A gázt/gőzt rendszerint az ATAD-egységet megelőző eleveniszapos medencékbe fúvatják vissza, ahol a bontható komponenseit az eleveniszap eltávolítja a vízfázisból, szén-dioxiddá és szennyvíziszappá alakítja. Az ATAD gáztermékének a kondenzációja után abból akár gázmembrá-

nos ammónium-visszanyerésre is lehetőség nyílhat, bár ezzel ma még nem foglalkoznak. Az iszapvíz-centrifugálás után szintén visszaforgatható az eleveniszapos biológiai tisztításra, de lehetőség van annál struvitos foszforkicsapatásra, valamint az ugyancsak gázmembrános ammónium-visszatartásra is. A gázmembránok jelenlegi elterjedtsége hiányában azonban az utóbbira sem igen került eddig sor. Persze gondot jelenthet az iszapvíznél annak jelentős lebegőanyag-tartalma, amit általában semmilyen membrán nem igazán szorít. Gyakorlat viszont az iszapvíz alacsonyabb hőmérsékleten magnézium-kloriddal történő foszformentesítése, valamint abból az ammónium hagyományos biológiai eltávolítása (mezofil ciklikus nitrifikáció/denitrifikáció). Az utóbbihoz kedvező ilyenkor a mezofil vízhőmérséklet és az egyidejű kedvező illósav-ellátottság is.

További lehetőség lehet az ATAD-nál a forró iszapvíz desztillációja. Megfelelő folyamatvezetés esetén az iszapvízbe kerül a gyors bomlásnál keletkező illósavak jelentős része, amely tovább feldolgozással háztartásban használható mosó-, tisztítószerekként hasznosítható. Ilyen megoldás kivitelezésére ma már hazánkban is van példa az észak-pesti lakossági szennyvíztisztítóban, s az így gyártott ecetsavas tisztítószert kereskedelmi forgalmazása is megoldott. Az ATAD estében a nagy hőmérséklet ugyanakkor kedvező a szennyvíziszap termikus stabilizálásának, további kezelésének, hasznosításának. A nagy hőmérsékletű oxidáció jól fertőtlenített iszapot termel, mely a centrifugáról szárítóba juttatva a saját hője, valamint a termosztálásnál elvont reakcióhő segítségével is szárítható. Ha a szárítást szolár szárítóban végzik, a kiépítés a szárításnak tovább kedvez, így a nap energiáját is valamelyest hasznosítani lehet. Az így előállítható stabilizált, fertőtlenített termék a mezőgazdaságban jól hasznosítható (Csornai Szennyvíztisztító Telep – Magyarország). Az ATAD hátránya, hogy elég költséges a berendezés kiépítése, továbbá hasonló az oxigénbevitel is, mert a nagy hőmérsékleten az oxigén rosszul oldódik az iszapvizbe. A termofil oxidációhoz megfelelő lebegőanyag-koncentrációjú iszapot kell bevinni az ATAD-reaktorba (kellő hőtermelés biztosítása), ami elővíztelenítést igényel. Az oxidált iszap meg talán még nehezebben vízteleníthető, mint az anaerob rothasztás iszapja. Ez jelentős segédvegyyszer-felhasználást (koaguláns és polielektrolitot) igényel. Talán ezért is abban az üzemméret-tartományba ajánlják, ahol a termelt iszap még kevés az anaerob rothasztás, villanyáram-termelés kiépítéséhez. Megoldás lehet ugyanakkor kisebb régióban keletkező iszapok gyűjtése, majd abból az ATAD-dal közvetlenül hasznosítható sterilizált szilárd termék mezőgazdasági hasznosításra történő előállítására. Természetesen ezt is főági szennyvíztisztításhoz kell kötni a lefűjt gáz és az iszapvíz feldolgozása érdekében. Ott az elmúlt időszak laboratóriumi mérései alapján koszubsztrátként nehezen bontható szennyezők lebontását hasznosan segítheti (Bezsenyi et al., 2021a; 2021b).

Jelenleg a nitrogénmentes segédanyaggal történő szennyvíziszap-komposztálás, valamint a komposztálás és bioszártás kombinációja tűnik célszerű iszapkezelésnek. A komposztáláshoz szükséges C:N arány beállítása természetesen az utóbbinál is fontos, mert a többletanyag egyrészt emeli a halom hőmérsékletét, másrészt csökkenti annak

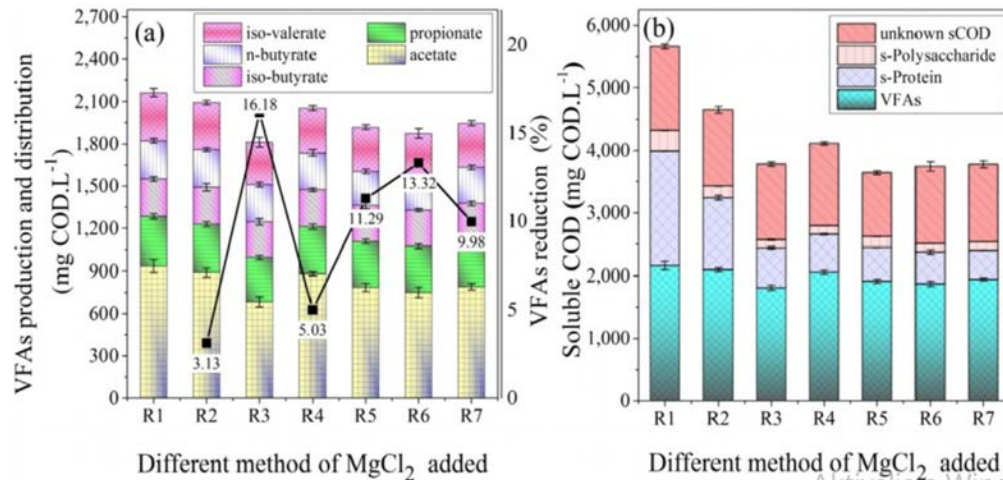
az ammóniumkibocsátását (Fazekas et al., 2014). A gyorskomposztálás elszívott meleg gázából az ammónia 80%-a hideg vízzel is elnyelhető, híg savas mosásával teljesen visszanyerhető, mezőgazdaságban hasznosítható. A komposztálás és a bioszáritás kellően költséghatékony lévén a világ számos országában alkalmazásra került. Az iszapnak persze jelentős nehézfémzennyezése lehet (például Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb és Zn), különösen jelentősebb ipari szennyvíz-terhelések esetén. Ahol azonban az aktuális szabályozók lehetővé teszik (kevésbé iparosított térségek) az előkezelt szennyvíziszap biztonságos hasznosítását, az eléggé elterjedt gyakorlat. Az ellenőrzésére azonban mindig szükség van a talajok, talajvizek és a növényi termékek minőségének a biztonságos védelme érdekében.

### SZENNYVÍZISZAP LÚGOS HIDROLÍZISE, FERMENTÁLÁSA

Az iszaphidrolízis célja kezdetben talán csak a szilárd iszap egy részének illósavakká alakítása volt, hogy azokkal a tisztítás főágának tápanyagellátását javítsák, iszaphozamát a ciklikus lúgos fermentációval csökkentsék (Lin et al., 2018). Az ilyen hidrolízisnek azonban hátránya a keletkező fermentum rossz ülephetősége, valamint folyadékfázisának nagy ammónium- és foszfáttartalma, amely a főágra visszaforgatva annak a tápanyagterhelését jelentősen növeli. Kétértékű Mg adagolása nagyban javít a fázisszeparáción (Ruhyadi et al., 2019; Yuan et al., 2019). Részben a negatívan töltött részecskék destabilizálásával, részben a keletkező struvit nehezítő és szűrő hatásával. Wang és társai (2018) szerint a magnézium adagolására célszerű a fermentáció végén sort keríteni. Korábban adagolva inhibitorhatást gyakorol a fermentációra, kisebb illósavhozamot eredményezve (Ruhyadi et al., 2019). A Mg<sup>2+</sup> az anaerob mikroorganizmus fajok makrotápanyaga, viszont túlzott koncentrációja azok aktivitását jelentősen csökkentheti (Hendriks et al., 2018). Chen és társai (2020) ezért a MgCl<sub>2</sub> időben elnyújtott adagolását vizsgálták laboratóriumban, s nagyon kedvező hatásáról számoltak be (Chen et al., 2020).

Mintegy 1,27% szervesanyag-tartalmú fölösiszap lúgos hidrolízisét vizsgálták, amely szilárd részének 23 g/l volt a KOI-ja 0,7 g oldott KOI mellett. Az ammónium koncentrációja (oldott fázis) 21 mg/l volt, de

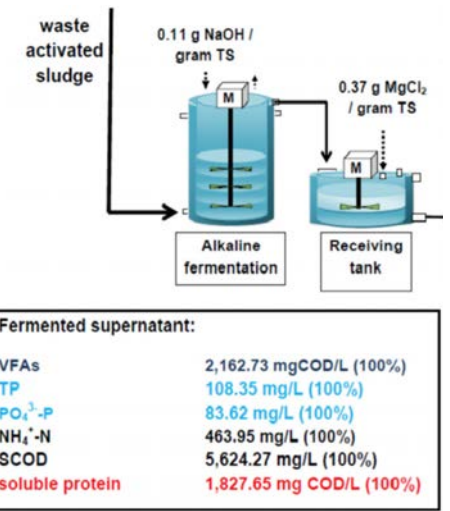
tartalmazott 35 mg/l oldott fehérjét és 43 mg/l oldott poliszacharidot is. Oldott foszfáttartalma 10 mg/l volt. A fermentáció különböző fázisaiban adagolva összesen 0,11 g NaOH/összes szilárd anyag adagolására került sor. A vizsgálat közben és végén is ellenőrizték a keletkezett illósavak koncentrációit a folyadékfázisban, valamint az abban mérhető



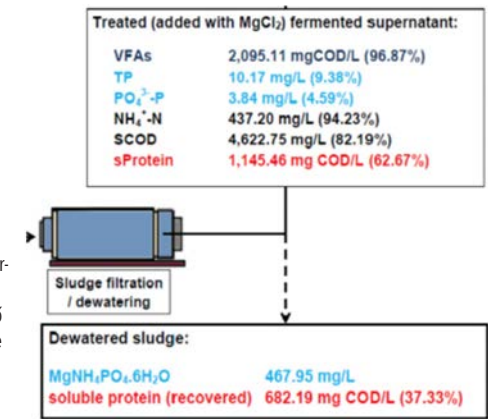
6. ábra: Illósav termelése, azok megoszlása: a – a vízfázis illósavmennyiségeinek KOI-ja, b – a kilencnapos fermentáció végén ért értékek (Chen et al., 2020)

KOI-t. Ezek mellett részletesen vizsgálták a folyadékfázisok egyéb oldott komponenseinek a minőségét és mennyiségeit. A mért adatokat a 6. ábra mutatja.

Az adatokból megállapítható, hogy az eredeti szilárd szervesanyag-tartalomnak (23 g/l KOI) mintegy a negyede került oldott fázisba, s annak is mintegy fele lett az illósavak összes mennyisége. Viszonylag nagyobb mennyiségben került oldott állapotba az iszap szilárd része a hidrolízis során. Viszonylag sok fehérje is beoldott a szilárd fázisból, míg sokkal kevesebb lett abban az oldott poliszacharid. A vizsgálatnál nem pontosították az ugyancsak jelentős mennyiségben keletkezett ismeretlen egyéb oldott szennyezőket. A fermentáció során az oldatba kerülő ammónium és foszfát mennyisége az oldatokban folyamatosan növekedett, s a fermentáció 7-9. napja körül vált beoldódásuk maximálissá.



7. ábra: A lúgos iszaphidrolízis iszapvizének az összetétele



8. ábra: Magnézium-kloridos kicsapatás és a centrifugálás után keletkező centrifugavíz összetétele és a víztelenített iszapba kerülő nitrogéntartalmú termékek mennyiségei

Az ábrán látható koncentrációk a fermentációhoz felhasznált fölösiszap 25 mg/l oldott ammónium és 10 mg/l oldott foszfor tartalmából növekedtek sokszoros értékeikre a fermentáció során. Láthatóan az egyes komponenseket ezután 100%-nak véve vizsgálták a magnéziumos kicsapatás és azt követő centrifugálás hatását a csurgalékvíz szervesanyag-, illósav- és növényitápanyag-tartalmára. Mint említésre került, a fölösiszap lebegő szerves anyagának mintegy a negyede került csak oldott állapotba a fermentációnál (6–7. ábra). A többi a centrifugálás szilárd termékébe került, de a 8. ábra azt nem mutatja,

csak a megelőző ábrán látható komponensek további sorsát. A  $MgCl_2$  hatására kicsapódott lebegőanyagoknak az ábra csak a struvittartalmát mutatja, aminek mintegy a 7%-a nitrogén és 14%-a foszfor. Az oldott fehérjének ezek mellett az 1/6,24-edé a nitrogén. Megállapítható, hogy ezzel a megoldással a foszfor mintegy 90%-a szilárd fázisba vihető és a mezőgazdaságban hasznosítható. A fermentált iszap maradéka ugyanis megfelelően sterilizálásra kerül a lúgos hidrolízis révén. Nem mondható el ugyanez a nitrogénről, melynek 94%-a a centrifugavízben marad. Abban a koncentrációja ugyan legalább 5–10-szerese a lakossági szennyvizének, de a gazdaságos nitrogén-visszanyeréshez még mindig kevés. Zavaró hatása ugyanakkor a mellette tízszer nagyobb koncentrációban jelen levő illósavak, oldott fehérjék, poliszacharidok és egyéb ismeretlen szerves anyagok mennyisége. Ennek a folyékony mellékterméknek a felhasználása a szennyvíztisztító főágán képzelhető el, illetőleg javasolt, bár a KOI/TKN aránya 12–13 körüli, de azzal már megfelelő tisztítás biztosítható napjainkban. Mint korábban említésre került, koszubsztrátként jelentős mikrotápanyag-, gyógyszermaradvány-csökkentést eredményezhet (Bezsenyi et al., 2021a; 2021b). Az illósavak termelésének és újrafelhasználásának egyébként több évtizedes gyakorlata van a szennyvíztisztításban, de eddig csak a denitrifikáció támogatására került elsősorban alkalmazásra. A környezetünk szennyezésének az utóbbi időszakban mikroszennyezőkkel, gyógyszermaradványokkal történő fokozódása azonban Európa fejlettebb országaiban már szükségessé tette a lakossági szennyvíztisztítás negyedik fokozatának a bevezetését is. Ebben az aktív szenes adszorpció és az ózonos kezelés vezet napjainkban (Pesqueira et al., 2020; Gutierrez et al., 2021; de Boer et al., 2022). Ezek semmiképpen nem az anyag-visszaforogtatás irányában jelentenek előrelépést, csupán ezeknek a kritikus anyagoknak és részlegesen lebontott származékainak az eltávolítását, adszorbensen történő rögzítését jelentik. A negyedik lépcső szükségessége, költségeinek alakulása fogja a jövőben eldönteni, hogy a hivatkozott koszubsztrátos szennyezőanyag-lebontás, illetőleg az ahhoz történő koszubsztrát termelésnek mennyiben lesz realitása a távolabbi jövőben.

## FŐÁGI N- ÉS P-VISSZANYERÉS LEHETŐSÉGEI A SZENNYVÍZTISZTÍTÁSNÁL

Az eddigiekből egyértelmű, hogy a foszfát visszanyerése (eltávolítása) kémiai és biológiai úton is lehetséges, de az a szennyvíziszapba kerül. Abból az eddig bemutatott módszerekkel nyerhető vissza. Komolyabb gond az ammónium főági visszanyerése, ami ott a közeljövőben még megoldhatatlannak tűnik. Távolabbi lehetősége természetesen fennáll, de ahhoz még az ioncsere, az adszorpció és a bio-elektrokémiai módszerek jelentősebb fejlődésére van szükség. Az ioncserét illetően egyre kecsegtetőbb a helyzet, mert a klasszikus zeolitos ioncserélők módosításaival is nagy fejlődés jelentkezett, de talán annál is ígéretesebb az ioncserélő polimerek fejlesztése (Cruz et al., 2019, 2021, Zhou et al., 2021). Napjainkban már gyártanak olyan gélszerű polimer ioncserélőket, melyek ioncserélő kapacitásukban jóval meghaladják a természetes alapúakat. Elvükben a polielektrolitokhoz hasonló megoldással állítják elő azokat. Anionos vagy kationos funkciós csoportokat építenek be a monomerek egy hányadába, s ezt követően polimerizálják a keveréket a kellően nagy molekulaméretig. A gond az ioncserélőkkel az, hogy érzékenyek a tisztítandó folyadék lebegő és oldott szerves szennyezőire is. Ezért célszerű az ioncserélők előtt megfelelő membránszűrést kiépíteni. Ez a beruházási és üzemeltetési költséget is jelentősen növeli. A szűrőmembrán maga is érzékeny az eltömődésre, ami ugyancsak gond az üzemeltetésnél, ciklikus tisztításánál. Az ioncserét mind ammóniumra, mind foszfátra is ki lehet építeni (anion- és kationcserélők). A ciklikus regenerálások megfelelő regeneráló vegyszerigényt jelentenek. Törekcsenek ezért a regeneráló oldatok minél többszöri felhasználására, amivel a vegyszerigény, illetőleg költsége jelentősen csökkenthető.

Az ioncsere mellett favorizálják az adszorpciót is. Erre olyan természetes anyagokból, növényi maradványokból előállítható félkokszot próbálnak felhasználni, amelyet azok telítődése után közvetlenül fel lehet használni a mezőgazdaságban (Zhang és Liu 2021). Ilyenkor is elengedhetetlen azonban az adszorbenssel szűrt víz megfelelő utó-tisztítása, amely membránszűrés is lehet az előbb már említett problémáival. Az így tisztított vizeket azután ózonizálhatják vagy elektrokémiai tisztításoknak is alávetetik. Az RO, valamint a teljes sómentesítés is elképzelhető befejező finomításokként ilyen esetekben. Ezeknek a beruházási és üzemeltetési költsége a bonyolult berendezéskialakítás

miatt ma még a gyakorlatban megfizethetetlen, pontosabban messze meghaladja a hagyományos eleveniszapos szennyvíztisztítás költségeit. Ezek fejlesztése, gyakorlati üzemeltetésre alkalmazásra alkalmas tétele a szennyvíztisztításban ezért napjainkban inkább csak álom, ott is elsősorban a kutatások szintjén.

## KONKLÚZIÓ

Az elmúlt században, az eleveniszapos szennyvíztisztítás felfedezése, elterjedése óta a nitrogéntartalma eltávolításának az egyedüli módja az ammónium biológiai úton, nitrifikáció, majd denitrifikáció révén nitrogéngázzá történő alakítása volt. Ezen az elmúlt századfordulót követően kidolgozott rövidebb úton nitritáció, majd anaerob ammóniumoxidáció összekapcsolásával, energiatakarékosabban történő nitrogéntávolítás sem változtatott lényegében. Sikertült ugyan ezekkel az élővizekbe kerülő reaktív nitrogénformákat egészségünk és a környezet védelméhez megfelelő alacsony koncentrációkra csökkenteni, de az emberiség jövőjét meghatározó körkörös gazdálkodása, a szennyvíztisztítás fenntarthatóságával semmiképpen nem egyeztethető. Hasonlóan fontos, hogy az eleveniszapos és más biotechnológiai szennyvíztisztítások számos környezeti és technológiai korlátokkal is rendelkeznek. Alapproblémájuk a nitrogénvegyületek inertizálásával az, hogy azzal a szennyvíz teljes kémiai energiataralmának a 38–48%-a gyakorlatilag veszendőbe megy. Sajnos az átalakítás során valamilyen  $N_2O$  is termelődik, amely igen erős üvegházhatású gáz, s ennek az emissziójával a szennyvíztisztító üzem karbonlábnyomának a 14–26%-át is kiteheti. Ez nagyságában megegyezhet a tisztítás villamosáram-fogyasztásához elhasznált energia, illetőleg annak során keletkező  $CO_2$ -karbonlábnyom egyenértékével. A biológiai szennyvíztisztításnak ezek a hátrányai új, ammónium visszanyerésére alkalmas alternatív megoldások fejlesztésére sarkallták az elmúlt évtizedekben a kutatást, melyhez a későbbiekben nyilvánvalóan a visszanyert ammónium, s vele kombináltan ugyancsak eltávolítható, visszanyerhető foszfát mezőgazdasági újrahasznosításának a lehetősége is pontosításra kell kerüljön. Sajnálatos, hogy a napjainkig kidolgozott ammónium-visszanyerési megoldások csak a lakossági szennyvíznél egy nagyságrenddel nagyobb ammóniumkoncentrációjú vizek esetében alkalmazhatók. Ezért egyre sürgetőbb új fizikai-kémiai megoldások kidolgozása, melyek ugyanakkor gazdaságosak is a jelenlegi eleveniszapos megoldá-

sokkal összehasonlítva. Az ammónium sztrippelés, gázmembrános szeparációja nem tűnik a tisztítás főágán gazdaságosnak, viszont az utóbbit elektrokémiai megoldásokkal kombinálva javulhat annak a felhasználhatósága. Ugyanez igaz az ioncserélők, adszorbensek felgyorsult fejlesztése révén kialakítható mellék- és főági megoldásokra is, bár ma ezeknél a vegyszerköltség még elég jelentős, s a regenerátumok felhasználhatósága sem kellően megoldott. Az energiaárak és vele a nitrogénműtrágya árának az ugrásszerű növekedésével azonban a helyzet a jövőben gyorsan változhat. A világ foszfátforrásainak a mintegy egy évszázadon belül várható kimerülése ugyancsak az ionszere és adszorpció fejlesztésének az irányába hat. A szerves anyag valamilyen kinyerése, újrahasznosítása az iszapformát kivéve ma még gyermekcipőben jár. Annak a fejlesztését jelenleg elsősorban az szorgalmazza, hogy kevesebb legyen a mezőgazdaságban vagy egyebütt elhelyezendő iszapmaradék mennyisége. Ez az anyag döntően csak a mellékágon (koncentráltabb ammóniumtartalmú iszapvizekből) történő ammónium- és foszfátvisszanyerést vizsgálta, de röviden megemlítette, hogy mellettük a jövőben az iszapvizek oldott szervesanyag-tartalma is komolyan szóba jöhető kosubsztrát a napjaink szennyvizeiben egyre növekvő mennyiségű mikroszennyezők és gyógyszermaradványok eltávolításban.

## HIVATKOZÁSOK

Bezsenyi A., Gyarmati I., Makó M., Takács E. (2021) Gyógyszermaradványok a szennyvízben – Csak a holnap kihívása? *Vízmű Panoráma* (6) 4

Bezsenyi A., Makó M., Takács E. (2021b) Mit tegyünk, ha nincs pénzünk negyedik tisztítási fokozat kialakítására. *Maszesz Hírcsatorna* (4) 5

Bodirsky, B. L., Popp, A., Campen, H., Dietrich, J. P., Rolinski, S., Weindl, I., Schmitz, C., Muller, C., Bonsel, M., Caldera, U., Breyer, C. (2019) Assessing the potential for renewable energy powered desalination for the global irrigation sector. *Sci. Total Environ.* 694, 133598.

de Boer S., Gonzalez-Rodríguez J., Conde J. J., Moreira M. T. (2022) Benchmarking tertiary water treatments for the removal of micropollutants and pathogens based on operational and sustainability criteria. *Journal of Water Process Engineering* 46 (2022) 102587. doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102587

Chen T. L., Chen L. H., Lin Y. J., Yu C. P., Ma H. W., Chiang P. C. (2021) Advanced ammonia nitrogen removal and recovery technology using electrokine-

tic and stripping process towards a sustainable nitrogen cycle: A review. *Journal of Cleaner Production* 2021, 309, 127369. doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127369

Chen Y., Ruhyadi R., Shen N., Wu Y., Yan W., Liang Z., Huang J., Wang G. (2020) Three birds with one stone: Lower volatile fatty acids (VFAs) reduction, higher phosphorus (P) removal, and lower alkali consumption via magnesium dosing after waste activated sludge (WAS) alkaline fermentation. *Journal of Cleaner Production* 258 (2020) 120687. doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120687

Cruz H., Gabon M. Y., Salehin S., Seviour T., Laycock B., Pikaar I. (2021) Magnetic poly(acrylic acid)-based hydrogels for rapid ammonium sorption and efficient sorbent separation from sewage. *Environmental Science and Eco-technology* 2021, 6, 100097. doi.org/10.1016/j.ese.2021.100097

Cruz H., Laycock B., Strounina E., Seviour T., Oehmen A., Pikaar I. (2020) Modified Poly(acrylic acid)-Based Hydrogels for Enhanced Mainstream Removal of Ammonium from Domestic Wastewater. *Environmental Science & Technology* 2020, 54 (15), 9573–9583. doi.org/10.1021/acs.est.9b07032

Cruz H., Law, Y.Y., Guest, J.S., Rabaey, K., Batstone, D., Laycock, B., Verstraete, W., Pikaar, I. (2019) Mainstream ammonium recovery to advance sustainable urban wastewater management. *Environ. Sci. Technol.* 53 (19), 11066–11079 doi:10.1021/acs.est.9b00603

Delre, A., ten Hoeve, M., Scheutz, C. (2019) Site-specific carbon footprints of Scandinavian wastewater treatment plants, using the life cycle assessment approach. *J. Cleaner Prod.* 2019, 211, 1001–1014.

Domingo-Félez, C., Smets, B. F. (2019) Regulation of key N<sub>2</sub>O production mechanisms during biological water treatment. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2019, 57, 119–126.

Fazekas B., Kovács Z., Kárpáti Á. (2014) Szennyvíztisztítás korszerű módszerei. *PE – Környezetmérnöki Tudástár XXXII. kötet*

Fazekas B., Kovács Z., Kárpáti Á. (2015) Biofilmes és hibrid módszerek a szennyvíztisztításban. *ibid.* XXXVI. kötet

Gou, Y., Yang, J., Fang, F., Guo, J., Ma, H., (2020) Feasibility of using a novel algal-bacterial biofilm reactor for efficient domestic wastewater treatment. *Environ. Technol.* 41 (4), 400–410.

Gutiérrez M., Grillini V., Mutavdžić Pavlović D., Paola Verlicchi P. (2022) Activated carbon coupled with advanced biological wastewater treatment: A review of the enhancement in micropollutant removal. *Science of the Total Environment* 790 (2021) 148050. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148050

Hendriks, A.T.W.M., van Lier, J.B., de Kreuk, M.K. (2018) Growth media in anaerobic fermentative processes: the underestimated potential of thermophilic fermentation and anaerobic digestion. *Biotechnol. Adv.* 36 (1), 1–13.

Hülsen, T., Barry, E.M., Lu, Y., Puyol, D., Keller, J., Batstone, D.J. (2016) Domestic wastewater treatment with purple phototrophic bacteria using a novel continuous photo anaerobic membrane bioreactor. *Water Res.* 100, 486–495.

Ji, B., Zhang, M., Gu, J., Ma, Y., Liu, Y. (2020) A self-sustaining synergetic microalgal-bacterial granular sludge process towards energy-efficient and environmentally sustainable municipal wastewater treatment. *Water Res.* 179, 115884.

Kim K. Y., Moreno-Jimenez D. A., Efstathiadis H. (2021) Electrochemical Ammonia Recovery from Anaerobic Centrate Using a Nickel-Functionalized Activated Carbon Membrane Electrode. *Environ. Sci. Technol.* 2021, 55, 7674–7680.

Lin, L., Li, R.-h., Li, X., (2018) Recovery of organic resources from sewage sludge of Al-enhanced primary sedimentation by alkali pretreatment and acidogenic fermentation. *J. Clean. Prod.* 172, 3334–3341.

Liu, M.J., Neo, B.S., Tarpeh, W.A. (2020) Building an operational framework for selective nitrogen recovery via electrochemical stripping. *Water Res.* 169, 115226. doi.org/10.1016/j.watres.2019.115226

Liu, S., Yang, X., Yao, X. (2019) Effects of pH on the biodegradation characteristics of thermophilic micro-aerobic digestion for sludge stabilization. *RSC Adv.* 2019, 9, 8379–8388.

Liu, Y.J., Gu, J., Liu, Y. (2018) Energy self-sufficient biological municipal wastewater reclamation: Present status, challenges and solutions forward. *Bioresource Technol.* 269, 513–519.

Munasinghe-Arachchige, S. P., Nirmalakhanda N. (2020) Nitrogen-Fertilizer Recovery from the Centrate of Anaerobically Digested Sludge. *Environmental Science & Technology Letters* 2020, 7 (7), 450–459.

Munasinghe-Arachchige, S.P., Abeyasiriwardana-Arachchige, I.S.A.; Delanka-Pedige, H.M.K.; Cooke, P.; Nirmalakhanda N. (2021) Nitrogen-fertilizer recovery from urban sewage via gas permeable membrane: Process analysis, modeling, and intensification. *Chemical Engineering Journal* 2021, 411, 128443

Pembroke J. T., Michael P., Ryan, M. P. (2019) Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion (ATAD) for Heat, Gas, and Production of a Class A Biosolids with Fertilizer Potential – Review. *Microorganisms* 2019, 7, 0215;

Pikaar, I., Matassa, S., Rabaey, K., Bodirsky, B. L., Popp, A., Herrero, M., Verstraete, W. (2017) Microbes and the Next Nitrogen Revolution. *Environ. Sci.*

Technol. 2017, 51 (13), 7297–7303.

Pesqueira J. R., Pereira F. R., Silva A. M. T. (2020) Environmental impact assessment of advanced urban wastewater treatment technologies for the removal of priority substances and contaminants of emerging concern: A review, *Journal of Cleaner Production* 261 (2020) 121078 doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121078

Ruhyadi, R., Chen, Y., Shen, N., Yan, W., Liang, Z., Wang, H., Wang, G., (2019) Multiple uses of magnesium chloride during waste activated sludge alkaline fermentation. *Bioresour. Technol.* 290, 121792.

Schaubroeck, T., De Clippeleir, H., Weissenbacher, N., Dewulf, J., Boeckx, P., Vlaeminck, S. E., Wett, B. (2015) Environmental sustainability of an energy self-sufficient sewage treatment plant: Improvements through DEMON and co-digestion. *Water Res.* 2015, 74, 166–179.

Soares, A. (2020) Wastewater treatment in 2050: Challenges ahead and future vision in a European context. *Environmental Science and Ecotechnology* 2020, 2, 100030. doi.org/10.1016/j.ese.2020.100030

Trimmer, J. T., Cusick, R. D., Guest, J. S. (2017) Amplifying Progress toward Multiple Development Goals through Resource Recovery from Sanitation. *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51 (18), 10765–10776.

Wang, Q., Zhang, W., Yang, Z., Xu, Q., Yang, P., Wang, D. (2018) Enhancement of anaerobic digestion sludge dewatering performance using in-situ crystallization in combination with cationic organic polymers flocculation. *Water Res.* 146, 19–29.

Yuan, T., Cheng, Y., Wang, X., Yu, Y., Zhang, Z., Lei, Z., Shimizu, K., Utsumi, M., Adachi, Y., Lee, D.-J., (2019) A novel anaerobic digestion system coupling biogas recirculation with MgCl<sub>2</sub> addition for multipurpose sewage sludge treatment. *J. Clean. Prod.* 230, 499–507.

Zhang X., Liu Y. (2021) Circular economy-driven ammonium recovery from municipal wastewater: State of the art, challenges and solutions forward. *Bioresource Technology* 2021, 334, 125231. doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125231

Zhang, M., Ji, B., Liu, Y., (2021) Microalgal-bacterial granular sludge process: A game changer of future municipal wastewater treatment? *Sci. Total Environ.* 752, 141957.

Zhou Z., Wang K., Qiang J., Pang H., Yuan Y., An Y., Zhou C., Ye J., Wu Z. (2021). Mainstream nitrogen separation and side-stream removal to reduce discharge and footprint of wastewater treatment plants. *Water Research* 2021, 188, 116527. doi.org/10.1016/j.watres.2020.116527



**DR. OLÁH  
JÓZSEF**  
nyugdíjas

**JUHÁSZ  
JÁNOS**  
JURA-Mérnökiroda

olah39@t-online.hu  
janos.juhasz@gmail.com

**KIVONAT** Az EU új hulladék kezelési koncepciójának alapja a körforgás megvalósítása, ez a hulladékok újrahaznosítását jelenti. Az EU-ban kommunális hulladékból 225 millió tonna hulladék keletkezett 2019-ben. Magyarország a hatodik legkevesebb hulladékot termelő uniós ország és 2016-ban átlagosan 379 kg/fő·év hulladéktermelés jutott egy magyar állampolgárra. Az összegyűjtött kommunális hulladéknak még mindig, mintegy 57%-át hulladéklerakókban helyezik el. Hazánkban 2020-ban az ország összes kommunális hulladékának 17 %-át szelektív módon gyűjtötték. A hazai biogáz-termelés becsült potenciálja (állati trágyák 3,4 Mrd m<sup>3</sup>, az élelmiszer-ipari hulladékok 0,7 Mrd m<sup>3</sup>, és a települési szilárd hulladékok 0,4 Mrd m<sup>3</sup>) mintegy 4,5 Mrd m<sup>3</sup> biogáz-termelést tesz lehetővé. Ezek együtt 3,15 Mrd m<sup>3</sup> földgázt helyettesítenek. A társított vagy ko-szubsztrát rothasztás kettő vagy több szubsztrátból készült homogén keverék közös rothasztását jelenti: az alap-szubsztráthoz (pl. állati trágya, szennyvíziszap) egyéb kiegészítő anyagokat (pl. kommunális hulladék, ligno-cellulóz hulladékok stb.) adagolnak és közösen rothasztják. A biogáz termelésre leginkább a könnyebben bontható, magas szénhidrát tartalmú, kisebb ligno-cellulóz tartalmú növények (cukorcirok, siló kukorica, csicsóka) alkalmasak. A települési hulladékok szelektív módon gyűjtött szerves frakciójának rothasztásánál a C:N arány, puffer kapacitás és biológiai bonthatóság beállítása szempontjából az állati eredetű-hulladékok (sertés, marha trágya) és a szennyvíziszap kedvezően befolyásolják a rothasztási folyamatot.

**KULCSSZAVAK** EU hulladék-kezelési koncepció; körforgásos hulladék-kezelés; kommunális vagy települési hulladék; hulladéklerakás; biogáz-termelési potenciál; szerves trágyák; ligno-cellulóz tartalmú hulladékok; ko-szubsztrát rothasztás;

## VÍZ ÉS TUDOMÁNY

# Kommunális, mezőgazdasági és ipari eredetű hulladékok felhasználása biogáz előállítására

## BEVEZETÉS

Tanulmányunkban a hazai energiatermelésre alkalmas kommunális hulladék, szennyvíziszap és mezőgazdasági eredetű hulladékok felhasználásának kérdéseivel foglalkozunk. Értékeljük az EU ide vonatkozó elképzelését, a hazai felhasználás hiányosságait, tendenciáját és a jövőben a felhasználás felfutásának lehetőségeit. Nem foglalkozunk a biogáz-technológia elméleti alapjaival, és a lehetséges technológiai megoldásokkal is csak érintőlegesen foglalkozunk. Az elméleti alapokat az interneten megjelent, angol és német nyelven közzétett tanulmányok, PhD-dolgozatok és magyar nyelvű közlemények részletesen tárgyalják. A hulladékkezelés és a biogázüzemek üzemeltetési kérdései a hazai szakemberek előtt jól ismertek (Oláh és Tarjányné Szikora Sz., 2010; Oláh et al., 2012), ezért nem tárgyaljuk részletesen. Röviden ismertetjük az Európai Unióban a hulladékkezelés és a hulladék biogáz formájában történő hasznosításának kérdését. Kitérünk a hazai kommunális hulladék gyűjtésére és kezelésére. Értékeljük a hulladékok közös anaerob kezelésének összefüggéseit. A legtöbb adat interneten érhető el, és az elérhető adatok között sokszor nagy az ellentmondás. Az egyes sajtóorgánumok, újságok interneten közzétett adatai megbízhatatlanok és használhatatlanok.

## 2. HULLADÉKKEZELÉS AZ EU-BAN

A hulladék újrahaznosítása komoly kihívást jelent, mivel nagyon vegyes összetételű, sok különböző forrásból származó hulladékról van szó. Emiatt több uniós országban a kommunális hulladék jelentős részét



még mindig hulladéklerakókban helyezik el. 2018-ban az EU új, ambiciózus célokat tűzött ki az újrahasznosításra. A cél a körforgás megvalósítása, ez a hulladékok újrahasznosítását jelenti. A teljesen körforgásos gazdaság 2050-ig történő megvalósítása érdekében az újrafeldolgozás szigorúbb szabályait kell bevezetni, és 2030-ra kötelezően teljesítendő célértékeket tűztek ki. Törekedni kell a jó minőségű, szakszerű újrafeldolgozásra, a tagországokban a hulladéklerakókat fokozatosan fel kell számolni és minimalizálni kell az égetést (internet/1).

## KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG: MIT JELENT, MIÉRT FONTOS, ÉS MI A HASZNA?

Az egyszeri fogyasztásra épülő gazdasági modell környezetszennyező és pazarló, az EU ehelyett a körforgásos gazdaság megvalósítására törekszik. A körforgásos gazdaság egy olyan rendszer, amelyben nincsenek hulladékok, és amelyben a ma termékei egyben a jövő alapanyagai. Azért körforgásos, mert a mai rendszerrel szemben, amikor a termékeket legyártjuk, felhasználjuk, majd kidobjuk, a körforgásos gazdaságban a termékek a kuka helyett – azonos vagy feldolgozott formában – visszakérülnek a gyártásba.

Épp ezért az unió korszerűsíti a hulladékkezelésre vonatkozó jogszabályait, hogy ösztönözze az úgynevezett körforgásos gazdaságra történő átállást. A körforgásos gazdaság termelési és fogyasztási modellje arra épül, hogy egyszeri fogyasztás helyett a termékek élettartamát a lehető legjobban meghosszabbítsuk. Amikor az adott termék eléri az élekciklusa végét, akkor az alapanyagokat újra lehet hasznosítani. Így csökken a hulladék mennyisége, ráadásul az alapanyagok és késztermékek újbóli felhasználása gazdaságilag is értékteremtő. Ezzel szemben a hagyományos gazdasági modell egyszeri fogyasztással számol. Sőt, a fogyasztót arra ösztönzi, hogy a még használható termék helyett vásároljon új terméket. Emiatt a termékek olcsó, könnyen hozzáférhető alapanyagokból készülnek, az alacsonyabb minőségük miatt pedig nem is tartósak.

## MENNYI HULLADÉK KELETKEZIK EURÓPÁBAN?

Európában évi 2,5 milliárd hulladék keletkezik. Az 1. ábra az EU tagországaiban képződő kommunális hulladék (kg/fő·év) értékeit mutatja. 2005 és 2018 között csökkent az egy főre eső hulladéktermelés Európában, ugyanakkor a tagországokban egymástól különböző tren-

dek figyelhetők meg. Az EU-ban a kommunális hulladékból 225 millió tonna hulladék keletkezett 2019-ben. Az értékek évenként kis változást mutatnak. A hulladéknak pedig csak kevesebb mint egyharmadát hasznosítják újra. Vannak olyan tagállamok, ahol a települések hulladéknak 90 százalékát szemétkerék helyeken tárolják, más országokban ugyanez az arány csupán 10 százalék. Kommunális hulladékból évente az EU-ban átlagosan fejenként 530 kg keletkezik. Itt jelentős eltérés van a régebbi és az újabb tagállamok között. Az előbbieket 570 kg/fő, az utóbbiaké 300-350 kg/fő.

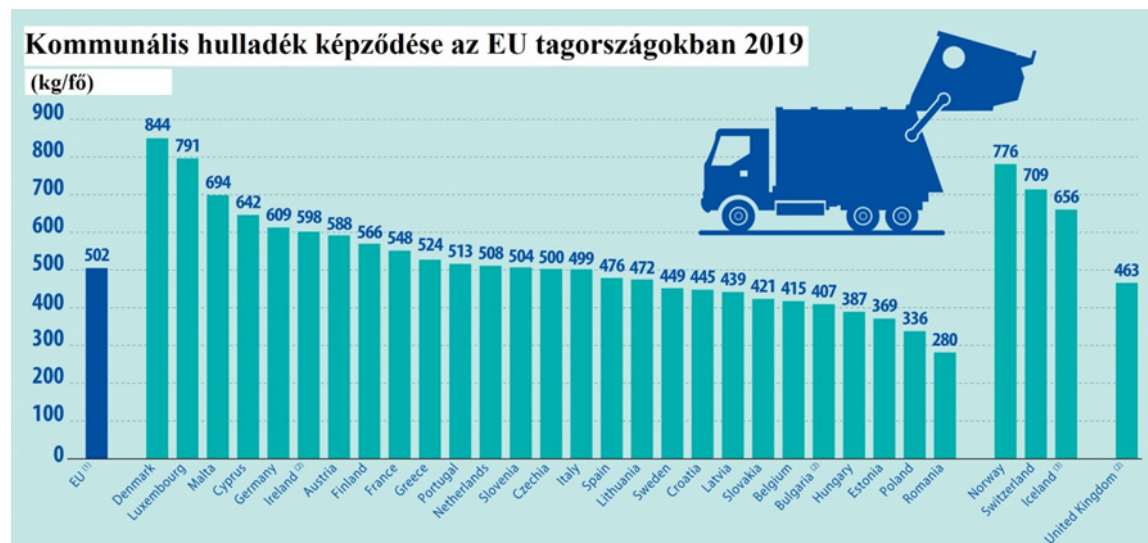
A legtöbb hulladék Dániában, Máltán, Cipruson és Németországban keletkezik, míg a legkevesebb Magyarországon, Lengyelországban, Csehországban és Romániában. A kevésbé fejlett EU-tagországokban (Málta, Ciprus, Portugália, Görögország, Spanyolország, Horvátország, Bulgária, Szlovákia, Magyarország, Csehország) a kommunális hulladék elhelyezésnek a lerakás az általános elhelyezési formája. A hulladéklerakás-arány ezekben az országokban igen magas, 48–93% között változik. Európa jelenleg évente mintegy 600 millió tonna potenciálisan újrahasznosítható vagy újrahasználatos nyersanyagot veszít el hulladék formájában. Egyes területeken a hulladék 80%-át is újra feldolgozzák, míg máshol 5%-át sem, így összességében az uniós háztartásokban keletkező hulladéknak mindössze 40%-a kerül újrafeldolgozásra.

## 3. MAGYARORSZÁG HULLADÉKGAZDÁLKODÁSA

Magyarország a hatodik legkevesebb hulladékot termelő uniós ország, és 2016-ban átlagosan 379 kg/év hulladéktermelés jutott egy magyar állampolgárra. A hazai hulladékgazdálkodási infrastruktúra az európai uniós támogatásoknak köszönhetően sokat fejlődött, mégis a hulladékkérdés környezetbarát, mai divatos szóval élve fenntartható kezelésétől még távol állunk. A számok azt mutatják, hogy a közszolgáltatás keretében összegyűjtött hulladéknak még mindig mintegy 57%-a hulladéklerakókba megy. Ennek a kidobott, lerakóba kerülő hulladéknak a jelentős része újrahasznosítható vagy energetikailag hasznosítható lenne, hiszen van olyan európai uniós tagállam, ahol a nem újrahasznosított hulladék csupán 3%-a kerül a lerakóba. A baj forrása részben anyagi jellegű, de az emberek gondolkodása, hozzáállása is komoly tényező.

A szocializáció, a hozzászokás, a közösségi és az egyéni nevelés azokon a településeken tud a leginkább hatni, ahol a szelektív hulladékgyűjtés lehetősége már régebb óta fennáll. Az országos helyzet elég vegyes képet mutat, ezért a szelektíven gyűjtött települési szilárd hulladék aránya csak 12,32%-ot ért el 2019-ben.

Az európai uniós támogatással a háttérben sorra épültek meg országsszerte az új, korszerű hulladékkezelési rendszerek. Évről évre nö-



1. ábra: Az EU tagországaiban képződő kommunális hulladék (kg/fő·év) értékeit összehasonlítása

<sup>1)</sup> Estimated  
<sup>2)</sup> Bulgaria, Ireland, United Kingdom: 2018 data  
<sup>3)</sup> Iceland: 2017 data

vekszik a szelektíven gyűjtött, újrahasznosítható anyagok aránya a hazai statisztikákban. 2016-ra egy 103 hulladéklerakóból, 40 hulladékátrakóból és 64 válogatóműből álló hulladékkezelési hálózat jött létre az országban, amelyet immár nem települési, hanem országos szintről irányítanak (internet/2).

A hulladéklerakókat és a hulladékválogatókat különböző hulladékgazdálkodási régióba szervezték. Az országban 2019-ben 28 közszolgáltató cég 25 hulladékgazdálkodási régiót működtetett.

Hazánkban 2019-ben a közszolgáltatók által begyűjtött települési szilárd hulladéknak 57,3%-a került a hulladéklerakóba (depónia). Ezt a stabilan 60% körül mozgó átlagot kellene levinnünk 10%-ra 2035-re.

A jelenlegi hazai helyzet ismeretében ez nem lesz egyszerű feladat. A vegyes (nem a szelektív) hulladékgyűjtőbe dobott hulladékoknak ugyanis 94,7%-a hulladéklerakóba kerül országos viszonylatban. Egy kicsit jobb a helyzet a korszerű, mechanikai előkezelővel rendelkező hulladékgazdálkodási régiókban, mert ott ez az arány 75,7%-os volt 2019-ben. A megoldás tehát a felelős fogyasztói magatartás lenne, amelynek a precíz és hatékony otthoni hulladékszelektálásra is ki kellene terjednie.

Ugyan a háztartások által szelektíven kiválogatott hulladékokkal sincs minden rendben, szennyezett vagy rossz helyre dobott anyagoktól kell megtisztítani a válogatókban az „alapanyagot”, de ennek a hulladékáramnak csak 27,7%-a megy a hulladéklerakókba, a többi újrahasznosításra kerül.

A termék gyártót és a fogyasztót egyaránt felelősség terheli a nagy mennyiségű hulladékképzését illetően. Ugyanakkor ez a hulladék újrahasznosítva, újra felhasználva vagy éppen ártalmatlanítva (elégetve) már gazdasági potenciálként jelentkezik a különféle hasznosítók oldalán. Újfajta szemlélet ez, ami komoly változásokat kíván minden szereplőtől, legyen szó a gazdasági szféráról, a közszolgáltatóról vagy a társadalom tagjairól. Ennek a körforgásos koncepciónak egyik fontos kitétele, hogy helyi/regionális léptékben gondolkodik. Az új hulladékkezelési koncepció a helyi hulladéktermelők, a potenciális hulladékhasznosítók (vállalkozások, fejlesztők), valamint a hulladékkezelésben érintett közszolgáltatók (hatóságok) együttműködésére épít. A hazai hulladékgazdálkodási centralizációs folyamatok homlokegyenest

szembemennek az EU „körforgásos” koncepciójával. Az EU körforgásos gazdasági koncepciója milyen módon fog beépülni a hazai hulladékgazdálkodás rendszerébe, ez eléggé kérdéses (Varjú, V. Mezei, C., 2020).

## 4. HULLADÉKANYAGOK MENNYISÉGI ÉS MINŐSÉGI ADATAINAK ISMERTETÉSE

### 4.1. A KOMMUNÁLIS EREDETŰ HULLADÉK MENNYISÉGE ÉS ÖSSZETÉTELE

Terület		2015	2016	2017	2018	2019
neve	szintje					
Budapest	főváros	376 193 (55 151)	383 483 (55 098)	392 815 (61 258)	393 958 (64 696)	401 067 (74 896)
Budapest nélkül az ország (10 országos régió együtt)	nagy régió, régió	1 812 535 (151 094)	1 872 013 (214 104)	1 978 465 (267 769)	1 992 853 (277 726)	2 042 878 (340 898)
Ország összesen	ország	2 188 728 (206 245)	2 255 496 (269 202)	2 371 280 (329 027)	2 386 811 (342 422)	2 443 945 (415 794)

1. táblázat: Lakosságtól elszállított összes kommunális hulladék és a zárójelben megadott értékek szelektív gyűjtéssel elszállított hulladékmennyisége (tonna) (2015–2019)

Az 1. táblázat 2015–2019 (internet/3) időszak között a lakosságtól elszállított összes és szelektív módon gyűjtött kommunális hulladék (tonna) adatait éves bontásban tartalmazza. Ezek az adatok nem tartalmazzák a közparkokból, közterületről, lomtalanításból és a zöldhulladékok gyűjtéséből származó hulladékokat. A vizsgált időszak alatt (5 év) a mennyiségben 11%-os növekedés volt tapasztalható, és 2019. év végén az ország összes hulladékának 17%-át szelektív módon gyűjtötték. Budapesten a szelektív gyűjtés aránya kissé magasabb, 18–19%, vidéken ez az arány kisebb, és 16–17% között változik.

Az energianyérés céljából leginkább szóba jöhető egyik nyersanyag a kommunális hulladék. A rendelkezésre álló országos adatok között nagy szórás és bizonytalanság van. Magyarországon a kommunális hulladék mennyisége 3 millió tonna körül mozog. A KSH kiadványa szerint a települési hulladék közel negyede, 24 százaléka újrahasznosult. 2019-ben a települési hulladék 15 százalékát, 455 ezer tonnát kezeltek energiahasznosítással.

A szelektív gyűjtésben az Európai Unió 2020-ra az 50%-os, 2025-re 55%-os, 2030-ra 60%-os, míg 2035-re a 65%-os határt tűzte ki célul. Magyarország viszont még a 2015-ös, 45%-os EU-átlagot sem érte el, ezáltal a lemaradás sajnos megkérdőjelezhetetlen. A szelektíven gyűjtött

hulladékok aránya 2019-ben a begyűjtött települési hulladékok 15%-át adja. Ez jelentősen elmarad a nyugat-európai nagyvárosoktól, Németországban és Ausztriában 50 százalék felett van ez az arány.

Magyarországon a hulladék több mint felét nem hasznosítják újra, és nem használják fel energiatermelésre. Legmeghatározóbb jelenség az országban a hulladéklerakás, valamint a szintén nem legjobb megoldásnak számító hulladékégetés. Fejleszteni kell a szelektív hulladékgyűjtést. A szelektív hulladékgyűjtés bevezetésében és annak sikeres működésében

meghatározó a lakosság gondolkodásmódjának megváltoztatása, amelyet csak hosszas, sokéves munkával lehet elérni (internet/4). Összefoglalva, a hulladékok újrahasznosításához a következő feltételeknek kell teljesülnie:

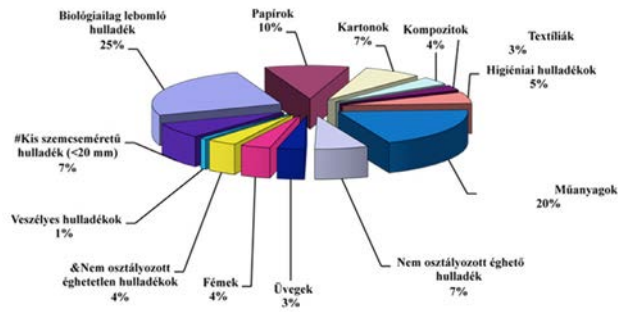
- megfelelő mennyiségű és minőségű hulladék,
- megfelelő szelektív gyűjtési rendszer kialakítása, mivel az ömlesztett hulladékból az utóválogatás drágább, illetve az így kinyert anyagok egymást elszennyezhetik. A rothasztás előtt a szelektív gyűjtésnél elkülönített szerves frakció

- utótisztítása (tejfölös dobozok, tubusok stb. eltávolítása),
- gazdasági ösztönző, kényszerítő rendszer kialakítása, mivel a hulladékanyag feldolgozása mindig drágább, mint az alapanyagokból új terméket előállítani,
- a lakosság környezettudatos viselkedése,
- az újrahasznosítás, feldolgozás ipari háttérének kialakítása.

Az EU új irányelve szerint a hulladéklerakóban és égetéssel való elhelyezés visszaszorítása miatt a jövőben a visszaforgatás és hasznosítás tűnik járható útnak.

A hulladékmennyiség távlati növekedését feltételezve 3,0 millió tonna/év mennyiségből és 30%-os szervesanyag-tartalomból kiindulva 900 000 t/év szervesanyag-mennyiséggel számolhatunk. A mérések alapján a fajlagos biogázkihozatal szerves anyagra számolva ~250 m<sup>3</sup>/t, 225 millió m<sup>3</sup>/év biogázhozam adódik.

A 2. ábra a „VHK” Veszprémi Hulladékgazdálkodási Közszolgáltató Nonprofit Kft. felmérése alapján a háztartási hulladék összetételét mutatja. A biológiai úton bontható frakciót 25%-ban adja meg. A kommunális hulladék szervesanyag-tartalom-értéke más városok esetében 30% körül mozog (internet/5).



2. ábra: A kommunális hulladék összetétele „VHK” felmérése alapján (VHK: Veszprémi Hulladékgazdálkodási Közszolgáltató Nonprofit Kft., 2020)

Egyes nagyvárosok esetében a kommunális hulladék szervesanyag-tartalma 25%, azonban országos átlagban 30% szervesanyag-tartalommal célszerű számolni. A biogáz-potenciál számításánál 30% szervesanyag-tartalommal számoltunk (2. táblázat).

Komponens megnevezése	Budapest	Országos átlag
Papír, %	18–20	15–17
Műanyag, %	12–15	5–7
Textil, %	5–6	3–4
Üveg, %	4–5	3–4
Fém, %	3–4	3–4
Szerves anyag (bomló), %	30–32	25–40
Szervetlen anyag, %	25–30	25–30

2. táblázat: Budapest és az ország átlagos kommunális hulladék-összetétele

## 4.2. MEZŐGAZDASÁGI EREDETŰ HULLADÉKOK

A mezőgazdaságból és az élelmiszeriparból származó hulladékmennyiség olyan nagy mennyiségű és olyan sokféle, hogy részletes tárgyalására nem térünk ki. Megemlítjük a fontosabb hulladékfajtákat, melyekkel a biogáz programban számolni kell. Magyarországon évente mintegy 1,8 millió tonna élelmiszer-hulladék keletkezik, melynek körülbelül negyede a háztartásokban termelődik.

Mezőgazdasági eredetű ipari hulladékok mennyiségéről 2004. évi felmérés áll rendelkezésre. Becslés szerint nagy változás azóta sem történt, mert a mezőgazdasági termékek ipari feldolgozása az ún. „rendszerváltozást” követően visszaesett, és számottevő növekedés azóta sincs. Az élelmiszeripari hulladékok felméréséhez adatot szolgáltató

egyesületek, szövetségek 2004. évi tényszámait alapján 1,5 millió tonna/év hulladék keletkezik (3. táblázat). Az élelmiszeripar hatalmas hulladékmennyiséget termel, melynek jelenleg kb. 15%-a hasznosul (internet/6).

Adatszolgáltató	Feldolgozott termék	Hulladék megnevezése	Hulladék mennyisége (tonna)	Eloalítható biogáz m <sup>3</sup> /év
Alma Terméktanács	Alma 400 000–600 000 tonna feldolgozás	Szárított almatörköly Nyers almatörköly	12 000–18 000 32 000–48 000	21 780 000
Baromfi Terméktanács	Baromfi-feldolgozás 139 000–473 000 tonna Baromfitelepi és -kelletési hulladék	Baromfi-feldolgozásból származó állati szövetek Technológiai hulladék	139 000 19 000 2 500 28 641	56 742 300
Cukoripari Egyesület	Cukor	Technológiai hulladék	35 198 62 471	31 254 080
Hegyközségek Nemzeti Tanácsa	Szőlő 42 000 tonna	Törköly, seprő	80 000 288 000	147 200 000
Magyar Ásványvíz Terméktanács*	Ásványvíz	Mosásból, tisztításból származó hulladékok	500 120 2000	524 000
Magyar Húsipari Szövetség	Sertés 3,1 millió darab Marha 60 ezer darab	Állati szövetek vágóhídi feldolgozásból	55 000–63 000	18 900 000
Magyar Sörgyártók Szövetsége	Árpa	Száraz, nedves törköly. Élesztő	26 230 104 920 1402 9 346	78 043 900
Magyar Üdítőgyártók Szövetsége	Növényi eredetű alapanyagok	Mosásból, tisztításból származó hulladékok Technológiai hulladékok	750 180 3000	1 572 000
Magyar Tejipari Egyesület	Tej 1 500 000 tonna	Technológiai hulladék, melléktermék	22 500 530 000	165 750 000
Olajmagfeldolgozók Magyarországi Egyesülete	Olajos magvak	Mosásból, tisztításból származó iszapok	450 124	344 400
Vám- és Pénzügyőrség Országos Parancsnoksága	Gyümölcs (pálinkagyártás)	Technológiai hulladék Kezelési iszapok	18 000 63 000	40 500 000
<b>Összesen</b>			<b>1 536 332</b>	<b>562 000 000</b>

3. táblázat: Az élelmiszeripari hulladékok felméréséhez adatot szolgáltató egyesületek, szövetségek 2004. évi tényszámait

## 5. KÜLÖNBÖZŐ EREDETŰ HULLADÉKOK ANAEROB KEZELÉSE

### 5.1. MAGYARORSZÁG BIOGÁZ-POTENCIÁLJA

Biogáztermelésre a biológiailag bontható szerves anyagok jöhetnek számításba. Ezt a többféle szerves anyagot összefoglaló néven biomassának nevezik. Biomassza az EU-irányelv meghatározása szerint a mezőgazdaságból, az erdőgazdálkodásból és a kapcsolódó ipárgokból származó, biológiai eredetű termékek, hulladékok és mellékanyagok, valamint az ipari és települési hulladék biológiailag bontható része. Röviden: a biomassza az élővilágban jelen lévő szerves anyagok és élőlények összessége. A biogáztermelésre elsősorban élelmiszeripari, települési hulladékok, trágya és energianövények, zöldhulladékok jöhetnek számításba (internet/7).

A hazai biogáztermelés becsült potenciáljáról a 4. táblázat ad tájékoztatást. Az állati trágyák 3,4 és az élelmiszeripari hulladékok évente 0,7 Mrd m<sup>3</sup>, a települési szilárd hulladékok 0,4 Mrd m<sup>3</sup>, együtt 4,5 Mrd m<sup>3</sup> biogáztermelést tesznek lehetővé. Ezek együtt 3,15 Mrd m<sup>3</sup> földgázt helyettesítenek. Az ország jelenlegi teljes földgázfogyasztása 9,8 Mrd m<sup>3</sup>/év, tehát a fenti három hulladék biogáztermelésbe történő bevonása tekintélyes energiamegtakarítást jelentene. Az energianövények termesztésével ez a potenciál tovább növelhető. A fentiekben ismertetett MTA (Magyar Tudományos Akadémia) felmérését saját számításainkkal kiegészítettük. A kiegészítés élelmiszeripari, települési hulladékok és a mezőgazdaság trágyatermeléséből származó biogáz-potenciálértékek történt. Az MTA túlzottan nagy energianövény-hányaddal számolt. Az energianövények (energiafű, cukorcukor, siló kukorica, szilfium) biogáz-előállítás céljából történő termelése véleményünk szerint jelenleg nem megalapozott, távlatban az energianövények felhasználásával a potenciál talán 20–25 PJ/év értékre felfuthat.

Megnevezés	Mennyiség millió t/év	Biogáz-termelés Mrd m <sup>3</sup> /év	Energia-tartalom (PJ/év)	Földgáz-egyenérték Mrd m <sup>3</sup> /év
Élelmiszeripari hulladék	1,6	0,7	17,6	0,5
Trágya	9,2	3,4	82,0	2,4
Települési hulladékok	3,0	0,23	7,9	0,16
Energianövények (500 ezer ha)	15,0	1,6	39,0	1,14
Zöldhulladékok	0,3	0,1	2,4	0,07
<b>Összesen</b>	<b>29,1</b>	<b>6,03</b>	<b>148,9</b>	<b>4,27</b>

Megjegyzés: PJ (petajoule) = 10<sup>15</sup>J

4. táblázat: A hazai biogáztermelés potenciálja

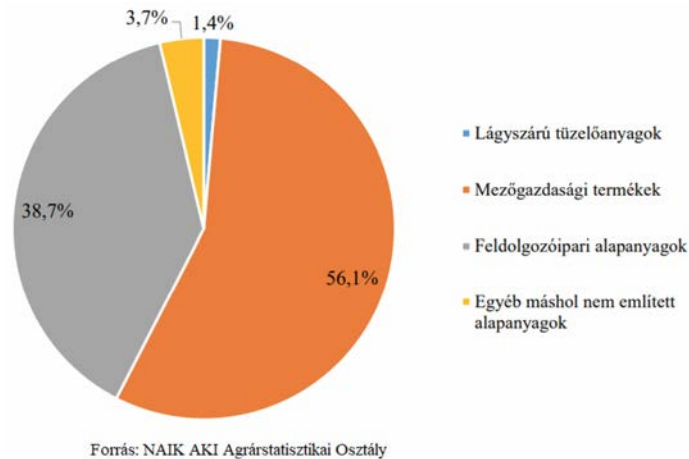
Az összes növényi biomassza bruttó energiataralma átlagosan évi 1185 petajoule (PJ). Ez meghaladja az ország éves energiafelhasználását (~751 PJ). Nyilvánvaló azonban, hogy az évente újratermelő biomassza teljes mennyisége nem használható fel energiatermelésre, jelentős része élelmiszer- és takarmányozási, valamint ipari feldolgozási célokat szolgál. A mezőgazdaságban előállított növénytermesztési és állattenyésztési fő- és melléktermékek átlagosan évi 57–58 millió tonnával részesednek az újratermelő biomasszából. Az újratermelő biomasszában csak egy része használható fel biogáz-előállításra. Becslés alapján a mezőgazdaságban és az élelmiszeriparban évente mintegy 30 millió tonna hasznosítható biomassza keletkezik. Ennek azonban mindössze 15–20 százaléka hulladék (internet/8).

A Magyar Biogáz Egyesület (MBE) Magyarország biogáz-potenciálját 750 MW-ra becsüli, amely kb. 3,5 milliárd Nm<sup>3</sup> (normál köbméter) biogáztermelésnek felel meg évente. Ma már az üzemszerűen alkalmazott technológiákkal a 3,5 milliárd Nm<sup>3</sup> biogázból 2,1 milliárd Nm<sup>3</sup>/év biometán állítható elő, amely a földgáztörvény szerint a földgázhálózatba táplálható. Az MBE becslése viszonylag jó egyezést mutat a hazai biogáztermelés becsült potenciáljával (4. táblázat).

## 5.2. A MAGYARORSZÁGI BIOGÁZTERMELÉS ISMERTETÉSE

Magyarország természeti adottságai és ezen keresztül mezőgazdasága, valamint az arra épülő élelmiszeripara jelentős mennyiségű alapanyagot tud biztosítani biomassza-felhasználás céljára. A biomasszába tartoznak az energetikailag hasznosítható növények, termékek, melléktermékek, növényi és állati hulladékok, trágyák. A biomassza jelentősége abban rejlik, hogy anaerob kezelés során képződött biogázzal fosszilis energiahordozók válhatnak ki. A jelenleg üzemelő biogázüzemek száma 40, és ezenkívül 8 nem üzemelő berendezés alkotja a sort.

A biogázüzemek biomassza-felhasználásának 2019-es évi alapanyag-megoszlását mutatja a 3. ábra. A biogáztermelés fő alapanyagai a mezőgazdasági termékek 56,1 százalékkal (632,3 ezer tonna), amelynek 86,9 százalékát az állati trágyák jelentették. Második legfontosabb alapanyagcsoport a gáztermelés során a feldolgozóipari alapanyagok 37,7 százalékkal (435,8 ezer tonna), amelynek 11,5 százalékát a szeszipari melléktermékek tették ki 2019-ben. A szolgáltatóüzemek adatai alapján 2019-ben a biogázüzemekben felhasznált biomassza-mennyiségnek több mint felét két régióban (Dél-Magyarország: 26 és Észak-Alföld: 26,7 százalék) használták fel. Közép-Magyarországon 4,2 és Észak-Magyarországon mindössze 1,5 százalékos felhasználási részarányt képviselt (internet/9). A biogáz megújuló energiaforrásokból és hulladékból termelt villamosenergia-részesedése 2018-ban 8,1%-ot tett ki.



3. ábra: Biogázüzemek alapanyag-felhasználásának megoszlása, 2019

## A BIOMETÁN-TERMELÉS GAZDASÁGI HÁTTERE

Jogi, technikai és gazdasági nehézségek hátráltatják a magyar biogázipar fejlődését. Minimum 24-25 engedélyt kell beszerezni a biogázüzem-építőnek a létesítmény létrehozásához, az üzemeltetéshez és a zöldáram hálózatra táplálásához szerződést kell kötni a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatallal. A szerződésben előre megadott betáplálási tervet kell rögzíteni, az ettől való – bármilyen irányú – eltérést a Hivatal bünteti. A gyorsabb fejlődés legfőbb gátja anyagi természetű, meglehetősen sokba kerül egy biogázüzem megépítése. Ennyi forrást a magyar gazdaság az adófizetők pénzéből nem tud egykönnyen és gyorsan kitermelni. A biogáz ígéretes terület lenne a befektetők számára, de őket ma még elriasztják a hazai finanszírozási feltételek, és még inkább a barátságtalan jogi környezet. Európában közvetlen összefüggés figyelhető meg a biogázüzemek száma és a kormányok gazdaságpolitikája között. A biogázipar elsősorban azokban az országokban fejlett, ahol a kormányzat hatékonyan támogatja a megújuló energiahordozók fokozott felhasználását és a környezetvédelmet. A

magyarországi helyzetre az jellemző, hogy a kormányzati támogatás jelen van, azonban annak formája és mértéke nem elegendő a lényegi előrelépés eléréséhez. Meg kell jegyezni, hogy a mezőgazdasági kombinátok sem nagyon „lekesednek” a biogázüzemek létesítéséért, mert az üzemeltetés sok nyúggal és bajjal jár, és a mezőgazdasági üzem nem akar szennyvíz-technológiával bajlódni (internet/10).

A hazai energetikai célú biomassza-felhasználás 3,2 millió tonna volt. Az adatgyűjtésben részt vevő biogázüzemek jelentős része alapvetően mezőgazdasági vállalkozás. A biogáztermelés alapanyagának legnagyobb részét (közel 60%-át) mezőgazdasági termék tette ki, ez elsősorban állati trágyát jelentett. A biogázüzemek alapanyagaként a

jövőben a lakossági zöldhulladék, a kommunális hulladék és az élelmiszeripari melléktermékek felhasználásával érdemes számolni (internet/11).

A biometán-termelés hazai támogatottsága alacsony szinten áll jelenleg. A vonatkozó EU-előírásokat az ország betartja, de hazai szabályozás továbbra is lassú és bürokratikus. A politika jelenleg a nukleáris energiát preferálja, következésképpen a megújuló energiát adó megoldások háttérbe szorulnak. A zöldáram támogatási szintje alacsony, és rövid időre kötnek szerződést a termelőkkel. A mezőgazdaságban mintegy 40 biogázüzem működik ma 30 MW teljesítménnyel (Magyarország teljes felhasználása 6000–6500 MW). Az élelmiszeripari feldolgozásból származó biomassza-kapacitás 25 MW, de ennek zöme kihasználatlanul marad napjainkban. A számított teljes biogáz-kapacitás 1600–1700 MW teljesítményt képvisel.

A kiterjedt mezőgazdasági tevékenység következtében szinte az egész Kárpát-medence alkalmas a biogázüzemek létesítésére, a pályázati lehetőségek adottak, és az eddigi fejlődés nem megfelelő. A biogázüzem létrehozása költséges beruházás, és ehhez szűkmarkú a hazai támogatás. A hazai hulladékgazdálkodási rendszer sem elég ösztönző, itthon inkább hulladéklerakókat létesítünk. Nem elég ambiciózusak a döntéshozók, szükség lenne továbbá a potenciális szereplők bevonására.

A biogáz előállítására alkalmas biomassza-alapanyag a következő csoportokba sorolható:

- növénytermesztési fő- és melléktermékek (energianövények);
- állattenyésztési melléktermékek (hígtrágya, vágóhídi hulladék);
- kommunális hulladékok (ide értendők a települési szilárd hulladékok, a szennyvíziszap és a szerves ipari hulladékok);
- az élelmiszeripar hulladékai.

Általánosságban elmondható, hogy a megújuló energiák elterjedését befolyásolja:

- a társadalmi környezettudatosság hiánya;
- az alacsony vagy egyáltalán nem létező állami támogatás;
- a fosszilis energiahordozók viszonylag alacsony ára és a megújuló energiaforrások hasznosítását lehetővé tevő eszközök hiánya;

- a mezőgazdaság alacsony jövedelmezőségéből adódóan forráshiányosak a mezőgazdasági termelők, aminek következtében nincs pénz a beruházásokra;
- a bevált és kidolgozott technológiák adaptációja hiányos és lassú;
- a biogázüzemek létesítésekor ahhoz, hogy jövedelmező beruházást valósítsunk meg, figyelembe kell venni a gáz hasznosításának lehetőségeit, melyek lehetnek: az üzem belüli hasznosítás, pl. saját hőtermelés gazdasági épületek fűtése, gázmotorokban történő villamosenergia-termelés és külső megrendelők részére közvetlen áram- és hőtermelés formájában;
- a gyakorta kevés, illetve nem kellő mennyiségű a közelben lévő nyersanyag, illetve az elszórtan jelentkező nyersanyag csökkenti a biogázüzem kapacitáskihasználtságát és ezen keresztül annak megtérülési idejét.

### 5.3. A HULLADÉKOK KÖZÖS ROTHASZTÁSÁNAK ELVE ÉS CÉLJA

A Fővárosi Csatornázási Művek 2005 és 2014 évek között különböző hulladékokkal (zöldhulladék, energiatű, szerves trágyák, konyhai és ételmaradékok, lignocellulóz növényi hulladékok) önálló és koszubsztrát elv alapján számos rothasztási kísérletet végzett. Továbbá az FCSM a rothasztás határfokának növelésére a különböző lignocellulóz-alapú növényi hulladékokkal előkezelési kísérleteket végzett. A kísérleti munkáról és eredményeiről számos publikáció jelent meg. Például a gombás előkezeléssel a lignocellulóz-tartamú növényi hulladékok anaerob bontásánál 25–30%-os gázkihozatali növekedést lehetett elérni. Az alábbiakban a hulladékok közös rothasztását tárgyaló fejezet ismertetésénél a kísérleti tapasztalatokat felhasználtuk.

Különböző keverékanyagok (például a települési szennyvíziszap, mezőgazdasági, élelmiszeripari) közös rothasztásakor a biogázképződés lényegesen javul, a nagyobb szervesanyag-koncentrációjú szubsztrátokképeség hatására a rothasztó térfogata is jobban kihasználható. Ha a rothasztóba nehezen lebontható anyagokat és könnyebben lebontható anyagokat közösen adagolnak, valamennyi anyag lebontódása javul.

A társított vagy koszubsztrát rothasztás kettő vagy több szubsztrátból készült homogén keverék közös rothasztását jelenti: az alapszubsztráthoz (pl. állati trágya, szennyvíziszap) egyéb kiegészítő anya-

gokat (pl. konyhai hulladék, kerti hulladék stb.) adagolnak, és közösen rothasztják. Az alapszubsztrát biztosítja az alapvető tápanyagokat (N, P) és mikroelemeket (Ca, Fe, Mg, Mn, Co stb.). A jó makro- és mikro-tápanyag-ellátás következtében a koszubsztrát rothasztás sokkal hatékonyabb, mint a monoszubsztrátok rothasztása.

A makro- és mikro-tápanyagokat olyan arányban kell biztosítani, hogy például az „A” és „B” komponensek közös anaerob lebontása során azok aránya kedvező legyen. A makrotápanyag-ellátás szempontjából a legfontosabb a megfelelő C:N:P arány tartása. A C:N:P arány ugyan tág határok között változhat, és ennek ellenére a rothasztásfolyamat fenntartható, de alapkövetelmény, hogy az arányt legalább 100:5:1 arány körül tartsuk.

A koszubsztrát rothasztás tipikus példája, amikor a háztartási szemét szerves frakcióját a rothasztás céljából szennyvíziszappal, szerves trágyával vagy ipari szervesztrát-anyagokkal kiegészítik. A szétválogatást és osztályozást követően a háztartási szemét szerves frakcióját kizárólagosan koszubsztrát rothasztással lehet kezelni, mert a szerves frakció tartalmaz nehezen bontható anyagokat (papír, fa-cellulóz) is. Ideális kiegészítő szubsztrátként használható a szennyvíziszap és a szerves trágya (Öllös et al., 2010).

### 5.4. A KÜLÖNBÖZŐ EREDETŰ HULLADÉKOK BIOGÁZ-POTENCIÁLJA

Az 5., a 6. és a 7. táblázat különböző trágyaféleségek, mezőgazdasági és biológiailag bontható ipari hulladékok fajlagos biogázképződési értékeit mutatja (Oláh et al., 2010).

szubsztrát	összes szárazanyag (TS), %	szerves szárazanyaga g (VS), % TS	összes N (N <sub>0</sub> ), %TS	NH <sub>4</sub> -N, %N <sub>0</sub>	C/N	fajlagos gázfejlődés, m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kgVS
Nyers glicerin	>98	90–93	0	–	–	0,69–0,72
Krumpliszár	25	79	1,5	–	25	0,5–0,6
Répaevél	16	78,5	2	–	16	0,4–0,5
Gabonaszalma	85–90	85–89	0,5	–	70–165	0,3–0,6
Lóhere	20	80	2,8	–	12	0,4–0,5
Kukoricaszár	86	72	1,2	–	30	0,6–0,7
Almacefre	2–3	95	–	–	6	0,33
Sörtörköly	20–22	87–90	3,5–4,0	–	10	0,6–0,7
Komlótorköly (száraz)	97–97,5	90	3–3,2	–	12	0,5–0,55
Sörszűrő kovaföldje	30	6,3	0,7	–	5	0,3–0,35
Zöldszéklet	10–20	76	3–5	–	15	0,4
Szárazkenyér-maradék	90	96–98	1,8–2,0	–	42	0,7–0,75
Krumplicefre	12–15	90	5–13	–	13–19	0,55
Gabonacefre	6–8	87–90	3–4	–	10–11	0,6
Lomb	–	82	1,0	–	50	0,4
Melasz	80	95	1,5	–	14–27	0,3
Savó	95	–	1,5	–	27	0,5–0,6
Gyümölcszárka	45	93	1,1	–	50	0,4
Olajos magvak maradéka	92	97	1,4	–	9–12	0,58–0,62
Repedara extrakciós maradéka	88	93	5,6	–	8	0,45–0,55
Konyhai hulladék (üzemi konyhák)	9–18	90–95	0,8–3,0	2–4	15–20	0,5–0,6
Biohulladék	60–65	30–70	0,6–2,7	7	40–80	0,2–0,6
Zöldmetszés (friss)	42	87–93	3,3	–	12–27	0,5
Sás	37	93	2–3	–	23	0,5
Flotált iszap	5–24	83–98	3–8	30	–	0,6–0,8
Sertésgyomor-tartalom	12–15	80–84	2,5–2,7	–	17–21	0,2–0,3
Bendőtartalom (kezeletlen)	11–19	80–88	1,3–2,2	30	17–21	0,28–0,4
Bendőtartalom (kipréselt)	20–25	90	1,5	–	11–20	0,6–0,7
Állati fehérjeliszt	8–25	90	2–7,5	0,3–0,5	11–18	0,5–0,8
Zsír (zsírleválasztóból)	35–70	96	0,5–3,6	15–20	–	0,7–1,0
Fűszilázs	21–23	76–80	2,0–2,5	–	22–24	0,45–0,52

5. táblázat: Különböző eredetű hulladékok összetétele és fajlagos gázképződési értékei

ipari hulladék típusa	szennyezés mértéke, kg KOI/Mg termék	KOI-lebontás mértéke, %	gázkihozatal, m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg KOI <sub>befolyó</sub>	biogáz metántartalma %
Cukorgyár	6–8	70–90	0,24–0,32	65–85
Keményítőgyártás:				
– burgonya	30–40	75–85	0,26–0,30	75–85
– búza	100–120	80–95	0,28–0,33	55–65
– kukorica	8–17	80–90	0,28–0,32	65–75
Melaszt felhasználó gyárak	180–250	60–75	0,21–0,26	60–70
Különféle szeszgyártók:				
– burgonya	50–70	55–65	0,19–0,23	65–70
– gabona	180–200	55–65	0,19–0,23	65–70
Pektin-előállítók		75–80	0,26–0,28	50–60
Burgonyafeldolgozás	15–25	70–90	0,24–0,32	70–80
Savanyúságkészítők	15–20	80–90	0,28–0,32	70–75
Gyümölcslel-előállítók	2–6	70–85	0,24–0,30	70–80
Tejfeldolgozás	1–6	70–80	0,24–0,28	65–75
Sörfőzés	5–10	70–85	0,24–0,33	75–85
Állatifehérje-feldolgozó	5–10	75–90	0,26–0,32	80–85
Cellulózgyártás	110–125	75–95	0,26–0,33	70–75
Papír- és kartongyártás	4–30	60–80	0,21–0,28	70–80

Jelmagyarázat: Mg = 10<sup>6</sup> g = 1 tonna

6. táblázat: A különböző ipari hulladékok fajlagos biogáztermelési értéke

hulladékfajta	biogázhozam betáplált szerves anyag vonatkoztatva, L/kg	metán %
biohulladék	300–400	60–70
kerti zöldhulladék	500–600	55–60
piaci zöldszéthulladék	550–600	55–65
zsírleválasztók	600–1000	70–75
burgonyacefre	400–700	60–65
sörgyártás maradéka	500–700	50–70
gyümölcstörköly	500–800	55–65
repccemaradék	400–900	65–70
bendőtartalom	400–500	65–70
éttermi hulladék	800–1000	60–65

7. táblázat: Biohulladékokból nyerhető biogáz mennyisége

Nyersanyag	Gázhozam, L/kg VS (szerves anyag)	Közepes gázhozam, L/kg VS
Sertés trágya	340–550	445
Szarvasmarhatrágya	90–310	200
Baromfitrágya	310–620	465
Lótrágya	200–300	250
Birkaürülék	90–310	200
Istállótrágya	175–280	225
Zöldszémaradékok	330–360	345
Mezőgazdasági hulladékok	310–430	370
Csatornaiszap	310–740	525
Búzaszalma	–	190
Húsipari hulladék	–	231
Konzervüzemi hulladék	–	277
Kerti zöldhulladék	500–600	–
Piaci zöldszéthulladék	550–600	–
Zsírleválasztók	600–1000	–
Burgonyacefre	400–700	–
Sörgyártás maradéka	500–700	–
Gyümölcstörköly	500–800	–
Repccemaradék	400–900	–
Bendőtartalom	400–500	–
Éttermi hulladék	800–1000	–

8. táblázat: Szerves trágyák és hulladékok biogáztermelése a betáplált szerves anyagra (VS) vonatkoztatva

## 5.5. AZ ÁLLATTARTÓ TELEPEK TRÁGYÁJÁNAK ROTHASZTÁSA

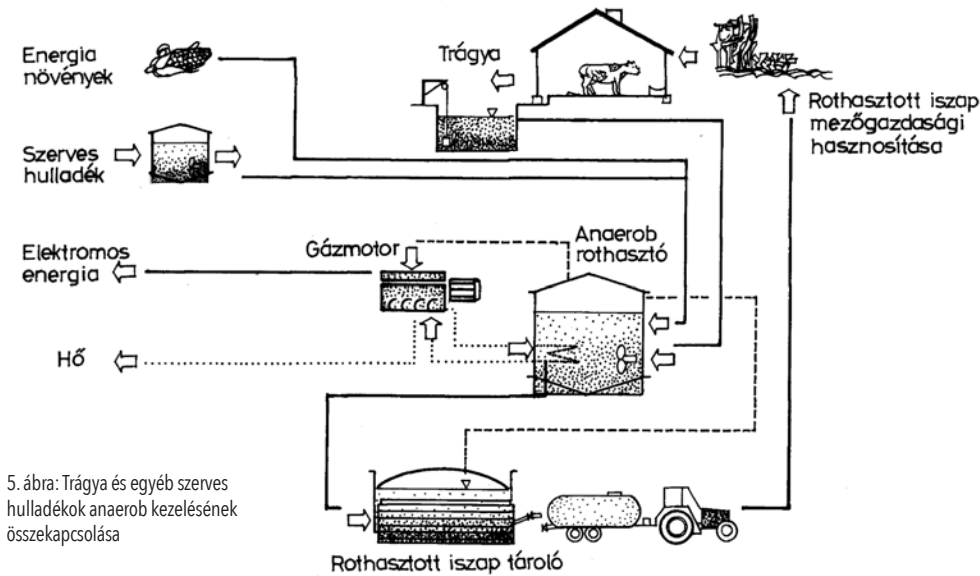
### Állati trágyák és egyéb hulladékok biogáz-potenciálja

Néhány trágya és hulladék biogáz-potenciálját a 8. táblázat szemlélteti. A nemzetgazdasági szinten a biogáz-potenciál tekintélyes részét (78%) az energianövények (silókukorica, cirok, gyepnövények) képviselik. Az állati trágyák, a szennyvíziszap, az állati és a kommunális hulladékok csak 22%-ot képviselnek. Ez azt mutatja, hogy a növényi eredetű anyagoknak a biogáztermelésben a jövőben meghatározó szerepük lesz.

A legújabb álláspont szerint hulladéknak tekintjük az állattartás során keletkező, már nem értékesíthető anyagmaradékokat is. Ennek legnagyobb részét az állati ürülék teszi ki (hígtrágya), ami mint szennyvíziszap keletkezik. A legtöbb hulladéknak, hogy a gazdaságossági feltételek is teljesüljenek, csak egy része hasznosítható jól. Bizonyos hulladékok a kofermentáció eljárással mezőgazdasági hulladékot feldolgozó üzem rothasztóiban hasznosíthatók.

Mezőgazdasági eredetű hulladékok és trágyák biogázfejlesztésére vonatkozóan sokféle adatot lehet találni a különböző közleményekben és az internetes hálózatokon. Ezek az adatok sokszor ellentmondásosak. A különböző irodalmi adatok birtokában egy trágya vagy hulladékfajta biogázfejlesztési potenciálját az esetek zömében csak jó közelítéssel lehet megadni.

A trágya és az egyéb szerves anyagok anaerob kezelésének összekapcsolását a 5. ábra mutatja. Az ábra egy komplett biogáztelepet mutat be, amelynél a biogázt hő- és elektromosáram-termelésre használják. A rothasztás után keletkezett iszapot komposztálják, vagy közvetlen mezőgazdasági hasznosításra kerül. Az ábra a mezőgazdasági és egyéb hulladékok anaerob kezelését illetően tipikus megoldásnak tekinthető.



5. ábra: Trágya és egyéb szerves hulladékok anaerob kezelésének összekapcsolása

### Az állattartó telepek trágyájának rothasztása

A trágyák tartalmazhatnak az anaerob lebontást gátló anyagokat. Ezek az anyagok lehetnek inhibíciós hatásúak, mint például az antibiotikumok vagy az ammóniumvegyületek, illetve lehetnek a

technológiára káros anyagok, például a szálas növényi hulladékok, amelyek a csövekben dugulást, a keverőknél elakadást, vagy például a csirketrágya homoktartalma, amely lerakódásokat okozhat.

Az állatgyógyászatban számos anaerob rothasztást gátló antibiotikumot és fertőtlenítőszert is használnak (tylosin és klórtetraciklin). A vizsgálatok azt igazolják, hogy 300 nap sem volt elegendő a metanogén baktériumkultúrának ahhoz, hogy alkalmazkodjon a magas ammóniakoncentrációhoz (~3000 mgN/L).

A trágyák kísérő jelensége a bűzös szaganyagok megjelenése. A fermentorban a kellemetlen szagot okozó komponensek kisebb molekulákra bontódnak, ezáltal a folyamat végén az elfolyó iszap kevésbé „bűzös”.

A legnagyobb gondot a termelődő hígtrágya jelenti, mivel a hazai nagyüzemi sertés- és szarvasmarhatelek jelentős része hígtrágyás technológiával üzemel. Az állatok által termelt vizeletet és ürüléket a trágya eltávolításához felhasznált öblítővíz is növeli. A hígtrágyaszab-

imol, a gyakorlatban azonban a vízigény Vindez terheli a helyi vízkivételt, valamint lne, hiszen a felhasználás szakaszos.

ágok nagy részére jellemző, hogy a bevernyezetvédelmi jogszabályok teljesítése ok miatt – gyakran nem megfelelő. A serarányú keveréke mezofil hőmérsékleten erves/m<sup>3</sup>-d) és 28 napos tartózkodási idő en lezajlik. Az anaerob rothasztás során a ma átlagosan 23%-kal csökken. A szerves e főként a fehérje és a lipidek (zsíranyanését jelenti. Az üzemi tapasztalatok azt takarmánysiló-keverékben a siló arányát asabbra emelni, mert a rothasztó gyorsan

b trágyák rothasztásánál megállapítható:

általában valamennyi trágyát szinte mindig ún. társított rothasztással kezelik. A hozzáadott szubsztrátanyag az esetek nagy részében baromfi-, juh-, ló- és marhatrágya, keményítő, ipari hulladék, melaszmaradék, tejipari hulladék, zsírszerű anyagok, konyhai hulladék. Tehát olyan anyagokkal társítják a trágyák rothasztását, amelyek a mezőgazdasági és élelmiszeripari tevékenységből értelemszerűen adódnak. Ezek az anyagok nagy széntartalmúak és főleg anaerob úton könnyen bontható szénvegyületeket (szénhidrát, zsír, esetleg fehérje) tartalmaznak.

- A sertés trágya anaerob úton lassan bomlik le. Ez magyarázható egyrészt azzal, hogy a sertés trágya híg levében nagy mennyiségű ammónia (4000–5000 mgN/L) halmozódik fel, amely gátló hatást fejt ki a rothasztásra. Másrészt a sertés tápszer (kukorica + egyéb abrak takarmányok + kiegészítő anyagok) könnyebben lebontható hányadát (~35%-a) már az állat lebontotta. A visszamaradó anyag nehezebben bontható, és ez az anyag a trágyában koncentrálódik.
- A trágyarothasztathatók beüzemelése hosszadalmas, tehát anaerob oltóiszap (pl. szennyvíziszap) adagolásáról gondoskodni kell. A rothasztó adaptációja 30–50 nap időt igényel.
- Ha a sertés trágya levének zömét a rothasztóra történő rátáplálás előtt polielektrolites kicsapatással eltávolítjuk, ak-

kor az ammóniaterhelés felére lecsökken. Ezzel együtt a gátlóhatás is csökken, még ekkor is keletkezik a rothasztás folyamán bőven ammónia, de az adalékanyag nélküli rothasztásnak így nagyobb lesz az esélye. A kolloid rendszer megbontása Fe<sup>3+</sup> + anion aktív polimer komplex adagolásával végezhető el. Ez plusz költség, de az ammóniakoncentrációt így kb. 2000 mgN/L értékre le lehet szorítani.

- Egyéb hulladékokkal együtt történő trágyarothasztás hatékonynak mondható. Ez pusztán csak hozzáadott szubsztrát minőségének és mennyiségének a kérdése. Itt vigyázni kell, mert elképzelhető olyan eset is, amikor a lebontási hatások növekedése a kiegészítő szubsztrát érdeme. Nyilvánvaló, hogy a közös rothasztásnál javul a trágya lebontási sebessége is.
- A trágyák rothasztásánál 250–350 L/kg gázhozammal lehet számolni. A mezőgazdasági hulladékok (energiafű, kukorica-siló, ciroksiló) adagolásával ez az érték megduplázható.
- Kiegészítő szubsztrátként jól alkalmazható őrölt formában beadagolt tritikálé, kukorica, cirok, rozs, csicsóka. E módszer alkalmazásának kicsiny az esélye, hiszen ezek az anyagok értékes takarmányok, és a terméstől, piactól függően nagyon drágák lehetnek. A felsorolt termények könnyen megőrölhetők, és egyszerű technikával a rothasztóba beadagolhatók (Oláh et al., 2011).

### 5.6. MEZŐGAZDASÁGI EREDETŰ LIGNOCELLULÓZ-TARTALMÚ HULLADÉKOK ROTHASZTÁSA

Hazánkban az állatlétszám csökkenésének következtében az utóbbi években az állati trágya mennyisége is visszaesett. Ezt a hiányt pótolhatja az energianövény-termesztés. Az itt megtermelt magas szénhidráttartalmú (és emellett alacsony lignocellulóz-tartalmú) növényi biomasszát kitűnően lehet hasznosítani biogázüzemekben. Ez a lágyszárú energianövényekre, főre alapozott biogáztermelés. A biogáztermelés során visszamaradt trágyajellegű szerves anyag talajerő-visszapótlásra (biogáztrágya) felhasználható a szántóföldi növénytermesztésben (Oláh et al., 2012).

A biogáztermelésre leginkább alkalmasak a könnyen bontható, magas szénhidráttartalmú növények (cukorcirok, silókukorica, csicsóka). A

kukorica, a kanáriköles és a különböző évelő fűfajok metánhozamai közel azonosak. A nagy lignocellulóz-tartalmú növények kevésbé alkalmasak biogáz fejlesztésére. Az elfogadható mennyiségű, gazdaságos biogáztermelés legfontosabb feltétele, az egész éven át folyamatos nyersanyagellátás a mezőgazdasági növénytermelés oldaláról nehezen valósítható meg.

Anaerob rothasztás céljából jól használható energianövény az energiafű. A szarvasi energiafű 20–30 napos tartózkodási idő mellett anaerob úton jól bontható.

Az évelő fűfélék előnyösebbek, mert nem igényelnek évenkénti talaj-előkészítést. Legismertebb képviselőjük a „Szarvasi-1” energiafű (Agropyron elongatum), de említhető a szudánifű (Sorghum vulgare p.v. sudanense), a nádképi csenkesz (Festuca arundinacea), az óriás-kese-rűfű (Polygonum sachalinensis), a cukorcirok (Sorghum bicolor), az olasz nád (Arundo donax) és a zöld pántlikafű (Phalaris arundinacea) is.

A különböző energianövények önállóan anaerob kezelése nem ajánlatos, annak ellenére, hogy anaerob úton jól bonthatók. Az energianövények közül a silókukorica, energiafűvek (Szarvas-1), óriás-kese-rűfű, cukorcirok, szilfium – mint könnyen bontható szubsztrátok – alkalmazása jöhet szóba. Ezeket a tömegre vonatkoztatva 30–50%-os adagolásban lehet más alapszubsztrátokhoz (szennyvíziszap, trágyafélék, háztartási szemét, egyéb mezőgazdasági hulladékok) adagolni.

A biogáztermelésre leginkább alkalmasak a könnyen bontható, magas szénhidráttartalmú növények (cukorcirok, silókukorica, csicsóka). A kukorica, a kanáriköles és a különböző évelő fűfajok metánhozamai közel azonosak. A nagy lignocellulóz-tartalmú növények kevésbé alkalmasak biogáz fejlesztésére. A kísérleteknél zöld pántlikafű, árpa, zab és kukoricasiló keverékét rothasztották. A legkevesebb biogázt a zöld pántlikafű rothasztása során kapták. Ez abból következik, hogy a zöld pántlikafű több lignint és cellulózt tartalmaz, és kevesebb könnyen bontható szénhidrátot, mint a többi fűféle.

Kukoricánál összehasonlították a két- és az egylépcsős rothasztást. A kukoricasiló kétlépcsős rothasztásnál ~60%-kal több metán képződött, mint az egylépcsős rothasztásnál. Ez bizonyítja, hogy a kétlépcsős rothasztás savas feltárása nagyon előnyös a biogáztermelésnél. A biogáztermelésre alkalmas mezőgazdasági energianövényeknél általában előnyös a kétlépcsős rothasztás.

Félüzemi kevert reaktorban végzett kísérleteknél (CSTR) trágya és

energianövények közös koszubsztrát rothasztásnál az összes szárazanyag 40%-át energianövény tette ki. A szarvasmarhatrágya fű, cukor-répaevél és zabszalma közös rothasztásakor 0,268; 0,229 és 0,213 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> kg<sup>-1</sup> VS (beadagolt szerves anyag) legnagyobb metántermelést érték el. A fenti energianövények 30%-os adagolása esetében a metántermelés reaktortérfogatra vonatkoztatva 16–65%-kal nőtt a szarvasmarhatrágyához képest. Ez azt bizonyítja, hogy a 40%-os energianövény-adagolás a trágyák esetében sok.

Biztatónak tűnik, hogy Magyarországon a szilfium nevű növény nemesítése befejeződött. A szilfium biogáztermelésre nagyon alkalmas növénynek tűnik. Hiszen a zöld növény jelentős mennyiségű (13–20% szárazanyag-tartalommal) cukrot tartalmaz, emiatt önmagában jól silózható, sőt alkalmas alacsony szénhidráttartalmú takarmányok kiegészítésére is. A levél fehérjetartalma eléri a 24–27%-ot, a száráé a 12–14%-ot.

A kísérleti tapasztalat szerint a silóanyagok rothasztásánál egyensúlyi viszonyok esetében is előfordul, hogy a rothasztó pH-értéke hirtelen lecsökken (pH: 6,5), az illósav-koncentráció megnő, és az egyensúly felborul. Ilyen esetben a silóadagolást csökkenteni kell, és a rendszer pufferkapacitása vagy a betáplált trágya a rendszer pH-értékét visszaállítja (Oláh et al., 2014).

## 5.7. A KOMMUNÁLIS EREDETŰ HULLADÉKOK ROTHASZTÁSA

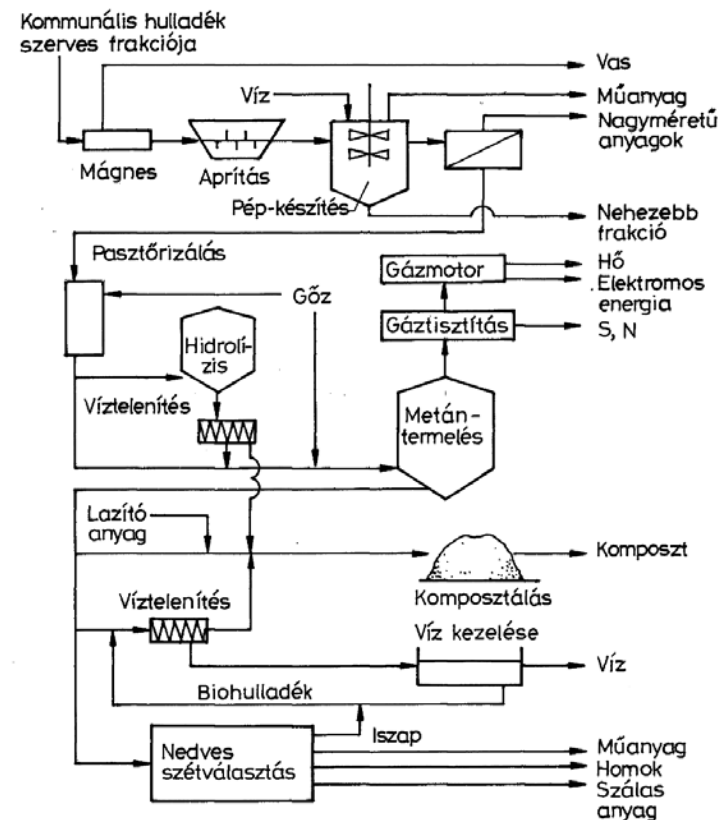
A települési hulladékok szerves frakciójának rothasztásánál valamilyen kiegészítő szubsztrátot kell a hulladék szerves anyagához adagolni, hogy a megfelelő C:N:P arányt biztosítani lehessen. Erre a célra az egyik legmegfelelőbb anyag

a szennyvíziszap. A 6. ábra szemlélteti a települési hulladékok és a szennyvíziszap anaerob kofermentációját. A megfelelő makro- és mikro-tápanyag-ellátás biztosítása céljából a térfogatarányok alapján 25% szelektív gyűjtéssel nyert frakció 75% folyékony szennyvíziszapot kell adagolni.

A C:N arány, a pufferkapacitás és a biológiailag bonthatóság beállítása szempontjából az állati eredetű hulladékok (sertés-, marhatrágya, tejfeldolgozó üzem hulladéka) nagyon kedvezően kiegészítik a kommunális hulladék szerves frakcióját. Az állati eredetű hulladékok – mint kiegészítő szubsztrátok – más hulladékanyagok (szeszipar, konzervipar) anaerob rothasztásánál is eredményesen alkalmazhatók.

A települési hulladékok szerves frakciójának rothasztása előtt a fém- és a műanyag-hulladékot szét kell választani a biológiailag bontható szerves anyagtól. A rothasztás előtti előtisztító lépcsők a következők lehetnek: mágneses szeparáló, aprító-szűrő (komminutor), szűrés, őrlés, gravitációs szeparálás (száraz szeparálás), pasztórizálás. Az utótisztítási lépcsők: mechanikai víztelenítés és az aerob komposztálás (internet/12; 13. internet).

A szerves trágya nemcsak a biogáztermelés fontos alapanyaga, hanem a mezőgazdaságban a termőföldek tápanyag-utánpótlásnak egyik legmegbízhatóbb forrása.



10. ábra: Kommunális hulladék szerves frakciójának előkezelése, rothasztása és a rothasztott anyagok utókezelése



A következő időszakban a műtrágya-felhasználás jelentős csökkentését várhatjuk, ami várhatóan a szerves trágya iránti igény növekedését eredményezi, ezért az energetikai és a mezőgazdasági igények összehangolása szükséges.

Az egészségügyi hatóságok a rothasztott szennyvíziszap vagy kommunális hulladék trágyaként való felhasználását sok esetben kifogásolják, ezért utókezelésre a komposztálás alkalmas módszer, azonban a két technológia összekapcsolását a helyi adottságok sok esetben nem teszik lehetővé.

## IRODALOMJEGYZÉK

### 1. internet

Hulladékkezelés az EU-ban: trendek és statisztikák (infografika)

[https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180328S-](https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180328S-T000751/hulladekkezeles-az-eu-ban-trendek-es-statisztikak-infografika)

[T000751/hulladekkezeles-az-eu-ban-trendek-es-statisztikak-infografika](https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180328S-T000751/hulladekkezeles-az-eu-ban-trendek-es-statisztikak-infografika)

### 2. internet

Varjú Viktor, Mezei Cecília: Hulladékgazdálkodás. In Czirfusz Márton (szerk.):

Területi kihívások és területi politikák Magyarországon, 2010–2020. Budapest: Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Regionális Kutatások Intézete, 2020, pp. 105–110. (ISBN 978-615-5754-45-6)

<https://www.portfolio.hu/krtk/20210312/mit-dobunk-ki-a-kukaba-felterkepeztuk-a-hazai-hulladekhelyzetet-473564>

### 3. internet

A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék keletkezése (2015–2019)

[https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_ur009b.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ur009b.html)

### 4. internet

KSH: Nőtt a szelektíven gyűjtött hulladék aránya tavaly

[https://mandiner.hu/cikk/20191102\\_ksh\\_nott\\_a\\_szelektiven\\_gyujtott\\_hulladek\\_aranya\\_tavaly](https://mandiner.hu/cikk/20191102_ksh_nott_a_szelektiven_gyujtott_hulladek_aranya_tavaly)

### 5. internet

„VHK” Veszprémi Hulladékgazdálkodási Közszolgáltató Nonprofit Kft.

<http://www.vhkn.hu/Szolgáltatások/Jo-tudni/Szelektiv-hulladekgyujtes1/Honnan-szarmazik-a-haztartasi-hulladek>

### 6. internet

Élelmiszer-ipari hulladékok statisztikája

[https://www.ksh.hu/statszemle\\_archive/2009/2009\\_03/2009\\_03\\_287.pdf](https://www.ksh.hu/statszemle_archive/2009/2009_03/2009_03_287.pdf)

### 7. internet

Köztestületi Stratégiai Programok. Megújuló energiák hasznosítása. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2010. Összeállította: Büki Gergely. Szerkesztette: Lovas Rezső

<http://old.mta.hu/data/HIREK/energia/energia.pdf>

### 8. internet

A biomassza hasznosítása Magyarországon

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2010/07/gepesites/a-biomassza-hasznositasi-magyarorszag>

### 9. internet

Statisztikai jelentések. Biomassza-felhasználás energetikai célra 2019. NAIK

Agrárgazdasági Kutatóintézet, I. évfolyam 1. szám, 2020. <http://repo.aki.gov.hu/3581/1/Statisztikai%20Jelentes%20Biomassza%20felhaszn%C3%A1l%C3%A1s.pdf>

<http://repo.aki.gov.hu/3581/1/Statisztikai%20Jelentes%20Biomassza%20felhaszn%C3%A1l%C3%A1s.pdf>

### 10. internet, Magyarország

[http://www.biosurf.eu/hu\\_HU/networking/hungarys-country-network/](http://www.biosurf.eu/hu_HU/networking/hungarys-country-network/)

### 11. internet

Merre tovább, hazai biomassza?

<https://www.zipmagazin.hu/merre-tovabb-biomassza>

### 12. internet

Oláh József – Hódi János – Juhász János: Települési szilárd hulladékok anaerob kezelése. 1–14. [http://statex.hu/cikkek/Cikk\\_2.pdf](http://statex.hu/cikkek/Cikk_2.pdf)

### 13. internet

Anaerobic Digestion of Biodegradable Municipal Wastes: A Review

<https://www.walesadcentre.org.uk/media/1050/anaerobic-digestion-of-bmw-compressed-part1.pdf>

Oláh József, Palkó György, Rása Gábor: Cellulóztartalmú hulladékok és energianövények rothasztása. MAGYAR ENERGETIKA 2012/3, 38–43.

Oláh József – Tarjányné Szikora Szilvia: Különböző eredetű hulladékok közös anaerob kezelése. Tanulmány. Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. 2010, 49–109.

Oláh József – Palkó György – Tarjányné Szikora Szilvia – Rása Gábor: Különböző eredetű hulladékok közös anaerob kezelése. Vízű Panorama XVIII. évf. 2010/7, 2–9.

Oláh József – Palkó György – Tarjányné Szikora Szilvia – Rása Gábor – Gyarmati Imre: Sertés trágya anaerob kezelése. Magyar Energetika, XVIII. évf., 2011/5, 24–27.

Oláh József – Palkó György – Rása Gábor: Cellulóz tartalmú hulladékok és energia növények rothasztása. Magyar Energetika, 2012/3, 38–43.

Oláh József – Juhász János – Rása Gábor: Energia-növények bio-metán hozamának értékelése. MASZESZ Hírcsatorna. A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Lapja. 2014. május/június, 3–15.

Öllős Géza – Oláh József – Palkó György: Rothasztás. Magyar Víziközmű Szövetség. Budapest, 2010, 799–847., 863–867.

Vízű Panorama / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja

Kiadja a Magyar Víziközmű Szövetség  
Felelős kiadó Nagy Edit / Főszerkesztő Mária Igéti Bence  
A főszerkesztő munkatársai Kovács Balázs, Kreitner Krisztina,  
Tary Dávid

Szerkesztőség 1051 Budapest, Sas utca 25., IV. em.  
E-mail [vizmu.panorama@maviz.org](mailto:vizmu.panorama@maviz.org)  
Honlap [www.maviz.hu/vizmu-panorama](http://www.maviz.hu/vizmu-panorama)  
Hirdetésszerzés Tary Dávid / E-mail [tary.david@maviz.org](mailto:tary.david@maviz.org)

Lapterv CO-MÉDIA Bt. / Korrektor CO-MÉDIA Bt.  
Nyilvántartási szám B/SZI/1925/1993 302-5066  
ISSN 2732-0340 / Minden jog fenntartva

Lapunkat  
rendszeresen szemléli a  
megújult [www.observer.hu](http://www.observer.hu)

OBSEVER

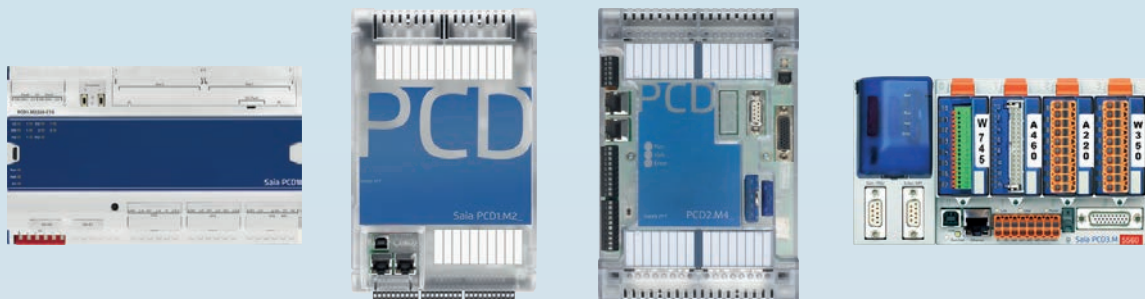
# Több mint 25 év a vízmű-automatizálás szolgálatában

**sb - controls**

értékesítés – oktatás – tanácsadás

Európai termékek  
2+3 év garanciával!

## Teljes Saia PLC választék



## Kibertámadások ellen védett PLC



**ÚJ  
TERMÉK**

## 4G modemek, routerek



## LoRa WAN távjelzők, távadók



## VisionX szoftverek



T.: +36-23-501-170; office@sb-controls.hu; www.sb-controls.hu

# WOLTMANN, Reinhard (1757–1837)

német mérnök

Reinhard Woltmann (esetenként Woltman) 1757. december 28-án született Axstedtben. 1779-ig szülőfalujának tanítója volt, majd Ritzbüttelben (ma Cuxhaven része) a Tengerpartvédelmi Hivatal írnoka volt.

1780-tól a hamburgi Akadémiai Gimnázium hallgatója, ahol matematikát, vízépítést tanult. Emellett a kielii egyetemen felvette a gépészet tantárgyát is.

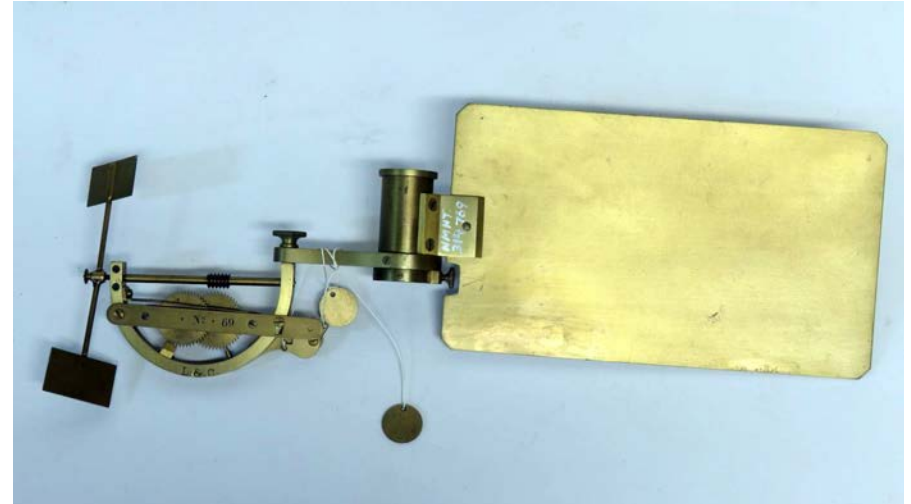
Tanulmányainak befejezése után, 1784-től Ritzbüttelben a vízépítési munkálatok ellenőre lett. 1814-ben a Folyó- és Partművek igazgatójaként átveszi a vízépítési munkák irányítását az Elbán. Ezt a beosztását 1836-os nyugdíjazásáig mindvégig megtartotta.

Általában nagyon nehéz, csaknem lehetetlen pontosan felbecsülni egy tudós hozzájárulását egy találmányhoz, egy felfedezéshez, egyszerűen valamilyen szerkezet, eljárás vagy módszer kidolgozásához. Az áramlásmérő kifejlesztésének története tipikusan jellemző erre. Régóta terveztek már és használtak olyan szerkezeteket, amelyekkel a víz vagy a szél sebességét meghatározni lehetett. Voltak, akik arra is rámutattak, hogy ezeket a sebességeket egy propeller segítségével is mérni lehet, de anélkül, hogy a gyakorlati alkalmazásra módszert javasoltak volna. Néhány elgondolás ezek közül annyira hasonlít arra, amit ma

**TOLNAI BÉLA**

okl. gépészmérnök

[tolnaibela51@gmail.com](mailto:tolnaibela51@gmail.com)



ismerünk, hogy a „feltalálás” küszöbön állónak tűnhetett. Mégis a 17. század végéig kellett várni – amikor hála Reinhard Woltmann-nak – megjelent végül az áramlásmérőnek az a terve, amelyet ma ismerünk. Elképzelését 1790-ben vetette papírra.

Woltmann megértette, hogy a hidrodinamikus erő és sebesség mérése két különböző dolog. Ő képes volt olyan fordulatszámolót tervezni és készíteni, amelyet szerinte Schober szélmérője ihletett. Ez a magyarázata, hogy az általánosan elfogadott vélemény szerint Reinhard Woltmann az áramlásmérő feltalálója, bár ő személyesen erre a címre sohasem tartott igényt.

Különböző tudományos társaságok tagja lett, tekintélyes számú könyvet írt és fordított. A legismertebb ezek közül természetesen találmánya: Az áramlásmérő elmélete és használata. Életében a könyv két kiadást ért meg, 1799-ben jelent meg először, az 1835-ös második kiadás is Hamburgban jelent meg.

Woltmann foglalkozott a csillagászat gyakorlati felhasználásával is, nevezetesen a hajózás navigálásának kérdéseivel. Egyike volt azoknak, akik a hamburgi csillagvizsgáló megépítését szorgalmazták.

1837. április 20-án Hamburgban halt meg, csak egy évig élvezhette a nyugdíjas létet.

**NEVÉT VESELI**

**WOLTMANN-SZÁRNYAS VÍZMENNYISÉGMÉRŐ**

Az áramlásba helyezett szárny fordulatszámát arányos a térfogatárammal. Átáramló mennyiséget úgy kapunk, ha a térfogatáramot integráljuk. Ez a művelet megtörténhet mechanikus módon is. A számláló szerkezetet időközönként leolvasva a számlálás alapját kapjuk. Woltmann-szárnyas mérőket inkább a nagyobb átmérőtartományokban (>NA100) alkalmazunk.

**FORRÁS**

*La Houille Blanche, Grenoble, 1953*

<http://www.friedensblitz.de/sterne/grossvaeter/woltman.html>

[http://www.pan-europe.at/BMETERS/wdek20-r\\_d.htm](http://www.pan-europe.at/BMETERS/wdek20-r_d.htm)

[http://www.monagenda.de/lexikon/Reinhard\\_Woltmann](http://www.monagenda.de/lexikon/Reinhard_Woltmann)

[https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah\\_1434230](https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1434230)