

Soproni Szennyvíztisztító Telep (fotó: Mészáros Imre)



Tudatos tervezés



# VÍZMŰ PANORÁMA

A Magyar  
Víziközmű  
Szövetség  
szakmai lapja

2024

01

XXXII. évfolyam

Web: www.unicam.hu  
Telefon: +36 1 221 5536  
E-mail: unicom@unicam.hu

1144 Budapest, Kőszeg utca 29.

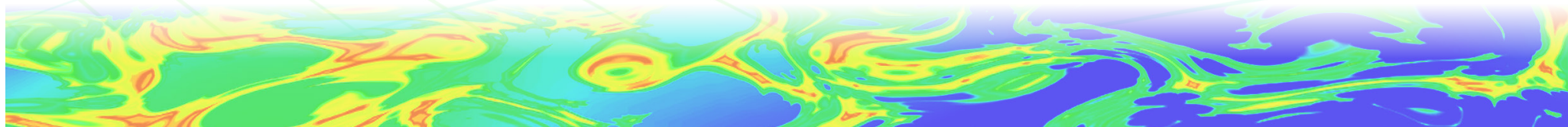
**UNICAM**  
Magyarország Kft.

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



# Tartalomjegyzék

- 4** **Aktuális**  
Interjú Kurdi Viktorral
- 
- 9** **Szolgáltatók szemével**  
Tizenkét éve személyes jelenlét nélkül üzemel a Soproni Szennyvíztisztító Telep
- 
- 13** **Szolgáltatók szemével**  
Az ALFÖLDVÍZ Zrt. kommunális szennyvíziszap mezőgazdasági elhelyezésének gyakorlati bemutatása
- 
- 16** **Szolgáltatók szemével**  
Aktuális munkaerőpiaci trendek, avagy merre haladunk?
- 
- 20** **Víz és tudomány**  
A preoxidatív kezelés hatása a toxikus klórozott melléktermékek képződésére a törésponti klórozás során
- 
- 25** **MaVíz hírek**  
Visszatekintő a Műszaki Bizottság szemszögéből, a 2023-as évre
- 
- 26** **Vissza az iskolapadba**  
Kavitáció, szívóképeség, NPSH
- 
- 28** **Szakmánk megalapozói**  
Adhémar Jean Claude Barré de Saint-Venant
- 
- 29** **Ipari újdonság**  
Mesterséges intelligenciával támogatott szivárgásérzékelő rendszerek
- 
- 32** **Ipari újdonság**  
SMART.MET projekt
- 
- 37** **MaVíz hírek**  
Negyven éve a cég szolgálatában

# Tudatos tervezés

## Tisztelt Olvasó!

Előző számunkban, mely kevéssel Karácsony előtt jelent meg, azt írtuk, hogy végig böngészve a címetek az az érzése támad az embernek, hogy egy szakmai terüly-terüly asztalkámat talál. A sokszínűség és a jövőbe mutató ennek a lap számnak is része, azonban a felütés, az első írás, Kurdi Viktorral, a MaVíz elnökével készült interjú olyan üzenettel kezdődik, melyre régóta várunk: több pénz jut az ágazatba és ez évről évre így is lesz. „Bebizonyosodott, a víziközmű szolgáltatás folytonosságának biztosításához (...) 2023-ban a társaságok tevékenységének díjbevételein felül további 150 Mrd Ft-ra volt szükség.”

Alkalom ez arra, hogy örüljünk: az eddigi fáradozások, a türelem meghozta gyümölcsét. De alkalom, sőt kötelesség ez az irányba is, hogy azon legyünk, ez a szükséges forrástöbblet minél hatékonyabban hasznosuljon. Egyik szempont a tatóngó „lyukak” rangsorolása és észszerű betömése, a másik pedig a tömítés technológiájának és műszaki tartalmának megfelelő megválasztása. Csak zárójelben jegyzem meg, hogy lyuk nemcsak a földben van...

Ebben a folyamatban, ennek a folyamatnak a sikerre viteléhez készületben áll a Vízmű Panoráma is. Mi azzal tudunk ehhez hozzájárulni, hogy jövőbe mutató megoldásokat, gondolatokat mutatunk be.

Ezeknek ez a szám sincsen híján!

Rögtön első helyen olvashatnak arról, hogyan vezetett az út Sopronban oda, hogy a városi szennyvíztisztító telepet folyamatos személyes jelenlét nélkül üzemeltessék. A cikk nem egy aktuális felbuzdulás terméke, hanem tizenkét év tapasztalatait összegzi.

A következő írásban az ALFÖLDVÍZ Zrt. kommunális szennyvíziszap mezőgazdasági elhelyezési gyakorlatából lehet tanulni.



**MÁRIALIGETI BENCE**  
főszerkesztő

Az aktuális munkaerőpiaci trendekről szóló cikk az ágazat egyik legnagyobb problémáját elemzi, pontosabban az azzal kapcsolatos ismereteket, lehetőségeket bővíti. A MaVíz elnöke aggasztónak nevezi a tendenciákat, melyek megfordítása a túlélés kulcsa az ágazat számára.

Ehhez a témához kapcsolódik az utolsó írás is, melyben egy személyes hangvételű interjú keresztül ágazatunk egyik nagy értékéről olvashatnak: testvérpárként negyven éve az ágazat szolgálatában.

Víz és Tudomány rovatunkban a törésponti klórozáshoz kapcsolódó kutatás eredményeibe nyer-

hetnek betekintést: a nyersvizek preoxidatív kezelése a nagyfokú szervesanyag eltávolításon keresztül a THM és AOX vegyületek képződésének jelentős mértékű csökkenését eredményezi.

A MaVíz Műszaki Bizottságának 2023. évi munkájáról szóló beszámolóban az elkészült ajánlások és dokumentumok felsorolása mellett megtudhatják, azok honnan tölthetők le. Érdemes!

Vissza az Iskolapadba rovatunkban a szivattyúzás egyik igen gyakori problémáját, illetve a szivattyú választás egyik legfontosabb szempontját mutatja be közérthető módon a Szerkesztőbizottság egy tagja.

Végül Ipari Újdonság rovatunkban a szivárgásérzékelés új módszereiről és az intelligens fogyasztásmérésről olvashatnak.

És ne feledjék: április 3-án indul az „Év cikke díj” szavazás. Információ és szavazó űrlap [itt](#).

Jó olvasást!

AKTUÁLIS

## Interjú Kurdi Viktorral



**MÁRIALIGETI BENCE (MB):** Két évvel ezelőtt azt hallhattuk Tőled: „A víziközmű-szolgáltatás a jelenlegi környezetben és feltételekkel fenntarthatatlan, ahogyan azt az elmúlt években láttuk is és hangzottak is. Ebben az évben a kimerülő tartalékok, az infláció, a bérnyomás, valamint az energiakrízis miatt mindegyik üzemeltető cég el fog érni olyan határokat, melyek komoly hatással lehetnek a szolgáltatás biztonságára és folytonosságára.” Ennek eredményét látjuk vagy látni véljük, amikor 18 patinás szolgáltató logója ott virít a Nemzeti Vízművek Zrt. honlapján. Beteljesült a jóslat?

**KURDI VIKTOR (KV):** Én ezt a kérdést nem onnan közelíteném meg, hogy a jóslat beteljesült-e vagy sem. És nem is az állami szerepvállalás erősödésére gondolok, hanem sokkal inkább arra a tényre, hogy bebizonyosodott, a víziközmű szolgáltatás folytonosságának biztosításához, a cégek gazdálkodásának egyensúlyban tartásához 2023-ban a társaságok tevékenységének díjbevételein felül további 150 Mrd Ft-ra volt szükség. 2023-ban ezt a forrást a Kormány biztosította a költségvetésen keresztül. Ez azért kellett, mert egyrészt a 2013 óta változatlan tarifák mellett az inflációs hatás, az emelkedő bérek és az energia krízis ezt megkívánta, másrészt nincs alternatívája a víz- és csatornaszolgáltatás

meglévő rendszerének ma az országban. Jól felfogott érdeke volt tehát mindenkinek ezen pénzeszköz célba juttatása. Azt gondolom, hogy amikor már látható volt, hogy egy ilyen szintű dotáció a 2024-es évben már nem folytatható, a költségvetés azt nem bírta el, akkor került elő a nem lakossági díjakhoz való hozzányúlás lehetősége. Ez tehát a fő szempont. Hogy emellett az állami integrációs program meghirdetése az milyen változásokat okoz vagy okozott a szektorban, azt majd csak évek múlva lehet érdemben értékelni. Abban biztos vagyok, és azt jól lehet látni, hogy az energia krízis felgyorsította az állami integrációs programnak a megvalósítását, és ahogyan hallhattuk is a múlt heti híradásokban, több, mint 800 önkormányzat döntött úgy, hogy az ellátásért felelősséget az államra ruházza, ezzel lemondva erről a feladatáról. Így jöhetett létre az az állapot, hogy ma már Magyarország területének többségén állami tulajdonú a víz- és csatornaszolgáltató.

És innen elindul egy egészséges verseny. Én arra számítok, hogy az állami szektorban lévő 18 cég közötti koordináció, a szinergiák keresése és kihasználása szépen szárba szökken, míg a másik oldalon az önkormányzati szektorban maradó cégek a lehetőségeikhez mérten szintén elkezdnek egy fejlődési pályát leírni és ezek aztán egy idő után, megfelelő benchmark tevékenységet követően összehasonlíthatóak is lesznek.

Visszatérve az eredeti kérdésre: igaznak bizonyult a jóslat abból a szempontból, hogy sok helyen ellehetetlenült a szolgáltatás, amit csak úgy lehetett orvosolni, hogy 150 Mrd Ft-ot beletett a Kormány az ágazatba. Az állami integrációs program is felpörgött, de ezt itt tekintsük egybeesésnek, ne ok-okozati összefüggésnek.

Fontos ezen a ponton az ágazatnak juttatott forrás nagyságrendjét érzékeltetni. Feltételezve egy 300 Mrd Ft-os ágazati árbevételt, azt látjuk, hogy a gazdálkodás egyensúlyban tartásához 150 Mrd Ft-ra volt szükség, azaz a költségek egyharmadára nem volt a díjakban fedezet. És a tavalyi évnek az a sikere, hogy ezt a kormányzat elismerte és elindult ezen költségek beépítése a díjba.

**MB.: Ezekre a kérdéskere később visszatérünk még részletesen, de kanyarodjunk vissza az integrációs programra: mi lehet az első ránézésre hasonló adottságokkal rendelkező szolgáltatók motivációja az eltérő döntésben, azaz abban, hogy csatlakozzanak-e**

**a Nemzeti Vízművekhez avagy sem? Tulajdonosi stratégia vagy egyéb szempontok is meghúzódnak a háttérben?**

**KV.:** Először is rögzíteni szeretném, hogy nem a víziközmű-szolgáltató volt döntési helyzetben. Ez nagyon fontos! Ezt azért is szeretném hangsúlyozni, mert az integrációs folyamat kezdetekor voltak olyan hangok, miszerint a vízművek menedzsmentjeinek kellene kijelölniük a követendő utat, azaz, hogy menjenek-e vagy maradjanak. Valós döntési helyzetben az ellátásért felelős volt, az pedig minden esetben az adott önkormányzat. Nyilvánvaló, hogy vannak különböző önkormányzati döntéshozatali mechanizmusok, vannak különböző jövő tervezési stratégiák az önkormányzatoknál, és azt gondolom, hogy ezek jelentősen befolyásolták az önkormányzati döntéseket.

Lehet olyan önkormányzat is, ahol a vízmű igazgató befolyása az önkormányzati döntésre jelentős. De van olyan is, ahol a polgármester kifejtette, neki fontos, hogy az önkormányzat maradjon az ellátásért felelős.

**MB.: Ha úgy nézzük, hogy az ország területének több, mint felén a Nemzeti Vízművek Zrt., pontosabban egy hozzá tartozó vízmű a szolgáltató, akkor van ennek jelentősége a MaVíz-en belül folyó érdekérvényesítő munkára?**

**KV.:** Úgy érzem, hogy mindenféleképp van jelentősége, és ebből kifolyólag az érdekérvényesítő munkában várható változás a Szövetségben. Érzékeljük azt, hogy az államtitkárság létrejötté óta átalakulóban van az az eszköztár, amivel a MaVíz-nek élnie kell és amivel a jövőt formálhatja. Az államtitkárság létrejöttével kézzel foghatóvá, egyszerűvé vált a kommunikáció, és létrejöttek azok a csatornák, melyek egy hatékony és eredményes együttműködést tesznek lehetővé. Éppen ezért a MaVíz-nek az a korábbi szerepe, hogy az ágazatot előrevívő javaslatokat és kezdeményezéseket dolgozzon ki, az változni kezdett a tavalyi évben. Erre utal, hogy az államtitkárság gondozásában születtek meg a miniszteri rendeletek, melyekről előzőleg a MaVíz-nek nem volt se tudomása, se kézzel fogható munkája a rendeletek megjelenésében. Mindössze annyit tudtunk, hogy formálódik valami. Azt gondolom, hogy az érdekérvényesítő munka helyett egyfajta szakmapolitikai támogató szerep lesz majd az, ami a jövőben meghatározza a munkát a Magyar Víziközmű Szövetségben. A másik dolog, hogy

a Nemzeti Vízművek Zrt., mint tulajdonos, 18 MaVíz tagvállalat fölött gyakorolja a tulajdonosi jogokat, ami azzal jár, hogy a MaVíz-en belüli döntéshozatal is meglehetősen kiegyensúlyozottá válik és sokkal kevésbé fog megjelenni a vélemények, szakmai látásmódok sokszínűsége, például az elnökség munkájában. Ez alapvetően nem probléma, én inkább egy helyzetnek tekintem. Nyilvánvaló, annak a 18 cégnek az együttműködésében már kiforrott javaslatok vagy kiforrott álláspontok kapnak majd képviselői szerepet a MaVíz különböző fórumain. Ehhez viszont meg kell majd találni azokat a különböző működési mechanizmusokat, melyek biztosítják a jövőben is a MaVíz eredményes működését. Tehát el tudom képzelni azt, hogy a találkozási pontok (konferenciák, szakmai napok megrendezése), az ágazatban dolgozók elismerési körülményeinek biztosítása, az utánpótlás nevelés, a csapvíz brand, az ágazat népszerűsítése, a munkaerő vonzása területeken találjuk majd meg azokat a célokat, amelyek teljes ágazati támogatást és egyetértést élveznek, míg bizonyos szakmai kérdésekben sokkal inkább különböző módokon vagy különböző utakon találjuk meg a jövő lehetőségeit. Ennek a változásnak még az elején járunk, de érzékelek egyfajta ilyen hatású elmozdulást az integrációs program megvalósítása kapcsán.

**MB.:** Szintén a legutóbbi interjúnkban arról beszéltél, hogy bár az akkortájt napvilágot látott víziközmű stratégia nem tartalmazta azokat a konkrétumokat, melyeket az ágazat fejlődése és fennmaradása szempontjából kívánatosnak gondoltatok, de ezek a „hiányok” lehetőséget adtak arra, hogy elkészítsétek a szolgáltatók konszenzusán alapuló ágazati programot, mely az újonnan alakuló kormány számára mankóul szolgálhatna a szükséges lépések megtételéhez. Bár a dokumentumot nem találtam, de mintha ez a várakozás bejött volna. Mi is történt?

**KV.:** Nehéz ezt most így ilyen távlatból megítélni, mert azt gondolom, hogy az energiakrízis bekövetkezte volt az, ami átbillentette a víziközmű ágazatot felügyelő minisztériumot a cselekvés oldalára. Emellett napnál is világosabbá vált jó néhány konkrét, országos hírverést kapott víziközmű-szolgáltatással kapcsolatos havária esemény miatt, hogy a helyzettel valamit tenni kell. És mivel 2023-ra minden fontos politikai döntéshozó számára ismertté vált, hogy vagy a költségvetés finanszírozza a hiányzó forrásokat,

vagy új díjmegállapítás szükséges, így nem volt más lehetőség, mint az, hogy a nem lakossági díjakban változás álljon be. Az egy politikai és nem szakmai döntés, hogy a víziközmű-szolgáltatás indokolt költségeit kinek kell finanszíroznia. Most az a döntés született, hogy elsősorban a vállalkozások és a nem lakossági szereplők lesznek a finanszírozók. A MEKH előzetes számai alapján az indokolt költségek fedezete megképződik a 2024-es rendszerben. A konkrét kérdésre visszatérve, az energiakrízissel és a nagyobb haváriákkal az események felgyorsultak és nem volt szükség stratégiai dokumentumra, a tények meggyőzték a döntéshozókat.

**MB.:** Az ágazati program kapcsán arról is beszéltünk annak idején, hogy bár hasonló a negyven szolgáltató célja, de a törvényi viszonyok, tulajdonosi háttér, egyéb szempontok miatt van széthúzás is bőven. Hogyan látod az egységességet, melyre bizonyosan szükség lesz a mostani új helyzetben is.

**KV.:** Azt gondolom, hogy a céljaink továbbra is azonosak, minden ágazati szereplő egy jobban működő víziközmű ágazatot szeretne. A jobban működő alatt azt értjük, hogy üzembiztosabban, hatékonyabban, magasabb színvonalon és a megbecsültség fennállása mellett szeretnénk dolgozni. Megbecsültség alatt értem az ágazatban dolgozó emberek belső és külső megbecsültségét, de értem külső nézőpontból a társadalom elismerését is a víziközmű-szolgáltatás iránt. Egy ilyen világot szeretnénk tehát, és ebben a munkában 2013-tól gyakorlatilag folyamatos negatív hatások érvényesültek, folyamatossá vált a túlélésért való küzdelem. Az energiaügyi miniszter két új rendelete kapcsán ennek hála Istennek, vége. Én úgy fogalmaznék, elértünk a gödör aljára és most elindulhatunk felfelé. Ezt pedig arra alapozom, hogy a víziközmű-szolgáltatásért felelős államtitkár elmondása alapján és a MEKH számai alapján is az látszik, hogy az indokolt költségek fedezetének meg kell képződnie a vízmű cégeknél. Tudom azt, hogy a rendeletben megjelenő számok logikája nem ismert a szakemberek előtt és nem tudjuk, hogy ezek hogyan jöttek ki, de biztos vagyok abban, hogy ez a többlet forrás előmozdítja ezeket a célokat. És ha ezek a célok így megnyilvánulnak, akkor az egység is biztosított lesz. A víziközmű ágazatban dolgozó szakemberek szempontjából teljesen mindegy, hogy milyen

tulajdonú vállalatnál dolgoznak, mert nekik a szakmájuk az első. És a szakmabelieknek jó érzés kapcsolódnia a szakmabelikehez, és jó érzés a közös hivatásuk ügyeit előre mozdítani.

**MB.:** Téged olyan embernek ismerlek, akinél a lépéseknek van egy gondolati fonala és célja. Mi az a stratégia, stratégiai irány, mely felé haladunk? Egyáltalán, hol állunk most a teljes folyamatot tekintve?

**KV.:** Ahogy egy korábbi kérdésnél is érintettük, a MaVíz stratégiai céljaiban az érdekérvényesítéssel kapcsolatos gondolatköröket át kell fogalmaznunk és újra kell gondolnunk. Én azt várom, hogy amint letisztulnak az első két negyedévben a fenntartási alapokkal és az új finanszírozási rendszerrel kapcsolatos kérdéskörök, akkor el lehet kezdeni gondolkodni azon, hogy a MaVíz ebben az új rendszerben hogyan tudja lehatékonyabban a szakmai álláspontot képviselni, hogyan tudja ezt a 20.000 embert és a vízipari tagvállalatok munkatársait a megfelelő irányba terelni. Ebből az következik számomra, hogy a MaVíz hosszú távú stratégiája főülvizsgálatra szorul. A források növekedése a hazai vízipari szereplőknek is egy új helyzetet teremtett és így a hazai vízipari szereplők is meg fogják érezni azt a pozitív hatást, amely a többletmunkában, többlet értékesítésekben megjelenik. A MaVíz-nek nyitottnak kell lennie arra, hogy ne üzemeltető párti, vagy ne csak üzemeltető központúan gondolkodjon az ágazati kérdésekről, hanem a vízipar szempontjait a korábbinál nagyobb mértékben integrálja a szakmai állásfoglalásaiba.

Azt gondolom, nagyon jó, hogy túl vagyunk az első lépésen, azaz a megnövekedett árbevétel megérkezik a cégekhez. Ennek és a fenntartási alapból származó forrásoknak köszönhetően olyan értékteremtő munka indul meg, amihez a vízipari kapacitások meglete nélkülözhetetlen. És azt is gondolom, az a helyes, ha ennek megfelelően a vízipar erősebb szerepvállalásával gondoljuk át újra a stratégiát és ezt év végére, jövő év elejére meg is alkotjuk. Ezért lesz pl. az is, hogy terveink szerint a májusi közgyűlésen alapszabályt módosítunk, mely alapján növekedni fog a vízipar szerepe az elnökségben. Azt is el tudom képzelni, hogy a MaVíz egy „háttérintézményi funkció” felé mozdul majd el, és így a minisztériumnak lesz egy olyan független támasza, ahol a szakmai műhelymunka hatékonyan folyhat.

**MB.:** Ha lehetne egy olyan listát készíteni, hogy mi volt az ágazat, a MaVíz részről az öt legfőbb elvárás a kormányzat irányába, és ezekből mi valósult meg, akkor ez hogyan nézne ki?

**KV.:** Emlékszem, hogy régen több ajánlásunk, vagy elvárásunk volt, nagyon sok szegmens felől meg tudtuk ezt a kérdést közelíteni, az elvárásainkat megfogalmazni. Aztán az idő előrehaladtával eljutottunk oda, hogy nekünk már csak egyetlen egy kérdésünk van, mégpedig az, hogy az indokolt költségeink fedezete rendelkezésre álljon. Már az sem számított, hogy az indokolt költségek fedezete díjbevételekből, állami támogatásból vagy lottó nyereményből származik, csak legyen meg. Legyen meg az indokolt költségek fedezete, mert ez magában hordozza a dolgozóink megbecsülésének lehetőségét, magában hordozza az üzembiztonság és az üzletfolytonosság fenntartásának lehetőségét. Emiatt én nem is bolygatnám a múltat, hogy mi volt jó ötlet és mi nem. Az államtitkárság megalakulásával több olyan beszélgetést is folytathattunk felelős kormányzati vezetőkkel, ahol az illetékesek elmagyarázták, hogy melyik döntés vagy javaslat miért nem volt elfogadható a Kormány számára. Ezzel már nem is a mi tisztünk foglalkozni, ezt intézi a minisztérium. A vízműveseknek a legfontosabb, hogy az indokolt költségek fedezete mindenkor rendelkezésre álljon.

**MB.:** Azt a részét értem teljesen, hogy van az üzemeltetői igény, amire, ha politikai szinten megszületik a válasz, akkor már nem a megvalósulás módja a lényeges kérdés. A lényeg, hogy az igény és a válasz összetalálkozzon. De a kérdésem mögött az is meghúzódott, hogy ezzel akkor a MaVíz, az ágazat elért mindent, amit szeretett volna, vagy látjátok még azt a következő néhány dolgot, amit még egyenesbe kell tenni és ami a következő lépcső lenne?

**KV.:** Azt gondolom, hogy a 2024-es év az az év, ami kialakítja az indokolt költségek rendelkezésre állásának gyakorlatát és azt, hogy ennek folyamán hogyan újulhat meg szisztematikusan a víziközmű rendszer. Nekem nagyon tetszik az a motiváció kialakítása, hogy a „vízművek ne a pontszerű hibaelhárításban legyenek érdekelték, hanem abban, hogy minél több hálózati és víziközmű elem megújuljon”. Ez a nézőpont azt jelenti, ha egy utcába gyakran járunk csőtörést javítani, akkor legyen meg a vízműnél az eszköz, a forrás és lehetőség arra, hogy az egész utcában kicserélje a hálózatot és ezáltal csökkenjen a hálózati

veszteség, nőjön az üzembiztonság, javuljon a hatékonyság és ezáltal a következő időszakban kisebb önköltséggel tudjon majd üzemelni, ami újabb lehetőségeket teremt a hálózat további rekonstrukciójára. Azt várom, hogy a 2024-es évben ennek a gyakorlata kialakul, elhagyjuk a gödör alját és a 2025-ös évben akár egy lakossági díjegyességgel vagy díjkorrekcióval újabb lendületet kap ez a folyamat. Akkor már egy kiforrott, begyakorlott üzletmenet szerint tudják majd a cégek a víziközműves infrastruktúrát megújítani. Ha jól emlékszem államtitkár úr mondta egy riportban, hogy talán 26 év kellene ahhoz, hogy a 2024-es ütemben a hálózatot megújítsuk. Ez nyilván egy nagyon nagy szám és nagyon hosszú idő. Az ÁSZ jelentéséből tudjuk azt is pl., hogy 3200 mrd Ft a 15 éves GFT főösszege, tehát látható, hogy évi 200 mrd Ft feletti összegre lenne szükség ahhoz, hogy ezt a lemaradást ledolgozzuk. Jogos elvárás, hogy a költségvetés minél kevésbé vállaljon szerepet ezen hálózati szakaszok megújításában, ami azt jelenti, hogy a díjrendszer tartogathat még további olyan változásokat, melyekkel ez az ütem gyorsítható. Én alapvetően azt várom és azt szeretném, hogy a 2024-es év egy abszolút fordulópont legyen. Legalább akkora ráhatásra van a két rendeletnek a 2024-es évről, mint amilyen a víziközmű törvény megjelenése volt az azt követő évekre. Azt remélem, hogy a történelemben úgy vonul be ez az év, hogy ez volt a gödör alja és innen már csak felfelé megyünk.

**MB.:** 2013 óta vár az ágazat arra, hogy valamilyen módon a szolgáltatás díjai emelkedhessenek. Tíz év után a politika elérkezettnek látta az időt és beavatkozott olyan módon, hogy a nem lakossági vízdíjat egységessé tette az országban és bizonyos szolgáltatókat a többlet bevételeik után befizetésre kötelezett, míg másoknak ezekből a többlet befizetésekből kompenzációt ad, míg emellett minden cég számára meghatározta, hogy mekkora összeget kell a víziközmű fenntartására fordítani. Ezzel kapcsolatban több kérdésem is lesz. Az első rögtön: bizonyosan vannak számítások, hogy ez a díjrendezés mennyiben fedezi a szektor szolgáltatással összefüggő forrásigényét?

**KV.:** Előttém nem ismertek ezek a számítások, melyek alapján akár a díjak, akár a befizetési, akár a kompenzációs összegek meghatározásra kerültek. De egy kis számítással talán közelebb

jutunk: ha tavaly 300 mrd Ft jött be az ágazatba díjbevételekből, és emellé tette a Kormány a 150 mrd Ft-ot annak érdekében, hogy a jogos költségek fedezete meglegyen, akkor a tavalyi év egy 450 mrd Ft-os igényt mutat. Nyilván inflációval, egyéb hatásokkal ez már akár 500 mrd Ft is lehet 2024-re. Tudjuk, hogy 80 mrd Ft-ot tesz bele a Kormány Víziközmű-fejlesztési és Ellentételezési Alapba, melyből támogatja azokat a vízműveket, ahol az indokolt költségek fedezete nem teremődik meg a díjmelés után sem. Azt mondhatjuk tehát, hogy mintegy 120 mrd Ft-os többlet bevétel jöhet össze a nem lakossági díjak és az alapdíjak emeléséből.

**MB.:** És akkor az a forrástömeg a mostani meglátásokat szerint elég a szolgáltatás forrásigényének fedezésére?

**KV.:** Ez elegendő arra, hogy elinduljunk, hogy kialakuljanak azok a gyakorlatok, melyekkel felelősen és jó gazda módjára tudnak a vízművek úgy gazdálkodni, hogy a vagyonmegújítási folyamat megkezdődhessen.

Ki kell emelni, hogy nagyon fontos volt, hogy a MEKH értelmező mondatai kijöjjenek a szakma által összeszedett kérdésekre. Eleinte ugyanis nagy volt a bizonytalanság, hogy hogyan is kell értelmezni az új jogszabályokat. A MaVíz-nek nagy szerepe volt abban, hogy összeszedje, tematizálja és csoportosítsa a kérdéseket és így csomagban, korrekt szakmai megfogalmazással adja át a Hivatalnak. A válasz sokáig nem is váratott magára. A közös értelmezéshez a MaVíz biztosított felületet. Ezután már a cégek meg tudják alkotni a saját szabályzataikat, majd év végén elszámolnak. Az is fontos, hogy az el nem költött pénzek átvihetők a következő évre, tehát forrás nem vész el.

**MB.:** A következő kérdés, hogy olvasva a jogszabályt, én nem találok benne azt a részt, ami elmagyarázná, hogy milyen algoritmus alapján történik a befizetési kötelezettség és a kompenzációs hányad megállapítása. Tudsz segíteni ennek megértésében?

**KV.:** Előttünk sem ismert az algoritmus. Azt tudjuk, hogy a MEKH a meglévő adottságok és a nála lévő adatok elemzéséből határozta meg a jogszabályokba bekerülő számokat. Nem szívárgott ki arról sem információ, hogy Víziközmű-fejlesztési és Ellentételezési Alappal kapcsolatos jogszabály milyen kötelezettséget ró ránk. Az ezzel kapcsolatos kérdéseket, ahogyan korábban utaltam rá, sikerült tisztázni. És látszik az a szándék is, hogy szükség esetén

a számok módosítása megtörténjen. Ez jelenleg elég ahhoz, hogy elinduljon valami, hogy elinduljunk. Most ez a fontos, erre kell fókuszálni. Ebben az új helyzetben lesz feladata bőven minden szolgáltatónak. De ezek kedves feladatok, mert ahogyan korábban is mondtam, a gödörből való kilábalás tervezhető feladatai ezek.

**MB.:** A rekonstrukcióra visszatérve fontos szempontnak látom, hogy ez a feladat minden szolgáltatót és minden rendszert érint. Olyan feladat ez, amellyel még nem kellett az ágazatnak, sem az országnak szembenéznie. Mert bár igaz, hogy voltak, vannak rekonstrukciók, de eddig azért a fejlesztés volt előtérben. Most viszont eljutottunk oda, hogy gyakorlatilag a teljes rendszert majdnem egyszerre kellene cserélni, annak érdekében, hogy a szolgáltatás folytonos lehessen, ami ugye lehetetlen. Ha időben kezdi meg ezt az ország, akkor még lehetett volna minimális kockázat mellett ütemezni. Ma már nem igen lehet. Hogyan látja ezt, van-e ezzel kapcsolatos stratégiája az Államtitkárságnak?

**KV.:** Ezt a megfogalmazást nagyon erős túlzásnak tartom. Nem gondolom, hogy most egyszerre kellene mindent rekonstrukció alá vonni. Nézzük pl. a szennyvíz ágazatot, azt talán könnyebb áttekinteni. Ott a csőhálózat életkora, a művek életkora alapján ilyen általános vészhelyzetről nem beszélhetünk. A vízhálózatnál, ha jól emlékszem, akkor 40% körül van „csak” az azbesztcement csövek aránya az országban, tehát nem 90%, nem időzített bomba. Vannak természetesen neuralgikus szakaszok, neuralgikus művek. Ezekkel minden üzemeltető tisztában van, tudják, hogy melyek a legkockázatosabb helyek. Úgy vélem, hogy az új rendszerben egy két-három éves ütemezéssel elérhető az, hogy a leginkább kockázatot jelentő pontok üzembiztonsága lényegesen javuljon. Azt várom, hogy ez a fenntartási alap mintájára történő hálózat megújítási ütem vagy program erősödik a jövőben. Lehet, hogy ehhez a lakosság díjak egységesítésén keresztül vezet az út, vagy az ország kap olyan úniós forrásokat, melyek a víziközmű rendszer megújításába becsatornázhatóak. Mindenki döntse el, hogy melyiknek mennyi esélyt ad. Ha visszatekerjük az időt egy évvel, annak sem adtunk volna sok esélyt, hogy a nem lakossági díjak megállapítása megtörténjen és ilyen mértékű új forrás érkezik. Ebből tehát az következik, hogy a folyamat elindult és előtérbe kerül az, hogy a szakemberek melyik víziközmű elemet tekintik

a legkockázatosabbnak. Azt gondolom, hogy ezen a területen megint csak jól fogunk állni és szépen ütemezetten ezek a kockázatok kezelhetők lesznek.

**MB.:** Két kérdés is felmerül ennek kapcsán. Az egyik az, amit említettél is, hogy lakossági díjak egységesítése várható. Azt gondoltam, mert félévkor a víziközmű konferencián erről volt még szó, hogy a lakossági díjak egységesítése történik meg év végével, aztán arra ébredtünk, hogy a nem lakossági fogyasztók díjegységesítése történt meg. De akkor ezek szerint nem került le napirendről, hogy a lakossági szektorban is egy hasonló egységesítés történjék? Ez tűnik a jövő útjának?

**KV.:** A nyáron sok oldalról körül jártuk a kérdést, a nyilvánosság előtt is. A MaVíz-es kommunikációban is váltottunk arra, hogy nem m<sup>3</sup>-ekben beszélünk, hanem litereket mondunk. Ez közelebb áll a felhasználókhöz és könnyebb megérteni. Az pl. könnyen érthető, hogy egy ember napi 100 literes vízigénye lakossági átlagáron 30 Ft-ba kerül, 10 napra 300 Ft. Ez pedig egy fél gombóc fagy ár, 10 naponta! Ez a fajta víztérték kommunikáció a nyáron megkezdődött és azt gondolom, aki komolyabban belegondol ennek a hatásaiba és abba, hogy a víz egy véges rendelkezésre állású természeti kincsünk, az elég gyorsan meg fogja érteni, hogy a lakossági víz díjában is előbb-utóbb meg kell jelennie ennek az értéknek. Az egy logikus lépésnek tűnik, hogy az áram- és gáz tarifa rendszerhez hasonló alakuljon majd ki a víz- és csatornadíjak kapcsán is. Látható, hogy a Kormány bátran meg tudta lépni a nem lakossági díjak egységesítését úgy, hogy ott is ilyen jelentős különbségek voltak. Majdnem ezer féle volt a díjak sokszínűsége, és csak néhány település lett, ahol díjsökkenés állt be. Én ezért abszolút látok arra esélyt és lehetőséget, hogy ez az egységes vízről való gondolkodás irányába tett következő lépés legyen majd valamikor a jövőben. Ha ez bekövetkezik, akkor az új díjrendszernek természetesen igazságosnak és méltányosnak kell lennie, de úgy gondolom, hogy erre minden esély meg is van.

**MB.:** És a MaVíz szakmailag támogatja ezt az irányt, vagy azt mondja, hogy politikai jellegű megoldás a forrásigények fedezése, ezért nem kíván ebben állást foglalni?

**KV.:** Számomra a legfontosabb, hogy az indokolt költségek fedezete a bevétel oldalon megképződjön. Hogy ez díjakból, tá-

mogatásokból, vagy miből képződik meg, ez már annak a döntése, aki a szabályozási környezetet formálja. Tavaly az év második felében olyan döntés született, hogy az indokolt költségek hiányzó részének nagyobbik hányadát a nemlakossági szektor fizesse meg. Amikor ezt a kérdést majd felülvizsgálják, akkor majd eldöntik, hogy mi és hogyan legyen. Azzal én egyet tudok érteni, hogy méltányosnak és igazságosnak kell lennie a rendszernek. De hogy szolidaritási vagy díjkiegyenlítési szempontból mekkora egységet nézzünk, egy falut, egy járást, egy megyét, egy víziközmű szolgáltatót vagy az egész országot, ez megint nem szakmai kérdés, hanem a felelős döntéshozók szabad akaratán múlik. A lényeg, hogy a nap végére az indokolt költségek fedezete meglegyen.

**MB.:** A másik kérdés, hogy most az a jövőkép látszik, és Te is ezt mondtad, hogy egyfajta rekonstrukció növekedés indul. Vízipar oldalán látható-e a kielégítő szakmai kapacitás ezeknek a véghezvitelére? Mert, ha valamekkora részt vállal is belőle az üzemeltető, azért jelentős szerep hárul majd a vízipari szereplőkre.

**KV.:** Konzultálva a vízipari szereplőkkel azt látom, hogy nagyon nagy várakozásaik vannak. Az utóbbi években többször is nagyon kedvezőtlen piaci tendenciák alakultak ki, mert minden másra kellett a pénz. Az elmaradás sok, de azt gondolom, gyorsan vissza fognak épülni a kapacitások. Hogy ez mekkora zökkenőkkel jár majd, azt most még nem látni, de a hazai vízipar hozzáállása, kompetenciái és kapacitásai alapján azt mondom, meg fognak birkózni a feladatokkal.

**MB.:** Minden interjúban végig szoktuk nézni az ágazatot jellemző legfőbb mutatókat. Melyek most ezek és mit mutatnak?

**KV.:** Az egyik biztosan a hibastatisztika, mint ahogyan minden évben. Itt fontos, hogy egy 5-10 éves intervallumot nézzünk, mert ez nem egyik évről a másikra mutat megbízható tendenciát. Ha így tekintjük, akkor azt lehet mondani, hogy a hibaszámok gyakorisága alátámasztja a magas rekonstrukciós igényt és azt a célt, hogy ezen tendencia megfordításáért tennünk kell.

A bérek kérdése a másik nagyon fontos statisztika. Itt friss adataim nincsenek, de azt láthatjuk, hogy a tavalyi év rendkívül nagy reálbér veszteséggel járt az ágazatban. A vízművek az energiakrizis mellett nem tudták tartani a bérvetést, és azt gondolom, hogy a nemzetgazdasági átlagtól történő lemaradásunk növe-

kedett a 2023-as évben. Azt várom és azt kívánom magunknak, hogy a 2024-es év, ahogyan a rekonstrukciók esetén elindít egy felzárkózást, úgy a nemzetgazdasági átlaghoz való felzárkózás területén is induljon el valami és belátható időn belül hagyjuk el a nemzetgazdasági átlagot. Meggyőződésem, hogy a vízműves fizetéseknek nemzetgazdasági átlag felett kell lenniük egy jól működő országban, egy víziközmű szolgáltatást megbecsülő országban. Eddig az új ember felvételének a fedezete nem volt meg; még akkor sem, ha lett volna megfelelő jelölt. Most már más a helyzet: ki lehet lépni a munkaerő piacra, fel lehet venni az új munkaerőt, viszont ő csak akkor jön, ha megkapja azt a versenyképes bért, amire ő számít. Ezért is mondtam azt, hogy a rekonstrukciós mélypont után a megbecsültségi mélypontot is mihamarabb magunk mögött kell hagyni, amihez a bérek megfelelő mértékű emelésére van szükség.

**MB.: Nézzünk most egy kicsit előre. Mit vársz az elkövetkező évtől? Mivel lennél elégedett, ha hol tartana az ágazat egy év múlva?**

**KV.:** Akkor lennék elégedett, ha a rekonstrukciós munkák megvalósításának eredménye már látszódná az energiahatékonyságban, a hibastatisztika javulásában. A cégek működését illetően akkor lennék elégedett, ha látnám az ágazati reálbérek emelkedését és azt, hogy egyre több ember érzi: jó az ágazatban dolgozni, látja szakmai fejlődésének lehetőségét, megszűnnek a toborzási problémák és továbbra is egy jó és erős hivatástudattal rendelkező közösségként tudunk az ország rendelkezésére állni eme létfontosságú infrastruktúra működtetésében.

**MB.:** Hát ezek eléggé ambiciózus várakozások, adja Isten, hogy így legyen.

# Jövőbiztos hidraulika, kiváló hatékonyság

Grundfos SP6" búvárszivattyú

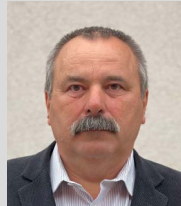


[www.grundfos.hu](http://www.grundfos.hu)

**GRUNDFOS** 



**KOVÁCS TIBOR**  
Soproni Vízmű Zrt.  
üzemmérnökség  
vezető



**MÉSZÁROS IMRE**  
Soproni Vízmű Zrt.  
szennyvíztisztító  
telep vezető



**VARGA ÁKOS**  
Soproni Vízmű Zrt.  
műszaki igazgató

[kovacs.tibor@sopronivizmu.hu](mailto:kovacs.tibor@sopronivizmu.hu)  
[meszaros.imre@sopronivizmu.hu](mailto:meszaros.imre@sopronivizmu.hu)  
[varga.akos@sopronivizmu.hu](mailto:varga.akos@sopronivizmu.hu)

**KIVONAT:** Belső és külső motivációk hatására a soproni szennyvíztisztító telep fejlesztése során olyan műszaki színvonalat sikerült elérni megfelelő irányítástechnika és távfelügyelet mellett, hogy lehetővé vált a telep személyes jelenlét nélküli üzemeltetése.

Visszatekintünk a személyes jelenlét nélküli üzemeltetéshez vezető útra, és megosztjuk tapasztalatainkat a magára hagyott üzemeltetés több mint 12 évéről.

**KULCSSZAVAK:** beruházások, döntések, irányítástechnika, kezelői létszám, ütemezés, személyes jelenlét nélkül

## SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

# Tizenkét éve személyes jelenlét nélkül üzemel a Soproni Szennyvíztisztító Telep

## I. ELŐZMÉNYEK

### A SZEMÉLYES JELENLÉT NÉLKÜLI ÜZEM, MINT ELÉRENDŐ CÉL MEGFOGALMAZÁSA.

A soproni szennyvíztisztító telepi technológia a 90-es évek végére egyértelműen fejlesztésre, rekonstrukcióra szorult. A környezeti előírásokat a telep nem tudta tartani, elkerülhetlenné vált a térség szennyvízelvezetésének és szennyvíztisztításának fejlesztése.

Több, a fejlesztéseket előkészítő tanulmány, vizsgálat készült, ami kiterjedt a szennyvíztisztító telep fejlesztésén túl a szennyvízelvezetés anomáliáira, a csapadék terhelésekre, infiltrációkra, csatornahálózatra, a szennyvíz jövőbeni mennyiségi, minőségi változásainak elemzésére, a demográfia, ipar, kereskedelem várható változásainak figyelembevételével. Nagyon fontosak voltak azok a külföldi tanulmányutakon szerzett tapasztalatok, melyek szerint láttuk, hogy a hasonló nagyságú szennyvíztisztító telepek képesek automatán, magára hagyva üzemelni.

Az előkészítő tervezések 1995-2002 között történtek, a tender tervek 2002-2004 között készültek el.

## II. SOPRONI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP FEJLESZTÉSE

### A SZEMÉLYES JELENLÉT NÉLKÜLI ÜZEM MEGVALÓSÍTÁSA A BERUHÁZÁS SORÁN.

A kivitelezési munkák 2004-2008 között zajlottak.

### ÜZEMELTETÉS

#### Tanulás.

Rögzíthetjük, hogy a beruházás során sikerült megvalósítani azokat a műszaki elképzeléseket, melyeket a beruházás előtt kitűztünk. Feltettük magunknak a kérdést, hogy így tudjuk-e ma-

gára hagyottan üzemeltetni a telepet? Válasz akkor még az volt, hogy nem, mert meg kellett ismernünk, tanulnunk az új telepet.

Az üzemeltetési létszám folyamatos vizsgálata mellett a kiépült technológia megismerése, beállításainak „hangolása”, majd „finom hangolása” sok új feladatot adott. Röviden összefoglalva, az üzemeltetői rutint meg kellett szerezni, meg kellett tanulni üzemeltetni az új telepet. Ennek egyik igen fontos része volt az irányítástechnika, a felügyeleti rendszer (VISION) biztos kezelése.

### A SZEMÉLYES JELENLÉT NÉLKÜLI ÜZEM LÉTSZÁMKÉRDÉSEI

#### Létszámcsökkentés.

- Beruházás során elérni kívánt munkarend, cél kitűzése. 7 napos munkarend (nappalos 8 órás munkaidőben, konkrét létszám akkor még nem fogalmazódott meg).
- Beruházás előtt és beruházás alatt, munkarend és létszám. 5 fő/12 órás folyamatos műszak (24 óra minden nap), azaz 20 fő folyamatos + 4 fő nappalos + 4 fő lakatos, összesen 28 fő létszám. Feladatok alapvetően üzemeltetés, ez kiegészítve napi karbantartással, kisebb gépészeti javításokkal (szivattyú, egyéb gépek javítása nem).
- Beruházás után pontosított munkarend, pontosított cél. 5 napos munkarend (8 órás munka), hétvégén és ünnepnapokon nincs kezelő. Csak üzemeltetési feladatok ellátása, napi karbantartási munka („olajozás, zsírozás”), lakatos létszám nincs a telepen.
- Magára hagyás ütemezett elérése, munkarend és létszám 2009-2012

#### Főbb lépések:

- Folyamatos műszak létszámának csökkentése, majd megszüntetése (2009).
- Nyújtott idejű, 7 napos, nappalos munkarend, éjszaka 1 fő szakfelügyelettel (2010).

- o Nyújtott idejű, 7 napos, nappalos munkarend, éjszaka nincs létszám.
- o Magára hagyottan üzemel a telep (2011).
- o Normál 8 órás idejű, 5 napos, nappalos munkarend, 10 fő (2012).

2008 év végétől a folyamatos műszak megszüntetését követően minden évben meghatározásra került az adott évre vonatkozó munkarend, illetve az ehhez tartozó létszám elképzelés. Fokozatosan, rugalmasan történt meg az átalakítás (nyugdíjba vonulók, lemorzsolódók nem pótlása, előnyugdíjazás, áthelyezésekre nyitottság). Társaságunk senkinek sem mondott fel.

Külön meg kell említenünk a létszámszűkítéssel, 1 fős jelenléttel felvetődő munkavédelmi kérdéseket. Ki kellett alakítani a munkavédelmi szempontoknak megfelelő munkavégzés szabályait.

Szükség volt szemléletváltásra, ami nem csak létszámkérdéseket érintett, hanem a műszaki lehetőségek kihasználását is magával hozta. Szakszervizek megjelenése, alkatrész beszerzés piaci viszonyai nyitottá váltak, külső vállalkozók alkalmazása. Fokozatosan fel kellett építeni, ki kellett alakítani kapcsolatrendszerrel a vállalkozókkal, a technológiai egységeket gyártó, forgalmazó cégekkel.



1. kép: Soproni Szennyvíztisztító Telep  
(fotó: Mészáros Imre)

### A SZEMÉLYES JELENLÉT NÉLKÜLI ÜZEM MŰSZAKI KÉRDÉSEI

Az elsőszámú cél illetve feladat megtartása nem volt kérdés, mégpedig az, hogy a tisztított szennyvíz minősége nem romolhat (előírt határértékek betartása).

A beruházás lezárásakor már személyes jelenlét nélkül is tudott üzemelni a teljes technológia, de az eredeti elképzeléseket a gyakorlat felülírta. Láthatóvá vált, hogy kiegészítő beruházásokra lesz szükség.

Új cél, hogy hétvégén (akár hosszú hétvégén is) magára hagyottan üzemeljen a telep.

### SZENNYVÍZTISZTÍTÁS TECHNOLÓGIA

#### • Csapadékos időszak terhelés

Fontos, hogy a telep alkalmas legyen a többletterhelés fogadására. A szétválasztott csatornahálózat ellenére az érkező szennyvíz csapadék események idején csapadékkal terhelt, így jelentős lökészerű terhelést is kaphat a telep. A fogadó rendszert, a közbelső szabályzó zsilipeket úgy kellett beállítani, hogy az előntés veszélyét és a biológia hidraulikai túlterhelését kezelő jelenléte nélkül is kizárjuk. Ehhez rendelkezésünkre áll két záportározó medence 6 000 m<sup>3</sup> térfogattal. Az intenzív csapadékkal terhelt kezdeti időszakra jellemző megnövekedett kavics, homok és rácsméret többlet terhelést a technológia kezelni tudja.

#### • Biológiai fölös iszap elvétele

Csak kezelő jelenlétében történjen. Mivel hasonló gyakorlattal még nem találkoztunk, ki kellett tapasztalni a technológia rugalmasságát. A rendszer lehetővé teszi akár több napra is az iszapelvétele leállítását. A levegőztető medencékben az iszapkoncentráció emelkedésére természetesen számítani kell.

#### • Iszap kezelés technológia

Az iszapsűrítő és víztelenítő gépek üzemét kezelői jelenléthez kötöttük. Egyes technológiai elemek automata üzemeről lemondunk, annak ellenére, hogy tudja azt a rendszer. A 8 órás munkaidő miatt a gépi sűrítők és víztelenítő centrifugák tényleges üzemórája jelentősen lecsökkent, azaz megnőtt a gépek teljesítményigénye. A meglévő sűrítő kapacitást növelni kellett, melyet kiegészítő beruházásban kezeltünk. Az iszapvíztelenítő centrifugák kapacitása elégséges volt, azokhoz nem kellett nyúlni.



2. kép: tisztítás technológia  
(fotó: Mészáros Imre)



3. kép: új iszapsűrítők  
(fotó: Hajdú László)



4. kép: iszapvíztelenítő centrifugák  
(fotó: Hajdú László)

### • Komposztálás

A komposztálási technológiát kezelői jelenléthez nem kötöttük, magára hagyása nem okoz gondot. A zárt, cellás komposztálás automatikus, egy irányítástechnikai rendszer működteti. A kezdeti, alapbeállítások után csak eseti finomítások váltak szükségessé. Más okok miatt a cellás technológiát kiváltottuk az irányított prizmás komposztálásra. Itt nincs automatika, nincs irányítástechnika. A folyamat szabályzásának egyik módja az átkeverés. A komposztálási technológiai folyamatok eltolhatóak, ütemezhetőek, tehát munkanapon kezelői jelenlét alatt elvégezhetőek.

### • Biogáz vonal, gázmotor

Nem igényelnek kezelői jelenlétet. A biogáz vonalba beépített biztonsági elemek jól működnek. Gázmotor jól szabályozott automata rendszer.



5. kép: gázmotor (fotó: Hajdú László)

### • Távfelügyelet

A személyes jelenlét nélküli üzem nélkülözhetetlen része a jól működő távfelügyelet. Társaságunk központi diszpécser 24 órában felügyeli a technológiát, szükség esetén intézkedik. A diszpécser szolgálatnak, mely a teljes vízműves rendszert felügyeli (vízellátó és szennyvíz elvezető rendszerek) külön kihívás volt az új szennyvíztisztító telep üzemének, szükséges beavatkozásokhoz tartozó intézkedések megtanulása. Ez több helyszíni egyeztetésen, bejáráson és oktatáson keresztül valósult meg. A diszpécser szolgálat munkájának könnyítésére összeállításra került egy rendkívül szűk lista, mely a hibák esetén megteendő

azonnali intézkedéseket tartalmazza. A rendszer ellenőrzése érdekében két telepi kollégának is biztosítottunk otthoni távfelügyeleti hozzáférést, beavatkozási jogosultsággal.



6.,7. kép: üzemirányító, térfelügyelő rendszer (fotó: Mészáros Imre)

### KIEGÉSZÍTŐ BERUHÁZÁSOK, EGYÉB INTÉZKEDÉSEK

A magunk számára megfogalmazott, kitűzött, és elérni kívánt cél megvalósíthatósága érdekében kiegészítő beruházásokra volt szükség.

- Növelnünk kellett a rothasztott iszap tárolási kapacitását. A meglévő 520 m<sup>3</sup>-es tározó mellé építettünk egy 300 m<sup>3</sup>-es medencét.
- Iszapsűrítő gép kapacitásunkat bővítettük. 2 db Aldrum Mega dobsűrítő és kapcsolódó beruházás került kiépítésre.
- Irányítástechnikai rendszer beállítása. A munkanapokra és magára hagyott üzemre vonatkozó rendszerbeállítások, programozások elkészítése. A szükséges beállítási és beavatkozási lehetőségek biztosítása.

- Vagyonvédelem. Kiépítésre került egy riasztó, térfelügyelő kamera rendszer. A riasztásokat szakcég kezeli.
- Tudatos környezetvédelmi kommunikáció. Kiépült a látogatók fogadásra szolgáló kis parkrész.
- Új kerítés és védőfásor kialakítás. A telep kerítése 1970-ben épült, cserére érett, mint a körül határoló fásor is. Kiváltásuk megtörtént.
- Hatósági kapcsolatok. Külön egyeztetések, helyszíni bejárások a helyi katasztrófavédelmi szervezettel (bejutás, kapcsolatok, „gázfáklya üzemnél” nincs gond, ...).

## III. A SZEMÉLYES JELENLÉT NÉLKÜLI ÜZEMELTETÉS TAPASZTALATAI

A szennyvíztisztító telepi fejlesztést követően elvégzésre kerültek azok a kiegészítő beruházások, melyek szükségesek voltak ahhoz, hogy az új munkarendre történő átállás elvégezhető legyen. Az üzemeltetői szemléletváltás nem volt egyszerű, azonban a tapasztalatunk minden tekintetben pozitív. Megfelelően képzett (több éves tapasztalattal rendelkező) üzemeltetői létszám biztosítása szükséges.

A szennyvíztisztító telep magára hagyottan üzemeltethető. Nem volt olyan hiba, esemény az elmúlt 12 év alatt, melyet a rendszer ne tudott volna kezelni. Ki kell emelni, hogy a technológiának alkalmasnak kell lennie és rendelkeznie kell annyi kapacitással, tároló térfogatokkal, hogy munkanapokon (kezelői jelenléthez kötött munkaidőben) elvégezhetőek legyenek (pl. betárolt iszapok kezelése, ...) a személyes jelenléthez kötött munkafolyamatok.

Nagyon fontos a külső partnerekkel folytatott jó munkakapcsolat, számíthatunk rájuk.

A komplett rendszer és technológiai elemek folyamatos karbantartását biztosítani kell. A rekonstrukciós munkákat el kell végezni, illetve a fejlesztéseket az előkészítő munkákat követően meg kell valósítani.

Ki kell használni a technológiában lévő lehetőségeket, meg kell felenni a mindenkori környezetvédelmi előírásoknak.

Sűrítőgép kapacitásunk bővítése érdekében 2 db Aldrum Mega dobsűrítő és kapcsolódó beruházás került kiépítésre. A telep kerítése 1970-ben épült, cserére érett. Mint a körül határoló fásor

is. Kiváltásuk megtörtént. A telepet látogató csoportok száma igencsak megnövekedett, így fogadóteret és parkot alakítottunk ki.

## ÖSSZEGZÉS

A Soproni Szennyvíztisztító Telep személyes jelenlét nélküli üzemeltetése nem csak egy egyszerű döntés meghozatala volt. A konkrét cél menet közbeni pontosítása hozzá tartozott a folyamathoz. Megvalósítása több lépcsőben előkészített, átgondolt és ütemezett bevezetés mellett volt lehetséges.

Vízű Panoráma / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja

Kiadja a **Magyar Víziközmű Szövetség**

Felelős kiadó: **Nagy Edit** / Főszerkesztő: **Márialigeti Bence**

Szerkesztő Bizottság elnöke: **dr. Patziger Miklós**

Szerkesztő Bizottság tagjai: **dr. Bíró Tibor, dr. Dombay Gábor, dr. Hős Csaba, dr. Karches Tamás, Kreitner Krisztina, dr. Patziger Miklós, Radács Attila, Tary Dávid, Tolnai Béla**

Szerkesztőség: **1051 Budapest, Sas u. 25., IV. em.**

E-mail: **vizmu.panorama@maviz.org**

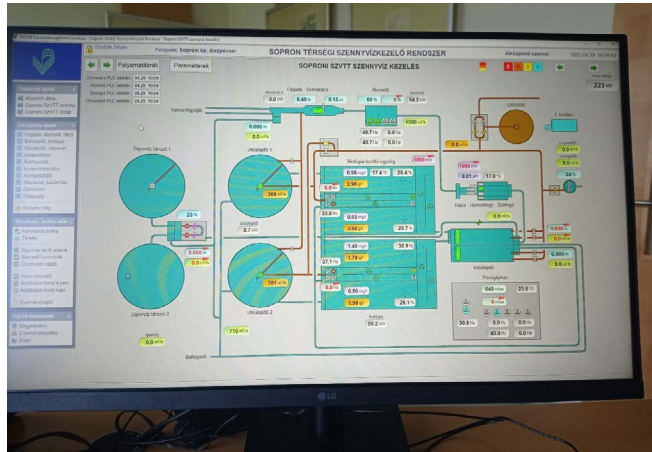
Honlap: **www.maviz.hu/vizmu-panorama**

Hirdetésszervezés: **Tary Dávid** E-mail: **tary.david@maviz.org**

Lapterv és tördelés: **Tary Dávid**

Nyilvántartási szám: **B/SZI/1925/1993 302-5066**

ISSN: **2732-0340 / Minden jog fenntartva**



8. kép: VISION (fotó: Mészáros Imre)



9. kép: iszaptározó medencék (fotó: Mészáros Imre)



10. kép: kerítés és fasor (fotó: Hajdú László)



11. kép: látogató fogadóter (fotó: Hajdú László)



VERES HAJNALKA  
ALFÖLDVÍZ Zrt.  
műszaki főmunkatárs

veres.hajnalka@alfoldviz.hu

**KIVONAT:** „Egy kiskanálnyi talajban több baktérium él, mint ahány ember lakja a Földet.”

Az ALFÖLDVÍZ Zrt. - mint elsődlegesen az ivóvíz szolgáltatásával, a szennyvíz elvezetésével és az összegyűjtött szennyvíz tisztításával foglalkozó társaság - tevékenységének egy olyan szegmense kerül bemutatásra, amely a kommunális szennyvíziszapok mezőgazdasági termőterületre történő kijuttatásában találta meg a megoldást mind az iszapok szabályoknak megfelelő elhelyezésére, mind a talajok biológiailag aktív, szerves anyagot tartalmazó, azaz a termékeny humuszos termőréteg minőségének javítására.

**KULCSSZAVAK:** kommunális szennyvíziszap, mezőgazdasági elhelyezés, iszapkihelyezési engedély, tápanyag utánpótlás, költséghatékonyság

## SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

# Az ALFÖLDVÍZ Zrt. kommunális szennyvíziszap mezőgazdasági elhelyezésének gyakorlati bemutatása

Egy izraeli történész, Yuval Noah Harari fogalmazta meg azt, hogy a műtrágyáknak, rovarirtó szereknek és génmódosított növényeknek köszönhetően a mezőgazdasági termelés ma bőven túlteljesíti azt, amit az ősi földművelők az isteneiktől vártak. Nem éppen öröndetes tény, hogy rendkívül nagymértékű pusztulásnak indult a termőföld a világon szinte mindenhol. A talajok humuszos termékeny rétege gyengül, és ha azt vesszük figyelembe, hogy a világ élelmének 95 százaléka a talaj felső termékeny rétegében terem, elkésérítő képet kapunk az élelmiszerek minőségéről. A talajban található szerves anyagok az egészséges talaj működésének alapfeltételei. A magas szervesanyag-tartalom nem csak a talajban lakó élőlények közösségének nagy számát jelenti, és nem csak hatékonyabb és nagyobb mértékű tápanyagforgalmat a növények számára, hanem általa a talaj ellenállóbbá válik az éghajlatváltozással összefüggésben a talajt érő egyéb hatásokkal szemben, mint pld. a víz által előidézett talajpusztulás (erózió), vagy a szél okozta talajelhordás (defláció), amelyeket a szélsőséges időjárási körülmények felgyorsítanak. A megfelelő talajművelés és vetésforgó, az erózió megakadályozása, vagy akár a növényi maradványok talajba való bedolgozása, illetve a komposztok, szerves trágyák, kommunális szennyvíziszapok kiszórása és talajba dolgozása a talaj szervesanyag-tartalom növelésének kiváló lehetőségei.

**Egy kiskanálnyi talajban több baktérium él, mint ahány ember lakja a Földet.**

Cikkemben az ALFÖLDVÍZ Zrt. - mint elsődlegesen az ivóvíz

szolgáltatásával, a szennyvíz elvezetésével és az összegyűjtött szennyvíz tisztításával foglalkozó társaság - tevékenységének egy olyan szegmensét szeretném bemutatni, amely a kommunális szennyvíziszapok mezőgazdasági termőterületre történő kijuttatásában találta meg a megoldást mind az iszapok szabályoknak megfelelő elhelyezésére, mind a talajok biológiailag aktív, szerves anyagot tartalmazó, azaz a termékeny humuszos termőréteg minőségének javítására.

Az ALFÖLDVÍZ Zrt. Békés, Csongrád-Csanád, Bács-Kiskun, Hajdú-Bihar vármegyékben, 5 területi divízióban, 14 üzemmérnökségen, 61 szennyvíztisztító telepen kezeli az elvezetett szennyvizet, hogy az a tisztítást követően visszakerülhessen a természet körforgásába. A szennyvíztisztítás melléktermékeként **2022-ben csaknem 25 ezer tonna kommunális szennyvíziszap keletkezett. Az iszapok mintegy 55%-a került a mezőgazdaságba, pontosabban 13 814 tonna víztelenített, kommunális szennyvíziszap természetesen kihelyezési engedéllyel tápanyagként hasznosult.** A fennmaradó 44% - 11 091 tonna - komposztálóba került átadásra továbbhasznosítás céljából, tehát szintén visszakerült a természetes körforgásba. Az üzemeltetési területen 39 szennyvíztisztító telepről történik meg az iszapkihelyezés. Ezek négy területi divíziót érintenek, az 1. sz., a 2. sz., a 3. sz., és a 4. sz. Területi Divíziókat. Az 5. sz. Területi Divízió területi elhelyezkedése leginkább Csongrád-Csanád, kis mértékben Bács-Kiskun vármegyéket érinti, ahol jellemzően a mély fekvésű területek, puszták, a szikes gyepek és homoki talajok annak ellenére, hogy jelentős tájképi értékekkel bírnak,

kommunális szennyvíziszap elhelyezésére kevésbé alkalmasak. Az ALFÖLDVÍZ Zrt. szennyvíztisztító telepeinek iszaptárolóiban a 190805 HAK kódon nyilvántartott kommunális szennyvíziszap hulladéknak minősül, ezért egy éven túl nem tárolható, egy éven belül pedig rendeltetési helyére kell, hogy kerüljön.

Tekintettel arra, hogy egy nem mezőgazdasági eredetű, nem veszélyes hulladék tápanyagként történő felhasználásáról van szó, ezért ezt a tevékenységet az ALFÖLDVÍZ Zrt. hatósági engedéllyel végzi. Tehát hatósági engedélyköteles tevékenység, amit a talajvédelmi hatáskörében eljáró, területileg illetékes talajvédelmi hatóság engedélyez maximum 5 évre. Nagyon fontos, mivel mezőgazdasági területen növénytermesztési technológiában tápanyagként hasznosul, ezért az iszap elveszti hulladékként való besorolását.



A kommunális szennyvíziszapok mezőgazdaságba történő kijuttatásának szakmai feltételeit az 50/2001. (IV.3.) a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló Kormányrendelet szabályozza.

**Az ALFÖLDVÍZ Zrt. mintegy 2500 hektár területen helyez**

**el kommunális szennyvíziszapot, természetesen engedély birtokában. Az engedélyes minden esetben az ALFÖLDVÍZ Zrt.**

Az elért eredmények tükrözik a gazdálkodók, a mezőgazdasági partnerek szemléletváltását a klímaváltozás miatt hektikusabbá váló, szélsőséges időjárás okozta károkkal kapcsolatosan, ugyanakkor nem lehet elmenni a megugrott műtrágya árak, a szántóföldi termeléshez tartozó egyéb szegmensek, mint pld. gázolaj, földbérlet, gépi és emberi munkaerő emelkedett ára mellett sem úgy, hogy közben a terményárak csökkentek. Éppen ezért hívja fel az ALFÖLDVÍZ Zrt. a mezőgazdaság szereplőinek a figyelmét arra, hogy az egyelőre költségmentes, és mindenki számára rendelkezésre álló kommunális szennyvíziszap komoly segítséget nyújthat a gazdálkodóknak a növénytermesztésen belül a tápanyag-gazdálkodás hatékonyságának növelésében, ezzel a talaj termékenységének megőrzésében. A Társaság nagy gondot fordít arra, hogy a növénytermesztési technológiák alapjaival, a természetű növények igényeivel, a mezőgazdasági területek adottságainak ismeretével felvértezve konkrét és kézzelfogható tapasztalatokat kiemelve szólítsa meg a gazdálkodó partnereket. Ahhoz, hogy a földhasználók-

ban kialakuljon egyfajta bizalom a kommunális szennyvíziszapok tápanyagként történő felhasználására, pontos képet kell adni az iszapok beltartalmáról, talajokra, növényekre gyakorolt hatásáról, valamint az engedélyezési eljárás teljes folyamatáról, arról, hogy kinek mi a feladata és költsége. Az 50/2001 Kormányrendeletben meghatározott kritériumoknak teljes egészében meg kell felelni mind az ALFÖLDVÍZ Zrt.-nek, mint engedélyesnek, mind a földtulajdonosoknak, földhasználóknak. A kommunális szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása esetén 300 méter védőtávolságot kell tartani a lakott területtől, lakóépülettől, amelynek előzetes felmérésére a MEPAR (Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer) kiválóan alkalmas. Az ALFÖLDVÍZ Zrt. öt fő növény alá

helyez el kommunális szennyvíziszapot. **Kukorica, napraforgó, repce, búza, őszi árpa.** Mivel a szennyvíziszap felhasználása tilos a zöldség- és a talajjal érintkező gyümölcsök termesztésében a termesztés évében, valamint az azt megelőző évben, erre vonatkozóan a terület alkalmassága szintén előzetesen felmérhető. Ugyancsak ki vannak zárva a hasznosításból a rét és legelő művelési ágban hasznosított mezőgazdasági területek, illetve a védett természeti területek, vagy az ökológiai gazdálkodásban érintett földterületek. Az ALFÖLDVÍZ Zrt. területi elhelyezkedése karsztos területeket nem érint, az erre vonatkozó kritériumok a Társaságot nem érintik. Tekintettel arra, hogy a gazdálkodókkal megkötött 6 évre szóló megállapodásokhoz a földtulajdonosoknak és a földhasználóknak együttesen hozzá kell járulniuk, ezért az osztatlan közös tulajdonú területek



sem kerülnek be a programba. Az ALFÖLDVÍZ Zrt. elvégzi az iszapelhelyezésre felajánlott területek alkalmasságának előzetes felmérését és értékelését, majd megkötö a földtulajdonosokkal, földhasználókkal a 6 évre szóló megállapodásokat. Elkészítetteti a talajvédelmi tervet talajvédelmi szakértő bevonásával, melynek alapja az engedélyezésbe bevont terület talajának, talajvizének mintavételezése, akkreditált vizsgálata. A Társaság akkreditált módon mintázza és vizsgálja az iszapkihelyezéssel érintett szennyvíztisztító telepeken képződő kommunális szennyvíziszapokat is. Engedélyes szerepe lévén az eljárási díjak megfizetését követően benyújtja a területileg illetékes talajvédelmi hatósághoz az engedélykérelmet, majd az iszapkihelyezési engedély birtokában

a már engedélyezett termőterületre a gazdálkodóval egyeztetett és megfelelő időben, pontosan kiszámolt dózis szerint kihelyezhető iszapmennyiségeket a kijuttatás helyszínére szállítja, majd leüríti. Az 50/2001 Kormányrendelet előírja, hogy a termőföldre a lekerülő növénykultúra után és a következő növénykultúra vetése előtt szabad az iszapokat kihelyezni, továbbá szabályozza azt is, hogy kommunális szennyvíziszapot tárolni termőföldön nem szabad, tehát a leürített iszapot a földhasználó saját munkagépére (trágyaszórára) rakodja, majd kiszórja és a legrövidebb időn belül bedolgozza a talajba. A tavaszi vetésű kapás növények esetében – kukorica, napraforgó – tavasszal is kijuttatható lenne az iszap, azonban a tavasszal bekövetkező szántóföldi taposási károk miatt a gazdálkodók csak a nyár végi, őszi szennyvíziszap kiszórását és talajba bedolgozást tudják megvalósítani.

A termőföld védelméről szóló törvény meghatározza, hogy földhasználat során a talaj tápanyag-szolgáltatását és a természet növény tápanyagigényét figyelembevevő környezetkímélő tápanyag-gazdálkodást kell folytatni. Ennek alapelvárása, hogy a növények tápanyag ellátása a környezet minimális terhelésével, túltrágyázás nélkül kell, hogy történjen. Éppen ezért, az ALFÖLDVÍZ Zrt. minden iszapkihelyezéssel érintett szennyvíztisztító telepén minden évben vizsgálja az iszapok minőségét, hiszen mindig az adott évi iszapminőségből számolja ki a talaj - talajvédelmi tervben rögzített - terhelhetősége alapján a vetendő növény tápanyagigénye szerint kijuttatható dózist, amely hatóanyagtartalmában nem haladja meg a természet növény tápanyagigényét. A kommunális szennyvíziszapok beltartalmát tekintve a nyomelemek, a makro- és mikroelemek száma széles skálán mozog, és a nemkívánatos toxikus és mérgező elemek jelenléte sem kétséges. A vizsgált paramétersor – 50/2001. (IV.3.) Kormányrendelet 2., 5. számú mellékletek szerint - tartalmazza a mérgező, toxikus elemek vizsgálatát, tehát a kijuttatható iszapmennyiséggel, a kiszámolt, tervezett dózissal a toxikus elemek mennyisége sem haladja meg a kormányrendeletben meghatározott éves kijuttatási értékeket. A vizsgálat nagyon fontos, hiszen számos, az emberek számára mérgező elem rendelkezik fontos biológiai funkcióval, felvehetőségük elengedhetetlen a növények számára, a megengedett határértéktől azonban nagyon messze vannak.

A rendeletben meghatározott határértékeknek kötelező mindenkoron megfelelni.

A bal oldali oszlop a határértéket mutatja, a jobb oldali oszlop a mért értéket.

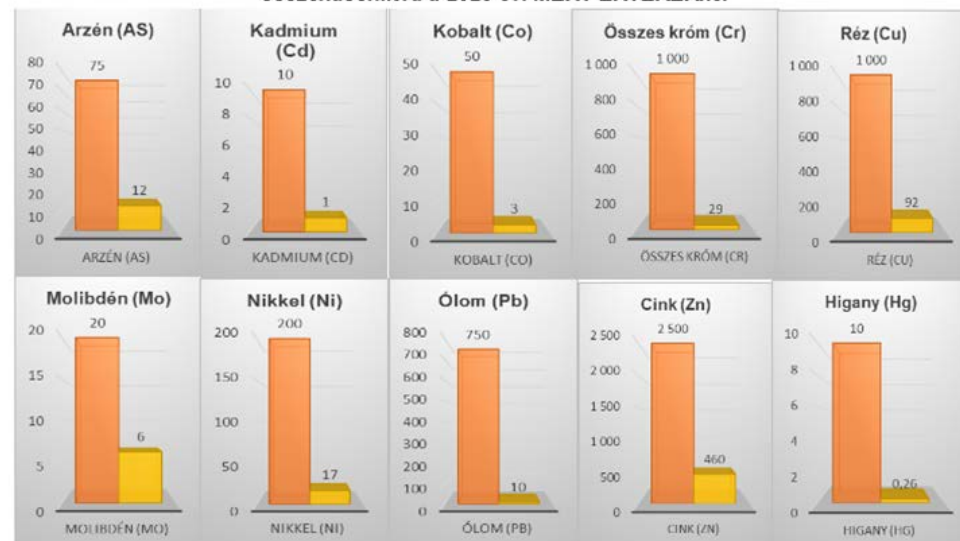
Azok a gazdálkodók, akik megállapodtak a víziközmű-szolgáltatóval, teljesen ingyen kapják az anyagában hasznosuló, homogén, trágyaszórával szórható víztelenített szennyvíziszapot, hiszen minden költség – beleértve a tulajdoni lapok lekérdezését, a megállapodások megkötését, a talajvédelmi szakértő munkájának a díját, az engedélyezési eljárási díjakat, az iszapok termőterületre történő szállítási költségét - együttesen az

ALFÖLDVÍZ Zrt. feladata és vállalása. Ezen túlmenően és nem utolsósorban a kommunális szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezése sokkal költséghatékonyabb, mint komposztálóba történő átadása továbbhasznosítás céljából.

**2022-ben a kommunális szennyvíziszapok mezőgazdaságba történő elhelyezése 2 715,-Ft/tonna volt, hulladékhasznosítónak történő átadása pedig 15 075,-Ft/tonna.**

Gordon Ramsay mondta, hogy minden jó főszakács mögött ott áll a profi konyhai csapat (és ez nagyon is igaz), de megbízható, lelkes, a minőségre kényes beszállítók és termelők nélkül mindez kevés lenne. Összefüggést keresni egy gasztronómiai idézet és a szennyvíziszap elhelyezés között ugyan nem kell, de kétségkívül igaz, hogy az ALFÖLDVÍZ Zrt. ezen tevékenységben

### Szennyvíziszapban megengedett mérgező elemek és káros anyagok határértékei mezőgazdasági felhasználás esetén 50/2001 (IV.3)Korm.rendelet 5.sz melléklete szerint - összehasonlítva a 2023 évi MÉRT ÉRTÉKEKKEL



közreműködő munkatársai, noha nem konyhai csapatként, de profin és tudatosan segítik a mezőgazdasági partnereket, hiszen a kommunális szennyvíziszap termőföldön történő elhelyezésével hozzájárulnak, hogy a termelők egészséges és élő termőföldön tudjanak egészséges élelmet termelni.

#### 2022 évi kommunális szennyvíziszap elhelyezés

Keletkezett szennyvíziszap (tonna/év)	Mezőgazdasági hasznosítás (tonna/év)	Komposztálás (tonna/év)	Összes költség (Ft)	Mezőgazdasági elhelyezés költsége (Ft)	Komposztálóba történő átadás költsége (Ft)
24 905	13 814	11 091	204 706 959	37 512 475	167 194 484



**KAPOSVÁRI ZSUZSANNA**  
**FEJÉRVÍZ Zrt.**  
 gazdasági  
 főosztályvezető



**NAGY ATTILA**  
**DRV Zrt.**  
 Humánerőforrás  
 vezető

kaposvarizs@fejerviz.hu  
 nagy.attila@drv.hu

**KIVONAT:** HR-szakemberként számos kérdés van bennünk, és számos gondolat foglalkoztat minket, mint ahogyan az ágazat szereplőit is. Mik az aktuális foglalkoztatási trendek? Hogyan tudjuk felvenni a munkaerőpiaci versenyt az ágazaton kívüli foglalkoztatókkal? Miért és hova mennek el a munkavállalóink? Hogyan tudjuk megakadályozni az elvándorlást? Miként tudjuk növelni kollégáink elégedettségét és elkötelezettségét? Cikkünkben szeretnénk átfogóbb kitekintést adni röviden a magyarországi munkaerőpiaci és -foglalkoztatási politikáról, továbbá betekintést nyújtani piaci szereplők jó gyakorlataiba.

**KULCSSZAVAK:** HR, munkaerő, megtartás az új toborzás, jelölt vezérelt munkaerőpiac

## SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

# Aktuális munkaerőpiaci trendek, avagy merre haladunk?

Elsivatagosodott, befagyott munkaerőpiac, egymás után kiszalépő, eltűnő jelöltek, extrém toborzási nehézségek, növekvő fluktuáció, turbulens gazdasági környezet – jelenleg így tudjuk jellemezni a munkaerőpiacot. Bár a 2022-es év végén már éreztették hatásukat az elmúlt időszak gazdasági nehézségei (háború, energiaválság, elszabaduló infláció), mégis 2023 év elején korábban elképzelhetetlen mértékben borult meg az a bizonyos mérleg, amit azelőtt – minden globális probléma ellenére – sikerült, ha nem is balanszban tartani, de egy hosszabb távon fenntartható állapotban egyensúlyozni.

„Mintha 2023 elején egyszer csak elváltak volna valamit”. Már évek óta extrém munkaerőhiánnyal küzdött a piac, de mostanra kis túlzással azt lehet mondani, hogy teljesen elfogytak a valós váltási szándékkal rendelkező jelöltek. Nem is az a legnagyobb probléma, hogy alig-alig van jelölt, hanem az, hogy jó részének esze ágában sincs munkahelyet váltani, csak potyautasok a kiválasztási folyamatban.

Általánossá vált, hogy a jelöltek nagy része csak azért vesz részt egy kiválasztási folyamatban, hogy aztán a kapott ajánlattal a kezükben jobb fizetést, jobb lehetőségeket tudjanak érvényesíteni maguknak a jelenlegi munkahelyükön. Gondoljunk csak bele: 10-20 százalékkal nagyobb bérért nem fog váltani az, aki a jelenlegi pozíciójában is el tud érnekkora vagy akár magasabb emelést. Ha viszont 50 százalékkal nagyobb bérigénnyel próbálkozik be és azt megadják, akkor talán elgondolkozik a váltáson, ha az ellenajánlat, mint vésztartalék nem jönne be.

## HOGYAN JUTOTTUNK EL IDÁIG?

Legvalószínűbbnek az a megfejtés látszik, hogy a háború, az energiaválság és az infláció elszabadulása 2023 év elejétől bizonytalanította el tömegesen a jelölteket annyira, hogy csak nehezen hagyják ott a biztosat a bizonytalanért, és ennek következtében történelmi mélységbe zuhant az egy pozícióra jutó elérhető és váltásra valóban nyitott jelöltek aránya.

**Soha annyit nem kellett küzdeni egy sikeres felvételért, mint most.**

2022-ről 2023-ra virradóan mintha hirtelen egy másik évszázadban ébredtünk volna, olyan drasztikusan változott meg minden egyik pillanatról a másikra. Valószínűleg az a sok bizonytalanság, a mindennapokban is a saját bőrünkön tapasztalt infláció, az energiaárak emelkedése a 2022-es év végére manifesztálódott az emberekben, amitől ilyen radikálisan lecsökkent a váltási hajlandóság, a bérigények pedig az egekbe szöktek. De nézzük is meg, hogyan viszonyul a magyar munkaerőpiac a magyar gazdasághoz.

## FOGLALKOZTATÁSPOLITIKAI HELYZET

**Soha ennyien nem dolgoztak még Magyarországon, a hazai foglalkoztatás csúcsot döntött a 2023. II. negyedévet illetően.**

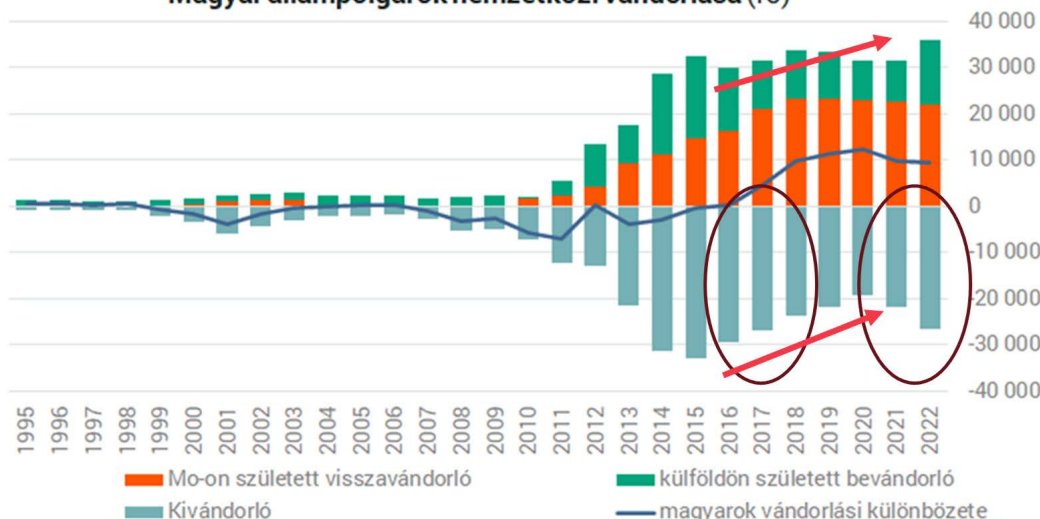
A 15–74 éves foglalkoztatottak átlagos létszáma 4 millió 766 ezer volt a harmadik negyedév végére, 51 ezerrel több, mint egy éve. 2010 óta a hazai foglalkoztatás több mint 850 ezer fővel

nőtt az évtized elején végrehajtott adó és munkapiaci reformok és a dinamikus gazdasági növekedés hatására. 2010-ben a foglalkoztatottság 60 százalékos volt, ezzel nem érte el az uniós átlagot, ma a 80 százalék fölötti mutatóval már meghaladja azt és 2030-ra cél a 85 százalék. Ugyanez jellemző a munkanélküliség alakulására: ma Magyarország a 8 legjobban teljesítő ország között van Németország és a skandináv országok között. Az EU-ban Magyarországhoz képest másfélszer magasabb a munkanélküliség szintje, Görögországban és Spanyolországban pedig meghaladja a 10 százalékot, ami óriási érték. Hazánkban utoljára 2010-ben volt ilyen magas.

Hazánkban folyamatosan csökken a munkaerőtartalék. Az idősödő társadalom és az ennek következtében zsugorodó munkaképes korú népesség miatt fokozatosan csökken a foglalkoztatásba bevonhatók száma Európában és hazánkban is. A csökkenés legnagyobb része a munkanélküliek számából fakadt, ugyanis ez idő alatt (2010–2023) a munkanélküliségi ráta 11-ről 4 százalékra csökkent. 2010-ben 800 ezer fő környékén alakult a potenciális munkaerő-tartalék, ami 2022-ben 300 ezer körüli szintre mérséklődött. Ezt a kimondottan alacsony számú munkaerő-tartalékot csak nagyon nehezen lehet bevonni az aktív foglalkoztatottak körébe, ennek megoldása lehet az oktatási rendszer reformálása és a hátrányos térségben élők társadalmi és foglalkoztatási integrációja.

**Ismét élénkül a kivándorlási kedv:** A Magyarországon tervezett nagyberuházások megvalósulásával újra erősödik a munkaerőhiány, ne legyenek hiú ábrándjaink, tovább fokozódik a verseny a magyar munkaerőért. A vándorlási mérlegünk alapján 2022-ben 26 500 magyar állampolgár vándorolt ki, ez majdnem 5 ezerrel több, mint egy évvel korábban, míg a hazatérők száma 21 900-ra esett vissza. Utoljára 2017-ben volt hasonlóan magas a kivándorlók száma, akkor 26 957-en döntöttek úgy, hogy külföldön vállalnak munkát. Ezzel megtört egy fontos pozitív tendencia, hiszen az utóbbi években fokozatosan javult a hazatérők és a friss kivándorlók mérlege, 2021-ben pedig hosszú idő után először történt meg, hogy többen tértek haza, mint amennyien a kivándorlás mellett döntöttek. Tavaly viszont a 21 900 hazatérőre 26 500 kivándorló esett, vagyis visszafordult a folyamat. A jó hír,

## Magyar állampolgárok nemzetközi vándorlása (fő)



1. ábra: a magyar állampolgárok vándorlása

hogy a vándorlási különbözet így sem romlott jelentősen, mivel a korábbi éveknél lényegesen több külföldön született magyar állampolgár költözött az országunkba.

Az Eurostat 2021 év végi adatai szerint mintegy 370 ezer magyar állampolgár él az Unió többi országában, ez a szám évek óta alig változik. A legnagyobb magyar lakosság egyértelműen Németországban található, ahol már évek óta 190 ezer körül alakul a számuk, Ausztriában a 100 ezret közelíti, illetve Hollandiában 10 ezer feletti. Ausztriában a közel 100 ezres számot valamelyest torzítják az ingázók; a nyugati határ mentén komoly gyakorlata van annak, hogy a magyar munkavállalók nem költöznek ki életvitelszerűen, vagyis az osztrák munkaerőpiacon lényegesen többen lehetnek, mint amennyien közülük hivatalosan az országban laknak. Nagy-Britanniában a Brexit idején az országban élőknek regisztrálniuk kellett a további szabad munkavállalásért, ezeknek a regisztrációknak a száma pedig a magyar állampolgárok esetében 2022 végén már meghaladta a 170 ezret. Vagyis a realitás az, hogy Németországban és az Egyesült Királyságban nagyjából ugyanannyi magyar él életvitelszerűen.

**Elfogy a magyar munkaerő:** A dinamikus gazdasági események és beruházások miatt közel 500 ezer munkavállalóra lesz szüksége

Magyarországnak a következő években. De honnan, ha nincs nagyon tartalék, emelkedik a kivándorlás, tetőzik a hazai foglalkoztatottság és zsugorodik a hazai munkavállalói réteg? A magyarországi befektetések száma és mennyisége átmenetileg igényli külföldi vendégmunkások bevonását is, ha nincs magyar munkaerő. Friss adatok alapján egy év alatt 10%-kal nőtt a külföldi állampolgárok száma Magyarországon – 2023-ban már 226 ezer külföldi élt az országban.

Ez az érték példátlan, hiszen ekkora számot még egyetlen korábbi évben sem mutatott ki a hivatal – tíz évvel ezelőtt még 140 ezer volt a számuk. Tömegével érkeznek a külföldi munkaerő! Már több mint 80 ezer külföldi állampolgárságú alkalmazott dolgozik Magyarországon. Új trend, hogy egyre nagyobb az EU-n kívüli munkavállalók aránya. Ez annak köszönhető, hogy számos uniós kívüli országból könnyebbé vált munkaerőt behozni. 2022-ben az előző évihez képest a külföldi állampolgárságú alkalmazottak száma hazánkban 14%-kal, 85 ezer főre nőtt. A növekedéshez a legnagyobb mértékben az ukrán munkavállalók járultak hozzá, akik egy év alatt 5200 fővel, 24%-kal lettek többen, összefüggésben a háború hatásaival.

### Havonta 500–1000, évente 5–10 ezer fő érkezik hazánkba munkavállalás céljából.

Mi lehet az ideiglenes megoldás, azaz hova helyezjük a ragtapaszt?

Egy 2023. évi friss kutatásban 250 különböző iparágakban működő hazai vállalat felső vezetőit kérdezték meg arról, hogy mi tesz vonzóvá egy vállalatot. A válaszaik az alábbi ábrán láthatók. A 2023-as évben természetesen toronymagasan szerepel a versenyképes bérezés és juttatások, de szeretném

felhívni a figyelmet a következő három tényezőre. A válaszadó felső vezetők szerint **nagy hangsúlyt kell fektetni az emberi tényezőkre és személyes preferenciákra, így a munka és magánélet egyensúlyra, a rugalmas foglalkoztatásra, valamint**

**a kellemes munkahelyi légkör megteremtésére.**

A válaszadókkal egybecsengő megítélésünk szerint a versenyképes juttatást valamelyest kompenzálhatja a személyes törődés, a megfelelő munkahelyi légkör, a pozitív vezetői attitűd

és hozzáállás. Összességében, ha elégedettek a kollégáink, akkor biztosan meggondolják, hogy a biztos kellemeset kicsit alacsonyabb bérért kockáztatják-e a bizonytalan, de magasabb munkabérért. Természetesen ez akkor lehet opció, ha az alapvető szükségletek kielégítésre kerülnek. Nekünk is közös feladatunk és felelősségünk megteremteni azt a munkahelyi légkört, amellyel garantálni tudjuk a folyamatos működésünket és a zavartalan szolgáltatást, legyen ez szervezeten belüli, vagy pedig szervezeten kívüli felhasználói szolgáltatás. A válaszadó vezetők nyilatkozata alapján, és véleményünk szerint **is meg kell teremteni azokat a lehetőségeket, folyamatokat, programokat, amelyek során nem mennek el tőlünk, azaz szükséges és kritikusan fontos az elégedettségre való törekvés.**

Ha áttérünk a soft trendekre és megnézzük, hogy a gyakorlatban milyen lehetőségeink vannak a HR-stratégiák területén, több egybecsengő megoldást fogunk látni. Különböző kutatások (Global Employee, SelectHub) ugyanazokat az eszközöket javasolják. Ha megnézzük a jelent, észleljük, hogy nálunk is felmerül az igény a rugalmas munkavégzésre vagy a tudás növelésére. Meg kell

említeni a technológiai fejlődést és a vezetői szerepvállalást mint HR-eszközt. A technológiai fejlődés a mindennapjaink része. Azt kell látni, hogy a HR egy támaszt nyújthat a munkavállalói megtartásra és a munkavállalói elégedettség növelésére. Ugyan eltérő szinteken, de mindannyiunk munkahelyén megjelenik a fluktuáció. A teljesítményt, az elkötelezettséget pedig mindannyian szeretnénk növelni.

Nézzük meg, hogy melyek a legjobb vállalatok ma Magyarországon a munkavállalók véleménye alapján.



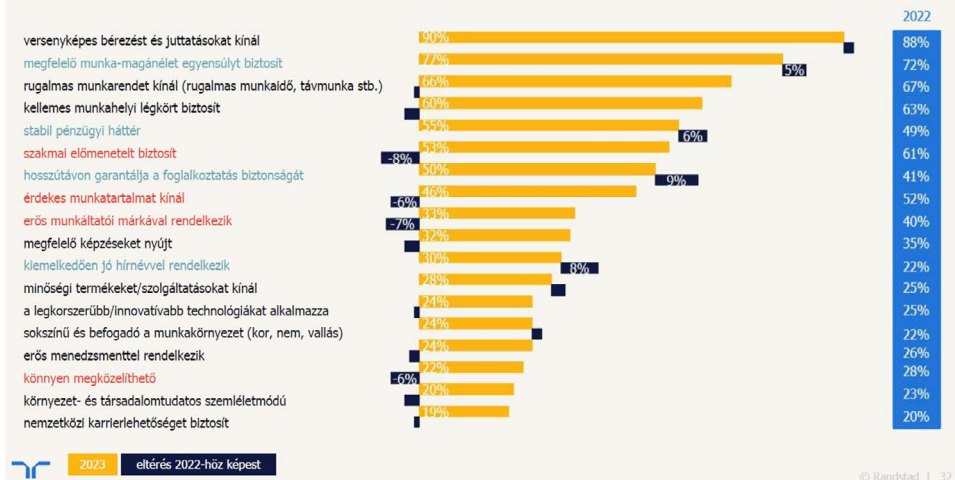
4. ábra: A munkavállalók véleménye alapján a legjobb magyarországi munkahelyek 2022-ben

A felsorolásból látszik, hogy a legkülönbözőbb szektorokból kerülnek ki Magyarország legjobb foglalkoztatói. És hogy mitől jók? Azt a következőkben fogjuk megnézni az alkalmazott mód-szereken keresztül.

- Rugalmas munkamodell, hibrid foglalkoztatás alkalmazása: Ez azt jelenti, hogy a távmunkát és az irodai munkát ötvözzük, és lehetőséget adunk a távoli munkavégzésre. Bizonyos esetekben ez nagyon megnyugtató a dolgozó számára, a kulcs a bizalom, illetve a követés; nyilván a munkáltató elvárja, hogy otthon is legalább annyi munkát végezzen, mint az irodában.
- Emberi vezetés: Fókuszba kerül a munkavállaló, a visszajelzések, az ösztönzés, a fejlődés segítése. Erre megvannak a megfelelő HR-eszközök csak teret kell adni ezeknek a programoknak és fejlesztésnek.

**mi tesz vonzóvá egy vállalatot?**

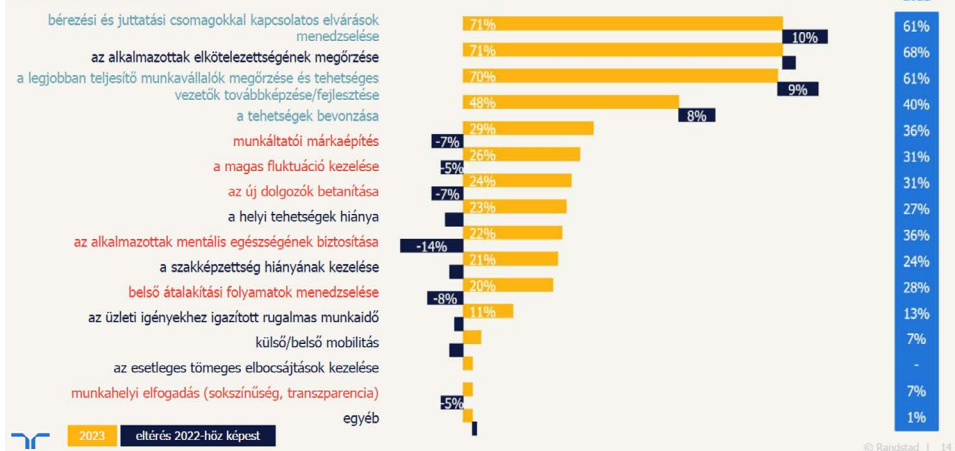
a munka és a magánélet közötti egyensúly biztosítása fontos szempontnak számít.



2. ábra: mi tesz vonzóvá egy vállalatot?

**HR kihívások.**

a fizetési elvárások nehezítik a jelöltek bevonását és megtartását, a válaszadók közel felének okoz nehézséget a tehetségek bevonása.



3. ábra: HR kihívások

- Technológiai fejlesztések: A fejlesztés a munka megkönnyítésére, a magasabb szintű szolgáltatásminőség emelésére és a humán erőforrás kiváltására is hivatott.
- Felkészítés a változásmenedzsmentre, és nem csak vezetői szinten. A változáshoz való hozzáállás és annak megítélése kritikus pont lehet a szervezetben, függetlenül attól, hogy a vezető érti, tudja és csinálja, de beosztotti szinten legtöbbször bizonytalanságot szül inkább.
- A HR magasabb szintű használata, az adatok letisztázása: a HR fejlesztése, a HR-eszközök magas szintű használata növeli a cég értékét, segít a dolgozók megtartásában és stabilabb talajt eredményez. A HR-adatok rendbetétele, azok megfelelő gyűjtése fontos, hasznára válhat a vállalatnak. Kritikus az adata alapú HR-működés (is), nem lehet már soft tényezők, megérzések alapján felelősségteljes döntést hozni.
- A felső vezetés szerepe, személyes motiváció: A döntéshozatali jogkörök tisztázása, elkötelezettség és a visszajelzések adása meghatározó a működés és a teljesítmény szempontjából. A konzisztencia szerepe felértékelődik, azaz, hogy vezetői szinten milyen visszajelzések vannak, milyen jogkörök léteznek. Amennyiben ezek jól meghatározottak, akkor ezt lefelé is könnyebb továbbadni. A személyes motiváció szerepe hihetetlenül fontos. A személyes motivációja mindenkinek más. Az jó, ha ezt fel tudjuk térképezni, hiszen van arra példa, hogy valakinek mondjuk egy egyszerűbb rugalmas munkaidő jelent nagyon sokat.
- Tanulás, fejlődés: A munkavállalók tanulásának biztosítása növeli az elkötelezettséget, mivel a dolgozók mélyítik a tudásukat, kedvezően értékelik a fejlődést, ez lefoglalja őket, és úgy érzik, ez a karrierjükben is segítséget nyújthat – nem beszélve a tanulmányi szerződés szerinti kötelezettségekről.
- Lelki egészség, azaz wellbeing: Ez a munkavállalói élmény, munkahelyi jólét érzése és kérdése. Ebben benne van a mentális egészség és a fizikai jólét is, a szociális háló és a munka-magánélet-egyensúly. A wellbeing létező fogalom, egyre elterjedtebb, mondhanánk azt, hogy ez a jövő, de ez már a jelen. A helyzet az, hogy a munkavállalók ezen tényezőket is figyelembe veszik a munkahely váltásakor, azaz a fluktuáció

ettől is függ. Hangsúlyt kell fordítani a munkavállalói élményre.

- Kulcsemberek megtartása, tudásátadás: Ezt mindannyian a bőrünkön érezzük, nagyon fontosak a kulcsemberek, az ő tudásuk a vízműveknél kardinális kérdés, főként műszaki területen. Tennünk kell a kulcsemberekért, először is fel kell mérni, hogy kik tartoznak ide. A megtartásuk egyik eszköze lehet a korábban említett személyes motivációjuk feltérképezése, vagy a wellbeing alkalmazása.

Vezetőként kell, hogy érezzük annak felelősségét, hogy szükség van célokra, stratégiákra, és mivel a munkaerő-megtartás és a teljesítménynövelés is közös cél, bátran kereshetünk közös eszközöket is. A teljesítmény növeléséhez és a fluktuáció csökkentéséhez több eszköz is rendelkezésre áll. Fókuszáljunk a fő pontokra, hiszen a problémáink ágazati szinten nagyon hasonlóak, emiatt úgy gondoljuk, hogy a következő javaslatok mindenki számára használhatók lehetnek, és láthatunk bennük közös koncepciót is. Talán az első a legfontosabb:

- ✓ Szervezetdiagnosztika: Javasolt az alapoktól, alulról építkezni és megmérni, illetve megérteni, milyen mértékű a szervezeti elégedettségi és elkötelezettségi szint. Erre kiváló cégek és módszertanok vannak már Magyarországon is, akik mélységében tudják vizsgálni a szervezeti és egyéni preferenciákat. Így a ténylegesen felmerült problémákra és igényekre lehet reagálni. Fontos, hogy az eredmények tükrében legyenek akciótervek, projektek indítva, és ez legyen kommunikálva is! Ezek az igények vagy elvárások sokszor nem is pénzbe kerülnek.
- ✓ Foglalkozni kell a munkavállalók kötődésével, fejlődésével, a tanulási igények felmérésével és a visszajelzések megadásával. Ez megszilárdíthatja a munkavállalói réteget.
- ✓ Figyeljünk a kulcsmunkavállalóinkra, térképezzük fel, kik tartoznak ide, és a HR segítségével mérjük fel a személyes motivációjukat. Ez biztonságot ad a cégnek.
- ✓ A legtöbb esetben a kilépő munkavállalók nem a céget hagyják ott, hanem a vezetőt. Rendkívül fontos, hogy a vezetői viselkedési minta olyan legyen, ami példaértékű és másolható, tehát örökítható a szervezeti kultúrába.
- ✓ A HR magasabb szintű használatával mindenhol tudunk élni, tegyük ezt meg. A szakemberek ezt tanulták, jól látják a piacot,

tudják és ismerik a beavatkozási pontokat, ruházzuk fel őket nagyobb felelősséggel és elvárásokkal!

- ✓ A bevonzáshoz elengedhetetlen a jó munkáltatói márka/hírnév. Foglalkozni kell a társaság brandjével, megítélésével. Ez nem csak a kommunikációs szervezet feladata, ez közös feladatunk. Fontosnak és szükségesnek tartjuk a folyamatos közösségimédia-jelenlétet, ugyanakkor hangsúlyosan formálják a véleményeket a vezetői viselkedésminták is. Utóbbi nem kevésbé fontos, hiszen a megtartás az új toborzás.
- ✓ Kutatások és a tapasztalatok bizonyítják, hogy új munkavállaló esetében az első 1-3 hónap a legkritikusabb. Ha vérveréjékesen megszereztük, beléptettük az új munkavállalót, akkor fordítsunk különös figyelmet ezekre személyekre a kritikus időszakban. A stratégia alappillére legyen a megtartás. A rendelkezésünkre álló erőforrásokat fordítsuk jobban a munkavállalói elégedettség irányába, kerüljenek kialakításra olyan akciótervek és projektek, amelyek a munkavállalók megtartására irányulnak, és ezeknek a törekvéseknek vezetőként álljunk az élére szavak és tettek szintjén is. A cikk megírásakor sokat egyeztetünk, és bár különböző típusú vízműveknél dolgozunk, mégis azt láttuk, hogy a foglalkoztatás terén közös problémáink, meglátásaink és helyzeteink vannak. A közös munka megmutatta, hogy az együttműködés érték, és mindegy, hogy melyik cégnél vagyunk, a szakembereink hozzáállása és tudása kulcsfontosságú, hiszen munkavállalók nélkül a vállalat nem tud működni. Bár néha természetesnek tűnik, hogy van alapvető erőforrás, de nem az. Tapasztalva az elmúlt három év eredményeit egy igazán jó szakmai együttműködés bontakozott ki a csatlakozó és a regionális vízművek között, amelynek lefektettük a kulturális alapjait, ezt visszük tovább. Mindazonáltal ténylegesen ég a vízművek lába alatt a talaj munkaerőpiaci fronton, de a megfelelő módszerekkel, programokkal kezelhető, MÉG.

#### FORRÁSJEGYZÉK:

[https://peoplespheres-com.translate.goog/what-does-modern-hr-look-like/?x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=hu&x\\_tr\\_hl=hu&x\\_tr\\_pto=sc](https://peoplespheres-com.translate.goog/what-does-modern-hr-look-like/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=hu&x_tr_hl=hu&x_tr_pto=sc)  
[https://www.selecthub-com.translate.goog/hris/hr-trends/?x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=hu&x\\_tr\\_hl=hu&x\\_tr\\_pto=sc](https://www.selecthub-com.translate.goog/hris/hr-trends/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=hu&x_tr_hl=hu&x_tr_pto=sc)

*Global Employee Experience*

# DULCOLEVEL radaros szintérzékelő

Az okos megoldás  
a gazdaságos üzemeltetéshez

- ▶ Naprakész elemzések és adatvizualizáció
- ▶ Nagyobb biztonság
- ▶ Csökkenő költségek
- ▶ Zavartalan működés



ProMinent®

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



## Idén is lehet szavazni az „Év cikke” díjra!

2024-ben is lehet szavazni az „Év Cikke” díjra, két kategóriában:

- **Ipari újdonság:** A Vízmű Panorámában 2023-ban megjelent, az Ipari újdonság rovatban közölt cikkek
- **Szolgáltatók szemével:** A Vízmű Panorámában 2023-ban megjelent, a Szolgáltatók szemével rovatban közölt cikkek

A szavazásra április 3-tól május 15-ig van lehetőség. A szavazás online formában történik, a linkek a MaVíz honlapján és a MaVíz hírlevélben lesznek elérhetőek.

<https://maviz.hu/hirek/ev-cikke-dij-2024>

Az év cikke díj szavazásra jogosultak köre: mindazok, akik a víziközmű ágazathoz üzemeltetői, vízipari, tudományos műhely, hatósági, tulajdonosi vagy felügyeleti oldalról kötődnek. Mindenki kategóriánként egy szavazatot adhat majd le. A legtöbb szavazatot elért cikkeket a MaVíz díjazza oklevéllel és emléktárggyal. A díjak átadására a következő Főmérnöki Értekezleten kerül sor, ahol a nyertesek rövid előadásban mutathatják be díjnyertes cikküket.

Kérjük, hogy munkatársai körében is terjessze a Vízmű Panorama értékeit, cikkeit, ezen szavazási lehetőséget. Köszönjük, hogy szavazataival hozzájárul a kezdeményezés sikeréhez, a víziközmű szakmai közösség formálásához, egyben tartásához és nem utolsósorban a Vízmű Panorama és az általa képviselt szakmai irányvonal népszerűsítéséhez.

Köszönjük,  
A Vízmű Panorama és a MaVíz csapata





DR. TRUZZI  
ALEXANDRA<sup>1</sup>  
egyetemi  
adjunktus

KOVÁCS  
BOGLÁRKA<sup>2</sup>  
víztermelési  
művezető

DR. BODNÁR  
ILDIKÓ<sup>3</sup>  
főiskolai tanár

PROF. DR.  
FÁBIÁN ISTVÁN<sup>4</sup>  
egyetemi tanár

<sup>1,3</sup>Debreceni Egyetem, Műszaki Kar Környezetmérnöki Tanszék,  
<sup>2</sup>Debreceni Vízmű Zrt.,  
<sup>4</sup>ELKH – DE Összetett homogén és heterogén fázisú kémiai  
reakciók mechanizmusa kutatócsoport

truzsi.alexandra@eng.unideb.hu

**KIVONAT:** A törésponti klórozás általánosan elfogadott módszer az ammóniumion mélységi vizekből való eltávolítására az ivóvízelőállítási technológiákban, amit nagyon gyakran toxikus halogénezett szerves melléktermékek képződése kísér. Korábban bemutattuk, hogy a kémiai oxigénigényért ( $KOI_{ps}$ ) felelős szerves szennyező anyagok koncentrációja jelentős mértékben csökkenthető a Fe(II)/Fe(III) – S(IV) – levegő rendszerrel történő oxidációval. Jelen munkában azt vizsgáltuk, hogy a halogénezett szerves melléktermékek képződésére milyen hatással van ez a preoxidatív kezelés. Igazoltuk, hogy a törésponti klórozás során lényegesen kevesebb trihalometán (THM) és adszorbeálható halogénezett szerves vegyület (AOX) képződik az előkezelt nyersvizekben, ami a THM és AOX prekursorainak oxidatív eltávolításával értelmezhető. Bebizonyítottuk, hogy a THM-ek szabályozott koncentrációjának elérése ezzel a módszerrel viszonylag nagy koncentrációban szerves szennyezőanyagot tartalmazó mélységi vizek esetében is megvalósítható.

**KULCSSZAVAK:** kémiai oxigénigény ( $KOI_{ps}$ ), törésponti klórozás, összes trihalometán (THM), adszorbeálható szerves halogén vegyületek (AOX), ivóvízelőállítási technológia

## VÍZ ÉS TUDOMÁNY

# A preoxidatív kezelés hatása a toxikus klórozott melléktermékek képződésére a törésponti klórozás során

## 1. BEVEZETÉS

A biztonságos vízellátás az esetlegesen rosszabb minőségű nyers forrásokból a gondos vízkezelési technológiákkal érhető el. A vízfertőtlenítés elsősorban közegészségügyi célú tisztítási művelet, amely nagymértékben csökkentheti a víz által terjesztett fertőző betegségek valószínűségét.<sup>1,2</sup> A fertőtlenítés elengedhetetlen része a víztisztításnak, mely akkor a leghatékonyabb, ha azt a víz által okozott betegségek megakadályozását szolgáló többlépcsős védekezési stratégia egyik elemeként alkalmazzák.<sup>2</sup> A klór/hipoklórossav a legáltalánosabban használt fertőtlenítőszer. Ezen túlmenően a klórt a vízellátó rendszer számos részében különböző célokra használják. Így a transzport klórozás a távvezetékben történő befertőződést, illetve az elszaporodó organizmusok (pl. biofilm túlzott mértékű felhalmozódása, vándorkagylók, mohaalattok elszaporodása) által okozott nyomásvesztés növekedésének megakadályozását célozza.<sup>3,4</sup> A törésponti klórozás során pedig az ammóniumion-tartalmat távolítják el, amihez a szükséges klóradagot a vízben oldott  $NH_4^+$  koncentrációja határozza meg.<sup>5</sup> <sup>6</sup> Az ivóvízelőállítási technológiák utolsó lépésében is általában klórt adnak a tisztított vízhez (utóklórozás), annak érdekében, hogy megakadályozzák az esetleges fertőzés kialakulását az ivóvízhálózatban.<sup>7</sup>

A törésponti klórozás során az ammóniumion eltávolítása mellett a prekursorok koncentrációjától, a klór mennyiségétől és adagolásának módjától különböző mellékreakciók játszódnak le.<sup>8</sup> Feltehetően ezekben a folyamatokban elsősorban azok a vegyületek vesznek részt, amelyek a  $KOI_{ps}$ -t okozzák. A legtöbb ivóvíz esetében halogénezett illékony, főként trihalometánok (THM), és

néhány százra becsült kis koncentrációjú nem illékony vegyület képződhet.<sup>2, 9-12</sup> A THM-ek mellett a vízminőség szempontjából kiemelt jelentőségűek az adszorbeálható halogénezett szerves vegyületek (AOX), amelyek szintén rákkeltőnek minősülnek.<sup>13</sup> A kitermelt nyersvízben lévő humuszanyagok klórozásakor a telített és telítetlen klórozott alifás savak a dominánsak, az aromás klór-vegyületek kisebb mértékben képződnek.<sup>14</sup> A képződő klórvegyületek többségének molekulaszervezete még ismeretlen, de bizonyított, hogy közöttük számos mutagén és rákkeltő vegyület is van.<sup>15</sup>

Korábban beszámoltunk egy új oxidatív módszerről, ami a mélyfűrésű kutakból kitermelt nyersvizek szervesanyag-koncentrációjának csökkentésére alkalmas.<sup>16</sup> Ez az oxidatív eljárás a szulfition vas(II/III) katalizált autooxidációján alapul. A reakció során erősen reaktív gyökök képződnek, amelyek erős oxidálószerként működnek, és reakcióba lépnek a szerves anyagokkal. A  $KOI_{ps}$  gyakorlatilag az oxidálható szerves szennyező anyagok mértékét fejezi ki a nyersvízben. A kutatás során részletesen tanulmányoztuk a  $KOI_{ps}$  eltávolítási hatékonyságát (%) miközben folyamatos levegőbevezetés mellett S(IV)-et és Fe(II)/Fe(III)-at adagoltunk a nyersvízhez. A  $KOI_{ps}$  eltávolításának optimális feltételeit a válaszfelületi módszertan (RSM) alkalmazásával határoztuk meg. Megerősítettük, hogy ezzel a módszerrel a nyersvíz minták kezdeti szervesanyag-tartalmának jellemzően jóval több mint 80%-a eltávolítható. Jelen cikkben azt mutatjuk be, hogy a nyersvizek oxidatív előkezelésének következményeként a THM és az AOX vegyületek képződése jelentősen csökken a törésponti klórozás során.

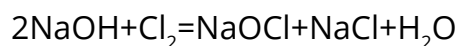
## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. ALKALMAZOTT VEGYSZEREK

Kísérleteink során analitikai minőségű vegyszereket használtunk:  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (Sigma-Aldrich),  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (VWR Chemicals),  $\text{FeSO}_4$  (Reanal),  $\text{KMnO}_4$  (P.P.H. Polskie Odczynniki Chem.) és  $\text{Na}_2(\text{COO})_2$  (Reanal). A szintetikus levegő (21%  $\text{O}_2$ , 78%  $\text{N}_2$  és 1% egyéb) a Linde Gáz Magyarország Zrt.-től származik.

Az összes trihalometán meghatározásához metanolban oldott 2000  $\mu\text{g}/\text{ml}$  standard THM keveréket használtunk (Restek). A THM 20,00  $\mu\text{g}/\text{ml}$ -es közbenső standard törzsoldatát úgy kaptuk, hogy a THM standard keveréket nagy tisztaságú metanollal (Merck) hígítottuk, és  $-18^\circ\text{C}$ -on tároltuk. Az 1000  $\mu\text{g}/\text{l}$  hígított törzsoldatból 1,0; 2,5; 5,0; 25,0; 50,0; 125,0 és 250,0  $\mu\text{g}/\text{l}$  kalibrációs standardokat készítettünk, a köztes standardoldat Synergy® UV víz tisztító rendszerből (Millipore) nyert ultratiszta vízzel (18,2 M $\Omega$  cm) történő hígításával. A törésponti klórozás után a minták stabilizálásához nátrium-tioszulfát-pentahidrátot (Merck) használtunk.<sup>17</sup>

A nátrium-hipoklorit oldatot a klórgáz NaOH-oldatba történő bevezetésével állítottuk elő az (1) egyenlet alapján:



A hipoklorit ion és a felesleges NaOH koncentrációját a korábban leírtak szerint határoztuk meg.<sup>18</sup>

### 2.2 A VIZSGÁLT VÍZMINTÁK

A kutatások során vizsgált nyersvizeket a következő településeken lévő mélyfúrású kutakból kaptuk: Apátfalva, Földeák, Királyhegyes, Kismarja, Makó, Nagyrér, Pocsaj (Magyarország). Ezeket a vízmintákat felhasználásukig hűtőszekrényben, tartósítószer hozzáadása nélkül  $4^\circ\text{C}$ -on tároltuk, azaz összetételüket és pH-értéküket a kísérletek előtt nem változtattuk meg. A vizsgálatainkat elsősorban a Királyhegyesről (EOVy: 770635,8 m, EOvx: 104066,9 m) származó nyersvíz felhasználásával végeztük, amire viszonylag magas  $\text{KOI}_{\text{ps}}$  (7,02 mg/l) jellemző. Az alkalmazott oxidatív módszer optimális paramétereinek megállapítása után az eredmények általános alkalmazhatóságát más helyről származó vízmintákkal is teszteltük. A kutatásba bevont különböző mélységi vizek néhány jellemző paraméterét az 1. táblázatban tüntettük fel. A nyersvizek

oxidatív előkezelését, valamint a törésponti klórozási kísérleteket környezeti hőmérsékleten,  $\sim 25^\circ\text{C}$ -on végeztük.

Mintavételi helyek	$\text{KOI}_{\text{ps}}$ (mg/l)	pH	$\text{NH}_4^+$ (mg/l)	Fe ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Mn ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	As ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	T ( $^\circ\text{C}$ )	Össz. $\text{CH}_4$ (l/m <sup>3</sup> )	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)
Apátfalva	5,21	8,0	1,39	75,8	16,1	3,09	22,1	4,46	n.a.
Földeák	2,70	8,0	1,58	151,1	22,6	21,9	31,1	2,47	n.a.
Királyhegyes	7,02	8,2	1,11	97,5	22,1	7,70	18,5	7,16	n.a.
Kismarja	6,52	7,9	0,71	138,0	78,0	< 0,5	13,8	-	< 5
Makó	2,30	7,8	1,56	129,1	37,8	34,8	26,3	3,45	n.a.
Nagyrér	3,20	8,0	0,20	774,0	161,0	25,1	14,8	1,70	n.a.
Pocsaj	6,80	8,0	-	84,0	38,0	5,3	-	-	< 5

1. táblázat: A vizsgálatban felhasznált mélységi vizek néhány jellemző paramétere

a: A  $\text{KOI}_{\text{ps}}$  meghatározása permanganometriás módszerrel történt.<sup>19</sup>

### 2.3 ANALITIKAI MÓDSZEREK

A minták  $\text{KOI}_{\text{ps}}$  értékét standard  $\text{KMnO}_4$  módszerrel határoztuk meg  $\pm 2,5\%$ -os standard hibával.<sup>20</sup> Az ammóniumion koncentrációját  $\pm 3,0\%$ -os hibával határoztuk meg az ISO 7150-1:1984 szabvány szerint<sup>21</sup>, ami a módosított Berthelot-reakcióra épülő fotometriás módszer. A vizsgált mintarészlethez megfelelő mennyiségű színeképző reagenst (nátrium-szalicilátot, trinátrium-citrátot és nátrium-nitrozo-pentaciano-ferrát(III)-ot tartalmazó oldat) és nátrium-diklór-izocianurát (az N,N'-diklór-1,3,5-triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trion nátriumsója) oldatot adtunk. A minta ammóniumion koncentrációját a keletkező kék színű vegyület abszorpciós maximumán (655 nm) mért fényelnyelés alapján HP 8453 diódasoros UV/VIS spektrofotométerrel határoztuk meg.

A THM meghatározásához a klórozott nyersvíz és klórozott oxidált víz mintákat 5 mg nátrium-tioszulfát-pentahidrátot (0,0125% w/v) tartalmazó 40 ml-es csavaros kupakkal zárható üvegfolyókába helyeztük, melyből három párhuzamos mérést végeztünk. Az elemzésig a mintákat  $4^\circ\text{C}$ -on hűtőszekrényben tároltuk. A THM-származékok azonosítása az MSZ 1484-5:1998 szabvány alapján<sup>22</sup>, egy Thermo TRACE GC Ultra GC-ECD analizátorral történt, amely egy elektronbefogási detektorral (ECD) és egy RTX-624 30 m $\times$ 0,32 mm $\times$ 1,8  $\mu\text{m}$  (Restek) vagy egy ZB-SemiVolatiles 30 m $\times$ 0,25 mm $\times$ 0,25  $\mu\text{m}$  (Zebron, Phenomenex) kapilláris oszlopokkal volt felszerelve. Vivőgázként héliumot használtunk

1,0 ml/perc áramlási sebességgel, és fedőgázként nitrogént 30 ml/perc áramlási sebességgel. A kemencét 6 percig  $40^\circ\text{C}$ -on tartottuk, majd percenként  $6^\circ\text{C}$ -kal  $82^\circ\text{C}$ -ra emeltük a hőmérsékletét, ezután ismét percenként  $10^\circ\text{C}$ -kal emelve a hőmérsékletet, elértük a  $100^\circ\text{C}$ -os véghőmérsékletet, amit 5 percig tartottunk. Az injektor és a detektor hőmérséklete  $140^\circ\text{C}$  volt.<sup>23</sup> A mérések standard hibája  $\pm 8,0\%$  volt.

Az AOX meghatározásához a törésponti klórozás után a klórozott nyersvíz mintákat és a klórozott oxidált mintákat 2,5 ml 1 mol/l koncentrációjú nátrium-szulfit-oldatot tartalmazó 250 ml-es csavarzárás palackba gyűjtöttük. Az elemzésig a mintákat  $4^\circ\text{C}$ -on hűtőszekrényben tároltuk.<sup>17,24</sup> A nyersvizek AOX tartalmát az ISO 9562:2004 szabvány alapján határoztuk meg<sup>25</sup> egy ECS 1200 AOX, EOX, POX analizátorral (Thermo Fisher Scientific). A módszer alapelve az, hogy a minták égetése során képződő halogenidionok koncentrációját a készülék coulometriás titrálás alapján határozza meg. A vizsgálatok során egy 250 ml-es jódszámlombikba 100 ml homogenizált nyersvízmintához 0,5 ml 65%-os salétromsavat (pH<2), 5 ml 0,2 mol/l koncentrációjú nátrium-nitrát-törzsoldatot és 50 mg aktív szenet (Thermo Trace Elementar) adtunk. A ledugózott lombikokat rázógépen 1 órán keresztül 120 fordulat/perc sebességgel rázattuk, majd argon gáz túlnyomás mellett szűrtük előre kiizzított kvarcfritteken (Thermo Scientific). Ezt követően a kiszűrt aktív szenet 25 ml 0,01 mol/l koncentrációjú (pH  $\approx$  1,7) nátrium-nitrát-mosóoldattal, majd 25 ml ultratiszta vízzel mostuk. Ezt követően a kvarcfrittet egy kvarccsónakban a kemencébe helyeztük, ahol  $980^\circ\text{C}$ -on oxigénatmoszférában megtörtént a minta égetése.

## 3. EREDMÉNYEK

### 3.1. A $\text{KOI}_{\text{ps}}$ CSÖKKENTÉSE PREOXIDATÍV ELJÁRÁSSAL

Mindegyik nyersvízzel két kísérletsorozatot végeztünk. Az egyik sorozatban a minta  $\text{KOI}_{\text{ps}}$ -ját  $\text{Fe(II)/Fe(III)} - \text{S(IV)} - \text{levegő}$  rendszerrel végzett oxidatív előkezeléssel csökkentettük a korábban megállapított optimális feltételeket alkalmazva:  $c_{\text{Fe}} = 1,7 \text{ mM}$ ,  $\text{Fe(II)\%} = 20\%$ ,  $c_{\text{S(IV)}} = 0,9 \text{ mM}$ ,  $t_{\text{levegő}} = 42 \text{ perc}$ ,  $v_{\text{levegő}} = 200 \text{ ml/perc}$ .<sup>14</sup> A reagenseket 250 ml nyersvízhez adtuk, és a reakcióelegybe folyamatosan levegőt buborékolattunk. Végül a képződő csapa-

dékot kiszűrtük, és meghatároztuk a  $KOI_{ps}$ -t. A várakozásainknak megfelelően ilyen körülmények között jelentős  $KOI_{ps}$  eltávolítási hatékonyságot sikerült elérni. Az eredmények azt is megerősítik, hogy az oxidatív előkezelés nem befolyásolja az ammóniumion koncentrációját (2. táblázat). Így, ammóniumion nem keletkezik az oxidációs folyamatban; nem távolítjuk el a reakcióelegyből a levegővel történő átöblítéssel; továbbá nem lép reakcióba az oxidáló rendszerrel sem.

Mintavételi helyek	$KOI_{ps}$ (mg/l)	$KOI_{ps}$ (kezelt) (mg/l)	$KOI_{ps}$ (%)	$c(NH_4^+)$ (mg/l)	$c(NH_4^+)$ (kezelt) (mg/l)
Apátfalva	5,21 ± 0,02	0,60 ± 0,02	88,5	1,39 ± 0,01	1,38 ± 0,01
Fődeák	2,70 ± 0,01	0,39 ± 0,01	85,6	1,58 ± 0,01	1,60 ± 0,01
Királyhegyes	7,02 ± 0,01	0,89 ± 0,01	87,5	1,11 ± 0,01	1,11 ± 0,01
Kísmarja	6,52 ± 0,02	1,19 ± 0,01	81,7	0,71 ± 0,02	0,72 ± 0,02
Makó	2,30 ± 0,01	0,34 ± 0,01	85,4	1,56 ± 0,01	1,55 ± 0,01
Nagyér	3,20 ± 0,01	0,39 ± 0,01	87,8	0,20 ± 0,02	0,21 ± 0,02
Pocsaj	6,80 ± 0,01	1,29 ± 0,02	81,0	1,31 ± 0,01	1,24 ± 0,01

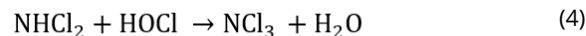
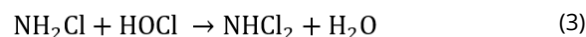
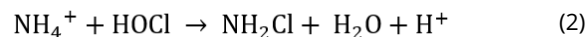
2. táblázat: A nyersvizek és oxidatívan előkezelt nyersvizek  $KOI_{ps}$  értéke, a  $KOI$  eltávolítási hatékonyság (%), valamint az ammóniumion koncentrációja az oxidatív kezelés előtt és után

### 3.2. AZ AMMÓNIUMION ELTÁVOLÍTÁSA TÖRÉSPONTI KLÓROZÁSSAL

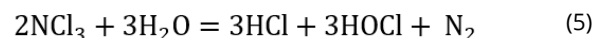
Amint már fentebb írtuk, a törésponti klórozás célja az ammóniumion eltávolítása. Emellett a hozzáadott klór oxidálja a könnyen oxidálható komponenseket is, pl. a Fe(II)-t vagy a Mn(II)-t. A minták oxidatív előkezelése esetén ezek a fémionok már oxidált formában vannak jelen. Ezen túlmenően a klórral különböző szerves komponensek klórozása és oxidációja is lejátszódik. A vízhez hozzáadandó klór mennyiségét az ammóniumion, a Fe(II) és a Mn(II) koncentráció alapján számolják ki, azonban az említett fémionok elhanyagolható koncentrációban vannak jelen az ammóniumionhoz képest. A törésponti klórozás során  $Cl_2$ -t vagy NaOCl-t adnak a nyersvízhez.

Kísérleteink során nátrium-hipokloritot használtunk, ami az alkalmazott körülmények között (semleges körüli pH) jelentős mértékben HOCl formában van jelen.

A (2)-(4). egyenletek alapján triklór-amin képződik a klórozási folyamatban.



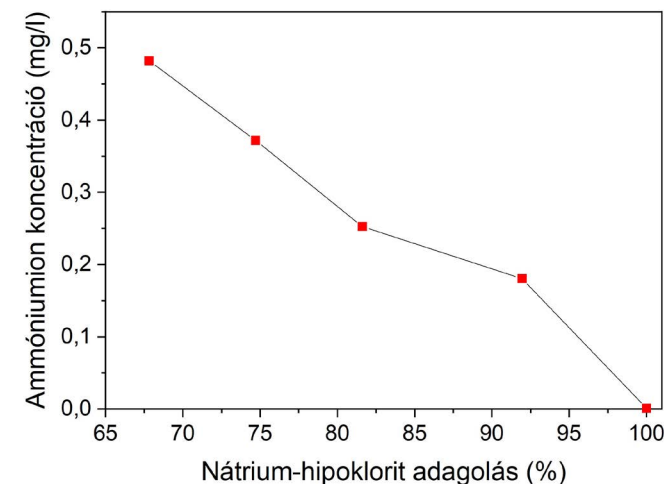
A képződött triklór-amin egy viszonylag lassú reakcióban (5 egyenlet) elbomlik:



A (2)-(4) egyenlet alapján a törésponti klórozáshoz szükséges HOCl:NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tömegarány 8,7:1 (ami a továbbiakban a 100% NaOCl dózishoz felel meg). A törésponti klórozás során a hipoklóros-sav hozzáadását követően a mintát másfél óráig kevertettük. A folyamatot 3,5 g/l koncentrációjú nátrium-tioszulfát oldat hozzáadásával állítottuk le és mértük a kezelt vízben az ammóniumion koncentrációját. A törésponti klórozáson alapuló ammóniumion-mentesítés során előfordulhat, hogy a klór aluladagolása esetén a töréspontot nem tudjuk elérni, ezáltal ammóniumionok kerülnek a hálózatba, és klóraminok képződnek, amelyek kellemtelen szagot eredményeznek.

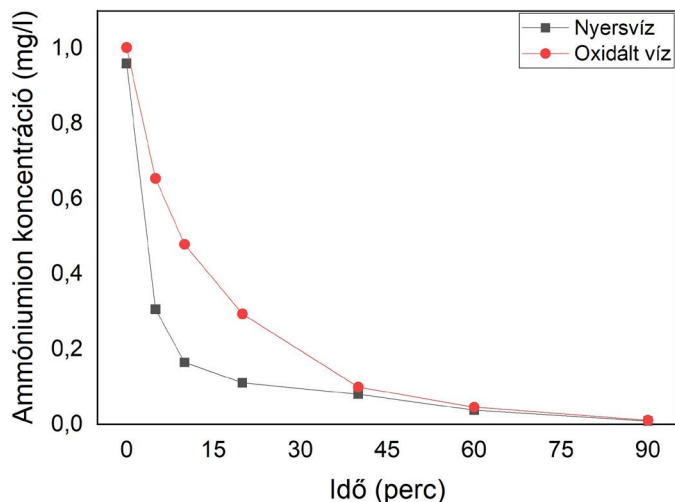
Ezzel szemben a klór túladagolása esetén a maradék szabad klór reakcióba lép a vízben található szerves anyagokkal, ami közegészségügyi kockázatot jelentő THM és AOX vegyületek képződését eredményezi. Ezek a vegyületek a technológia további lépéseiben hozzájárulnak az aktív szén adszorberek és egyéb technológiai elemek gyorsabb kimerüléséhez.

Az 1. ábra igazolja, hogy az ammóniumion koncentrációja fokozatosan csökken a nátrium-hipoklorit koncentrációjának növelésével. Az eredmény a fentebb említettekkel összhangban alátámasztja, hogy a töréspont eléréséhez a 8,7:1 HOCl:NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tömegarányra (100% nátrium-hipoklorit dózis) van szükség. A további kísérletekben ezt a tömegarányt alkalmaztuk.



1. ábra: A királyhegyesi nyersvíz 1,4 mg/l ammóniumion koncentrációjának csökkenése az adagolt nátrium-hipoklorit koncentrációjának függvényében szobahőmérsékleten. HOCl:NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tömegarány: 8,7:1, ami 100% nátrium-hipoklorit dózishoz felel meg (reakcióidő = 90 perc)

A 2. ábra a királyhegyesi nyers- és oxidált víz törésponti klórozásának időfüggését mutatja. Az ábrán jól látható, hogy mind a klórozott nyersvíz és a klórozott oxidált víz esetében egyaránt 90 perc reakcióidőre van szükség a töréspont eléréséhez. Igazoltuk, hogy valamennyi tanulmányozott nyersvíz esetében az ammóniumion teljes mennyisége eltűnik ilyen körülményeket alkalmazva. Az ábra alapján megállapítható, hogy a törésponti klórmennyiség hozzáadása után a reakció első 40 percében az ammóniumion eltávolítása eltérő sebességgel történik meg a kezeletlen és oxidált nyersvízből. Ez feltehetően azzal magyarázható, hogy az oxidatív kezelés során a két mintában eltérő mátrixhatás érvényesül. Az ábrán az is látható, hogy a kiindulási ammóniumion tartalom mindkét minta esetében közel azonos volt, azaz az oxidatív kezelés nem változtatja meg az ammóniumion koncentrációját.



2. ábra: a királyhegyesi nyers- és oxidált víz törésponti klórozásának időfüggése szobahőmérsékleten.  $\text{HOCl}:\text{NH}_4^+$  tömegarány: 8,7:1, ami 100% nátrium-hipoklorit dózisnak felel meg

### 3.3. A THM ÉS AOX VEGYÜLETEK ELTÁVOLÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Több, az ivóvízellátásban aktívan használt mélyfúrású kút esetében is vizsgáltuk az oxidatív előkezelés hatását a THM és AOX képződésére. Ahogyan az 3.1. fejezetben is említésre került, ezen vizek oxidatív kezelésére a királyhegyesi nyersvízre optimalizált reagenskoncentrációkat alkalmaztuk.

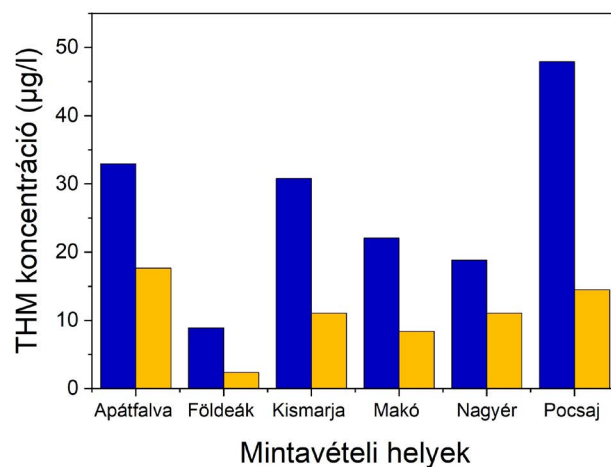
A vizsgált nyersvizeket, azok oxidatív kezelés előtti és utáni  $\text{KOI}_{\text{ps}}$  értékeit, az ammóniumion kezdeti koncentrációját a képződő halogénezett szerves komponensek koncentrációját és azok csökkenését az oxidatív kezelés hatására a 3. táblázat mutatja be. Az egyes minták ammóniumion koncentrációja viszonylag széles határok között változik (0,22 – 1,58 mg/l), ami azt jelenti, hogy az egyes minták esetében a törésponti klórozáshoz szükséges nátrium-hipoklorit koncentrációja is jelentősen különbözik. Emellett a nyersvizekben lévő szerves prekursorok koncentrációjában a különbség 2 – 2,5-szörös.

Az oxidatív előkezelés hatására bekövetkező THM-koncentráció csökkenését a 3. ábra szemlélteti, melyen jól látható, hogy a szervesanyag tartalom jelentős részének oxidatív módszerrel

Mintavételi helyek	Nyersvíz				Oxidált víz				Klórozási melléktermékek csökkenése (%)	
	$\text{KOI}_{\text{ps}}$ (mg/l)	klórozás előtti $\text{NH}_4^+$ (mg/l) (Átlag±SD)	AOX (µg/l)	THM (µg/l) (Átlag±SD)	$\text{KOI}_{\text{ps}}$ (mg/l)	klórozás előtti $\text{NH}_4^+$ (mg/l) (Átlag±SD)	AOX (µg/l)	THM (µg/l) (Átlag±SD)	AOX (%)	THM (%) (Átlag±SD)
Apátfalva (3. kút)	5,21 ± 0,02	1,39 ± 0,01	568,50	32,96 ± 0,97	0,60 ± 0,02	1,39 ± 0,01	150,69	17,66 ± 0,18	73,49	46,42 ± 1,15
Földeák (3. kút)	2,70 ± 0,01	1,58 ± 0,01	96,70	8,92 ± 0,04	0,39 ± 0,01	1,58 ± 0,01	19,47	2,38 ± 0,02	79,87	73,32 ± 0,07
Kismarja (2. kút)	6,52 ± 0,02	0,71 ± 0,02	312,40	30,83 ± 0,09	1,19 ± 0,01	0,71 ± 0,02	105,24	11,09 ± 0,04	66,31	64,03 ± 0,12
Makó (1-2-3. kút)	2,30 ± 0,01	1,56 ± 0,01	226,00	22,08 ± 0,87	0,36 ± 0,01	1,56 ± 0,01	36,04	8,42 ± 0,06	84,05	61,87 ± 0,91
Nagyér (4. kút)	3,20 ± 0,05	0,20 ± 0,02	158,90	18,83 ± 0,07	0,39 ± 0,01	0,20 ± 0,02	61,50	11,08 ± 0,68	61,30	41,16 ± 0,75
Pocsaj (3. kút)	6,80 ± 0,01	1,22 ± 0,01	331,80	47,92 ± 2,74	1,29 ± 0,02	1,22 ± 0,01	120,84	14,49 ± 0,51	63,58	69,76 ± 3,21

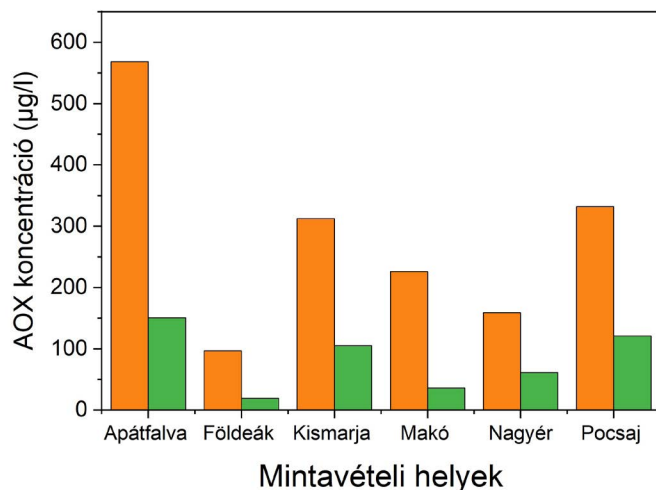
3. táblázat: a vizsgált nyersvizek, azok oxidatív kezelés előtti és utáni  $\text{KOI}_{\text{ps}}$  értékei, az ammóniumion kezdeti koncentrációja, a képződő halogénezett szerves komponensek koncentrációja és azok csökkenése az oxidatív kezelés hatására

történő eltávolításának eredményeként a THM koncentrációja is jelentős mértékben csökken.



3. ábra: THM koncentrációk különböző nyersvíz- és oxidált mintákban törésponti klórozás után. A kék szín: klórozott nyersvíz, a sárga szín: klórozott oxidált víz.  $\text{HOCl}:\text{NH}_4^+$  tömegarány: 8,7:1, ami 100% nátrium-hipoklorit dózisnak felel meg

Az AOX nem egy specifikus vegyületcsaládot jelöl, ezért e vegyületeknek az emberi egészségre gyakorolt hatását nem lehet olyan mértékben egyértelművé tenni, mint a trihalometán-szármaizékokét. Ugyanakkor, amint azt az előzőekben tárgyaltuk, az AOX koncentráció üzemeltetési okokból is kiemelkedő jelentőséggel bír.



4. ábra: AOX koncentrációk különböző nyersvíz- és oxidált mintákban törésponti klórozás után. A narancssárga szín: klórozott nyersvíz, a zöld szín: klórozott oxidált víz.  $\text{HOCl:NH}_4^+$  tömegarány: 8,7:1, ami 100% nátrium-hipoklorit dózisnak felel meg.

Amint az a 4. ábrán jól látható, a szervesanyag tartalom jelentős részének oxidatív módszerrel történő eltávolításának eredményeként az AOX koncentrációja is jelentős mértékben csökken. Megállapítható, hogy ezek az eredmények új lehetőséget kínálnak az ivóvízkezelési eljárások során jelentős problémát okozó THM és AOX koncentrációjának csökkentésére.

#### 4. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Kutatásaink alapján az oxidálható szerves szennyeződések koncentrációját szignifikánsan csökkentette a nyersvizekben az általunk alkalmazott Fe(II)/Fe(III) – S(IV) – levegő rendszer. A kapott eredmények is megerősítik, hogy az oxidatív előkezelésnek köszönhetően a halogénezett DBP-k (AOX-ok és THM-ek) lényegesen kisebb koncentrációban képződnek a törésponti klórozás során. Ezek az eredmények alapul szolgálhatnak az ivóvízelőállítási technológiák módosításához az antagonistá halogénezett DBP-k képződésének jobb kontrollálása érdekében. Ezzel a módszerrel a THM-ek koncentrációjának szabványokban előírt határértéken belül való tartása is könnyen megvalósítható. Az eljárás fő előnye, hogy az oxidatív előkezeléshez használt reagensek a folyamat

végére nem mérgező termékek (Fe(III) és  $\text{SO}_4^{2-}$ ) alakulnak.

Az előoxidációs eljárás vízkezelési technológiákba történő bevezetésének nyilvánvaló előnye a jobb minőségű ivóvíz előállítás. Azonban ezzel az extra lépéssel kapcsolatos megnövekedett költségek megalapozott aggályokat vetnek fel. Ebben a vonatkozásban fontos megjegyezni, hogy a Fe(II)/Fe(III) – S(IV) – levegő rendszer esetében viszonylag olcsó vegyszereket használunk. A reakciók termékei a szuszpendált anyagok koagulációját is fokozhatják, ezzel csökkentve a koagulánsok szükséges mennyiségét. Ennél is fontosabb, hogy az oxidatív előkezelés vízben a törésponti klórozás során lényegesen kevesebb antagonistá termék keletkezik. Következésképpen a kezelt vízből való eltávolításuk költségének megtakarítása vélhetően lényegesen túlkompenzálja az oxidatív előkezelés várható költségeit. Példaként említhető, hogy az AOX-szintek csökkentése miatt ritkábban kell regenerálni az aktív szén szűrőket a vízkezelési technológiában. A pénzügyi vonatkozások pontos felméréséhez részletes vizsgálatokra van szükség egy arra alkalmas víztisztító telepen optimalizált körülmények között.

#### IRODALOMJEGYZÉK

- Cabral, J. P., *Water microbiology. Bacterial pathogens and water. Int J Environ Res Public Health* 2010, 7, (10), 3657-703.
- Mazhar, M. A.; Khan, N. A.; Ahmed, S.; Khan, A. H.; Hussain, A.; Rahisuddin; Changani, F.; Yousefi, M.; Ahmadi, S.; Vambol, V., *Chlorination disinfection by-products in municipal drinking water – A review. J. Clean. Prod.* 2020, 273, 123159.
- Öllös, G., *Vízisztítás-üzemeltetés. Egri Nyomda: Eger, 1998.*
- Byun, K.-H.; Han, S. H.; Yoon, J.-w.; Park, S. H.; Ha, S.-D., *Efficacy of chlorine-based disinfectants (sodium hypochlorite and chlorine dioxide) on Salmonella Enteritidis planktonic cells, biofilms on food contact surfaces and chicken skin. Food Control* 2021, 123, 107838.
- Stefán, D.; Erdélyi, N.; Juhász, I.; Vargha, M., *Klórozási melléktermékek vizsgálata törésponti ammóniamentesítést alkalmazó ivóvízellátó rendszerekben, Víz és Tudomány, Vízű Panoráma, 2019/5.*
- Szebenyiné, V. B.; Gergelics, G.; Dancs, G.; Laky, D.; Licskó, I.; Németh, B.; Budai, P.; Devecseri, M.; Domonkos, A., *Törésponti klórozást alkalmazó ammóniumeltávolítási technológiák üzemeltetésének felülvizsgálata, optimalizálása négy kisvízmű példáján, Víz és Tudomány, Vízű Panoráma, 2015/6.*
- Pressley, T. A.; Bishop, D. F.; Roan, S. G., *Ammonia-nitrogen removal by breakpoint chlorination. Environmental Science & Technology* 2002, 6, (7), 622-628.
- Driss, K.; Bouhelassa, M., *Modeling drinking water chlorination at the breakpoint: I. Derivation of breakpoint reactions. Desalination and Water Treatment* 2013, 52, (31-33), 5757-5768.
- Srivastav, A. L.; Patel, N.; Chaudhary, V. K., *Disinfection by-products in drinking water: Occurrence, toxicity and abatement. Environ Pollut* 2020, 267, 115474.
- Gilca, A. F.; Teodosiu, C.; Fiore, S.; Musteret, C. P., *Emerging disinfection by-products: A review on their occurrence and control in drinking water treatment processes. Chemosphere* 2020, 259, 127476.
- Stefán, D.; Erdélyi, N.; Izsák, B.; Zárny, G.; Vargha, M., *Formation of chlorination by-products in drinking water treatment plants using breakpoint chlorination. Microchemical Journal* 2019, 149, 104008.
- Wistrom, A. O.; Chou, T.; Chang, D. P. Y.; Schroeder, E. D., *A method for measuring haloform formation during wastewater chlorination. Water research* 1996, 30, (12), 3146-3151.
- Xie, Y.; Xu, R.; Liu, R.; Liu, H.; Tian, J.; Chen, L., *Adsorbable organic halogens formed during treatment of Cl-containing wastewater by sulfate and hydroxyl radical-based advanced oxidation processes. Chemical Engineering Journal* 2020, 389, 124457.
- Kali, S.; Khan, M.; Ghaffar, M. S.; Rasheed, S.; Waseem, A.; Iqbal, M. M.; Bilal Khan Niazi, M.; Zafar, M. I., *Occurrence, influencing factors, toxicity, regulations, and abatement approaches for disinfection byproducts in chlorinated drinking water: A comprehensive review. Environ Pollut* 2021, 281, 116950.
- Kimura, S. Y.; Ortega-Hernandez, A., *Formation mechanisms of disinfection byproducts: Recent developments. Current Opinion in Environmental Science & Health* 2019, 7, 61-68.
- Truzzi, A.; Elek, J.; Fábrián, I., *Sulfur(IV) assisted oxidative removal of organic pollutants from source water. Environmental Pollution* 2022, 294, 118625.
- Maia, R.; Correia, M.; Pereira, I. M. B.; Beleza, V. M., *Optimization of HS-SPME analytical conditions using factorial design for trihalomethanes determination in swimming pool water samples. Microchemical Journal* 2014, 112, 164-171.
- Szabó, M.; Baranyai, Z.; Somsák, L.; Fábrián, I., *Decomposition of N-Chloroglycine in Alkaline Aqueous Solution: Kinetics and Mechanism. Chem. Res. Toxicol.* 2015, 28 (6), 1282-1291.
- ISO 8467:1993 - *Water quality - Determination of permanganate index*
- Geerdink, R.B.; Sebastiaan van den Hurk, R.; Epema, O.J., *Chemical oxygen demand: Historical perspectives and future challenges. Anal. Chim. Acta.* 2017, 961, 1-11.
- Standardization, I. Of. 1984 ISO 7150-1:1984 - *Water quality — Determination of ammonium — Part 1: Manual spectrometric method.*
- MSZ 1484-5:1998 - *Vízvizsgálat. Illékony halogénezett szénhidrogének meghatározása. In 1998.*
- Maia, R., Correia, M., Pereira, I.M.B., Beleza, V.M., *Optimization of HS-SPME analytical conditions using factorial design for trihalomethanes determination in swimming pool water samples. Microchem. J.* 2014, 112, 164-171.
- Xie, Y. W.; Chen, L. J.; Liu, R.; Tian, J. P., *AOX contamination in Hangzhou Bay, China: Levels, distribution and point sources. Environ Pollut* 2018, 235, 462-469.
- ISO 9562:2004 - *Water quality — Determination of adsorbable organically bound halogens (AOX). In 2004.*
- Rouge, V., von Gunten, U., de Sentenac, M.L., Massi, M., Wright, P.J., Croue, J.P., Allard, S., *Comparison of the impact of ozone, chlorine dioxide, ferrate and permanganate pre-oxidation on organic disinfection byproduct formation during post-chlorination. Environ. Sci.: Water Res. Technol.* 2020, 6 (9), 2382-2395.



**RADÁCS ATTILA**  
elnök  
MaVíz Műszaki  
Bizottság

[radacs.attila@bakonykarsztrt.hu](mailto:radacs.attila@bakonykarsztrt.hu)

## MAVÍZ HÍREK

# Visszatekintő a Műszaki Bizottság szemszögéből a 2023-as évre

Minden évben, immár hagyományosan a Főmérnöki értekezlet keretében adunk számot a Műszaki Bizottság elmúlt éves tevékenységéről. Így történt ez 2023. őszén is. Beszámolóinkban ismét több sikeres projektről beszélhettünk, a teljesség igénye nélkül a legjelentősebbek az alábbiak voltak:

- A szennyvízcsatorna hálózatok tisztítási technológiáiról összefoglaló tanulmányt készítettünk 2022-ben és 2023-ban. A 2022-es Főmérnöki Értekezlet plenáris ülésén bemutatott összefoglaló, a 2023-as évben kiegészült a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. munkatársainak tapasztalataival a járható méretű csatornákat illetően.
- 2023-ban készítették el kollégáink az Idegen vizek kiszorítása az elválasztott rendszerű szennyvízcsatorna hálózatokból című tanulmányt, mely a 2023-as Főmérnöki Értekezlet egyik vezető előadása volt. A műszaki ajánlás a költséghatékonyság szellemében készült és kitér az idegenvízzel kapcsolatos vizsgálatokra, a felderítés módszereire, a hibajavításokra, továbbá a jogérvényesítés lehetőségeire. A műszaki ajánlás összeállítása során sok segítséget kaptunk a vízipari tagvállalatoktól, különös tekintettel az Agriapipes Kft.-re.
- Újból felelevenítettük a szennyvíz agglomerációk és a tartózkodási idők kérdését. Cél a 6 órás tartózkodási idő felülvizsgálata. (Az OVF szakmailag támogatja a kérésünket. Tárcaközi egyeztetés szükséges a továbbiakban)
- Víziközmű-rendszerek kapacitás korlátjainak kérdéseivel fog-

lalkozott egyik átfogó tanulmányunk, a 2020-2022-es nyári időszakokban előállt ideiglenes vízhiányok okán. A Jogi Bizottsággal közös munka keretében elkészült egy MaVíz Műszaki Irányelv és jogszabálmódosítási javaslat csomag, mely megküldésre került a MEKH és az Energiaügyi Minisztérium számára, kérve támogatásukat.

- A készülő Települési Szennyvízkezelési EU Irányelv tervezetének véleményezését, kritikai elemzését is elkészítettük. (A Belügyminisztérium felkérésére véleményezhette a Műszaki Bizottság a készülő direktívát)

### SAKMAI NAPOK:

1. Az Ivóvíz Irányelv átültetéséből fakadó hazai jogszabályváltozások értelmezése.
2. A vízbiztonsági tervek helyzete, fejlesztési lehetőségek (MHT-val közös rendezvény)
3. 2024. januárjában, a Vízipari tagszervezetek kezdeményezése alapján került megrendezésre Az állami építési beruházások rendjéről szóló törvénnyel kapcsolatos szakmai nap.

Az elkészült dokumentumok regisztrációt követően az alábbi linkről letölthetők: <https://maviz.hu/bizottsagi-ajanlasok>

## MAVÍZ HÍREK

# MaVíz rendezvény-naptár 2024

2024. MÁRCIUS 22.  
VÍZ VILÁGNAPI GÁLAEST (Pesti Vigadó)

2024. ÁPRILIS 16-17.  
INFORMATIKAI ÉS HR KONFERENCIA (Zamárdi)

2024. MÁJUS 8-9.  
ORSZÁGOS LABORATÓRIUMI ÉRTEKEZLET (Debrecen)

2024. MÁJUS 22.  
MAVÍZ KÖZGYŰLÉS (MaVíz Titkárság, 1051 Bp., Sas u. 25.)

2024. JÚNIUS 5-6.  
ORSZÁGOS VÍZIKÖZMŰ KONFERENCIA (Eger)

2024. SZEPTEMBER 10-11.  
ORSZÁGOS VÍZIKÖZMŰ SZERELŐVERSENY (Eger)

2024. SZEPTEMBER 24-25.  
FŐMÉRNÖKI ÉRTEKEZLET (Szeged)

2024. OKTÓBER 9-10.  
ORSZÁGOS ÜGYFÉLSZOLGÁLATI VERSENY ÉS ÉRTÉKESÍTÉSI KONFERENCIA (Kecskemét)

2024. NOVEMBER 5-6.  
GAZDASÁGI VEZETŐK ÉRTEKEZLETE ÉS JOGI KONFERENCIA (Visegrad)

2024. NOVEMBER 19-20.  
IGAZGATÓI ÉRTEKEZLET (Sopron)



**DR. HŐS CSABA**  
egyetemi tanár  
**BME Gépészmérnöki**  
**Kar, Hidrodinamikai**  
**Rendszerek Tanszék**  
hos.csaba@gpk.bme.hu

## VISSZA AZ ISKOLAPADBA

# Kavitáció, szívóképeség, NPSH

Ebben a rövid cikkben összefoglaljuk a szivattyúk szívóképeségével és a kavitációs roncsolás elleni védekezéssel kapcsolatos legfontosabb alapismereteket.

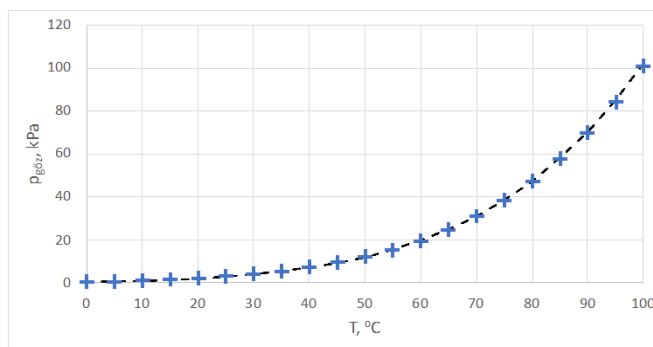
## KAVITÁCIÓ

Kavitáció alatt azt a jelenséget értjük, amikor a folyadék (statikus) nyomása a telített gőznyomás alá csökken, ami a folyadékban kis, gőzzel teli üregek kialakulásához vezet (latin „cavus” = üres). Az áramló közeg a gőzbuborékokat magával sodorja és nagyobb nyomású helyeken ezek hevesen összeomlanak (gőz tartamuk kondenzálódik). Amennyiben ez az összeomlás szilárd felület közelében történik, a felület roncsolódhat, ezért szivattyúinkban igyekszünk elkerülni a kavitáció kialakulását.

A jelenség megértéséhez mindenképp a folyadék (víz) telített gőznyomására van szükségünk. Az 1. ábrán a hőmérséklet függvényében mutatjuk be az egyes hőmérsékletekhez tartozó gőznyomást, a szaggatott vonal pedig a

$$p_{g\ddot{o}z} \text{ (kPa)} = 0,61078 \exp\left(\frac{17,27 T(^{\circ}\text{C})}{T(^{\circ}\text{C}) + 237,3}\right)$$

közelítést ábrázolja (a nyomást abszolút értékben kapjuk!). (Az „exp” a természetes alapú logaritmusfüggvény, pl. Excel-ben a „kitevő” eljárás adja meg.) A diagramon jól látható, hogy a légköri nyomáson (100 kPa) a jól ismert 100°C-os értékről indulva a hőmérséklet csökkenésével csökken a telített gőznyomás is, szobahőmérsékleten (15°C) elérve az 1,7 kPa-os (abszolút) nyomást.



Mielőtt továbblépünk, megemlítjük még, hogy a kavitáció és a forrás jelensége között a fizikai alapmechanizmus tekintetében nincsen különbség, inkább szóhasználati eltérés van közöttük. Forrás esetében jellemzően adott nyomáson a hőmérséklet növekedése okozza a halmazállapotváltást (a fenti ábrán vízszintesen mozgunk), míg kavitáció esetében állandó hőmérsékleten a nyomás növekedése okozza a halmazállapot változást (függőlegesen mozgunk).

A következő kérdésünk, hogy egyáltalán releváns kérdés-e vizes rendszerekben a kavitáció? Képzeljük el a következő esetet: légköri nyomású medencéből vízszintes csővezetéken keresztül juttatjuk el a szívócsonkhoz a 15°C-os vizet. Mivel a telített gőznyomás 1,7 kPa, a megengedhető nyomásesés 1 bar-1,7 kPa = 98,3 kPa = 10 vom. Ezt a nyomásvesztést egy régi (nagy ellenállású) lábszeleppel, indokolatlanul hosszú vagy szűk szívóvezetékkel, vagy félig zárva felejtett gömbcsappal könnyen elérhetjük.

A kavitációs üzemiállapot következményei

## A KAVITÁCIÓS ÜZEMÁLLAPOT KÖVETKEZMÉNYEI

A kavitáció kialakulásának káros következményei vannak, nem csupán a szivattyúra, hanem a teljes rendszerre.

A kavitáció során a gőzbuborékok összeomlása lökéshullámokat

és nagy sebességű folyadéksugarat hoz létre, amelyek erodálhatják a szivattyú alkatrészeit, különösen a járókerék lapátjait (belépőél környéke) és a szivattyúházat. Kismértékű kavitációnak hosszan ellenállhat a szivattyú (akár megfelelő méretezés esetén is jelen lehet a szivattyúban kismértékű kavitáció), ám amennyiben hangos, „csörömpölő” hangot hallunk, erős kavitációra gyanakodhatunk és a szivattyúnk biztosan jelentős károsodást fog szenvedni rövid időn belül.

A kavitáció a szivattyú hidraulikai teljesítményének csökkenését okozza, mindenképp alacsonyabb szállítómagasságot. (A gyártók magát az NPSH<sub>r</sub> értéket is úgy szokták meghatározni, amelynél a szállítómagasság 3%-ot csökken a normál értékhez képest.) A járókerékben kialakuló „gőzfelhő” blokkolja az áramlást, melynek hatásaként a szivattyú hidraulikai paraméterei romlanak.

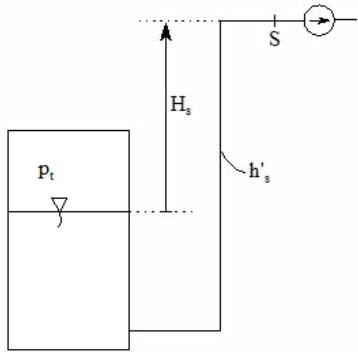
A gőzbuborékok gyors képződése és összeomlása rezgéseket és zajt okoz, ami hozzájárul a mechanikai kopáshoz és növelheti a szivattyúalkatrészek ill. a kapcsolódó csővezeték fáradásos meghibásodásának kockázatát. Természetesen a megnövekedett zaj további problémákhoz vezethet.

A kavitáció okozta károsodás és a szivattyú csökkent hatásfoka gyakran megnövekedett energiafogyasztáshoz vezet, mivel lecsökkent hidraulikai paramétereket (térfogatáram, nyomáskülönbség) kompenzálni szükséges.

## NET POSITIVE SUCTION HEAD, NPSH

Szivattyúk esetében a kavitáció a szívócsonk közelében lehet probléma; jellemzően a járókerék belépőlének külső részén figyelhetünk kavitációs roncsolást. (A kilépő oldalon a magas nyomás miatt már „messze vagyunk” a tenziógörbétől.) Gyakorlati szempontból azonban nehézkes a szivattyú „belsejét” szerepeltetni a méretezés, ellenőrzési módszerben, mivel a szükséges adatok (belépőél geometria, ház kialakítása) gyakran csak a gyártónál

állnak rendelkezésre. A szivattyút beépítő szakember jellemzően csak a szívócsövet méretezi, ezért praktikusán a szivattyú szívócsonkjára az a pont, ahol elvégezzük az ellenőrzést.



Tekintsük az alábbi ábrát, melyen egy szivattyú szívóoldalát ábrázoltuk: a tartályban  $p_t$  nyomás uralkodik (nyitott tartály esetén ez 1 bar), a szivattyú  $H_s$  magasságban van a víztükörhöz képest, a szívócső ellenállása  $h'_s$ . A szívócső az „s” pontban csatlakozik a szivattyúhoz, ebben a pont-

ban fogjuk kiszámítani a nyomást. Ehhez írjunk fel egy veszteséges Bernoulli egyenletet a víztükörről induló áramvonal mentén a szivattyú szívócsonkjáig!

$$p_t = p_s + \frac{\rho}{2} v_s^2 + \rho g H_s + \rho g h'_s.$$

A gyakorlatban nehéz pontosan meghatározni, hogy milyen szívócsonkbeli nyomás esetén jelentkezik a kavitáció a járókerékben, ezért bölcs dolog a r szívócsonknál a gőznyomáshoz képest némi „nyomástartalékot” képezni: a szívóoldali össznyomást tehát bontsuk fel két részre: a gőznyomásra és a felette maradó NSPH „nettó” tartalékra (Net Positive Suction Head, vom):

$$p_s + \frac{\rho}{2} v_s^2 = p_g + \rho g NPSH_a.$$

Az „a” index az angol „available” = elérhető rövidítése, ti. a csővezetékben a szívócsonknál ennyi nyomástartalék érhető el a telített gőznyomás „felett”. A méretezés az NPSH értékre történik a következő módon. Adott szívócső kialakításra kiszámítjuk az  $NPSH_a$  értékét:

$$NPSH_a(vom) = \frac{p_t - p_g(T, ^\circ C)}{\rho g} - H_s - h'_s$$

majd ezt összevetjük a szivattyú gyártó által (jellemzően a jelleggörbével együtt) megadott  $NPSH_r$  („required” = szükséges) értékkel. Az üzem akkor lesz kavitációmentes, ha teljesül a

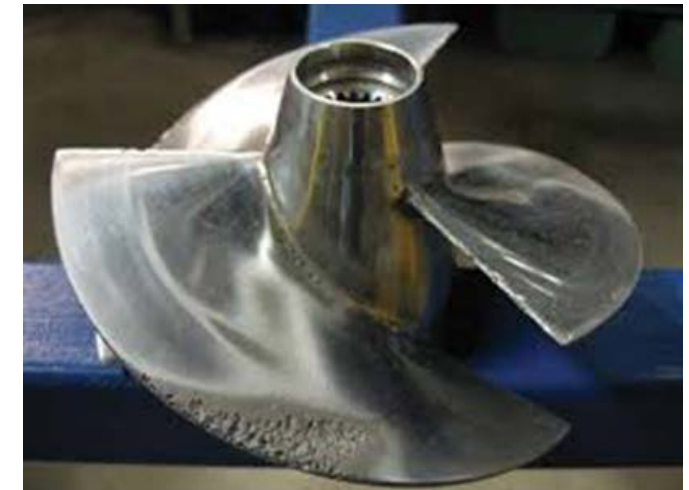
$$NPSH_a > NPSH_r$$

feltétel.

### GYAKORLATI MEGFONTOLÁSOK

1. A  $H_s$  magasság előjeles mennyiség és akkor pozitív, ha a szívócsonk a szívómedence víztükör felett van, hozzáfolyás esetén negatív.
2. A szívóvezeték ellenállásának helyes becslése kiemelten fontos. Amennyiben számottevő hosszúságú egyenes csőszakaszt tartalmaz, járjunk el gondosan a csősúrlódási tényező megválasztásakor! Ne feledjük azt sem, hogy  $h'_s$  a szívócső átmérőjének ötödik (!) hatványával fordítottan arányos, tehát pl. 20% átmérőcsökkenés  $1/0,8^5=3$ -szoros ellenállás-növekedést okoz és hasonlóan, 20% átmérőnövekedés  $1/1,2^5=0,4$ , tehát kevesebb, mint a felére csökkenti a szívócső  $h'_s$  ellenállását.
3. Az NPSH értékek (mind  $NPSH_a$ , mind  $NPSH_r$ ) térfogatáram-függők: növekvő térfogatáramokhoz növekvő  $NPSH_r$  érték tartozik (katalógus adat) és csökkenő  $NPSH_a$  érték. Ezért amennyiben a szivattyú munkapontja jelentősen változik, újra ellenőrizni szükséges a megfelelést.
4. A telített gőznyomás függ a közeg hőmérsékletétől, ez pl. forróvízes rendszereknél fontos lehet. A 20 °C és az 50 °C-os víz telített gőznyomása között 10 kPa=1 vom különbség van!
5. A telített gőznyomás függ a tengerszint feletti magaságtól, pl. 3000 m magasságban 100 kPa helyett már csak 70 kPa a légköri nyomás, ezzel (nyitott tartály esetében) korrigálni szükséges a  $p_t$  tagot.
6. A kavitációt nem a folyadék gáztartalma okozza! Tökéletesen gázmentes folyadék esetében is jelentkezni fog a kavitáció, hiszen a kavitációs buborékokat az elpárolgott folyadék alkotja. Természetesen a folyadék gáztartalma is káros, amely pl. a szivattyú járását hangossá, egyenetlenné teszi, de a kavitáció ettől független jelenség.

7. A kavitáció jelensége nem szorítkozik pusztán a szivattyúkra. Gyakori, hogy szabályozószelepek bizonyos üzemi állapotokban (kis szelepnitások esetében) kavitációs állapotba kerülnek. Hasonlóan az örvényszivattyúkhoz, dugattyús gépek esetében is fennáll a kavitáció veszélye, azonban az ilyen gépek esetében követendő ellenőrzési módszer bemutatása túlmutat jelen cikk céljain.



TOLNAI BÉLA  
okl. gépészmérnök  
BioModel Bt.

tolnaibela51@gmail.com

SZAKMÁNK MEGALAPOZÓI

# Adhémar Jean Claude Barré de Saint-Venant (1797 – 1886)

FRANCIA FIZIKUS



Saint-Venant 1797. augusztus 23-án Villiers-en-Biere-ben született. 17 évesen az École Polytechnique hallgatója. 1816-ban végés és 27 éven át építőmérnöki tevékenységet folytat.

Az első hét évben a Service des Poudres et Salpêtres -nél dolgozik, az ezt követő húsz évben pedig Service des Ponts et Chaussées-nél alkalmazták.

Saint-Venant matematikát is tanított cége oktatási intézményében, az École des Ponts et Chaussées-n, ahol Coriolis örökébe lépett.

Saint-Venant főleg mechanikával, rugalmasságtannal, hidrosztatikával és hidrodinamikával foglalkozott. Az 1843-ban, 7 évvel Navier halála után közzétett munkája talán a legemlítésre méltóbb, amelyben megadja a Navier-Stokes egyenletek helyes levezetését. Ebben az értekezésben helyesen ismeri fel a viszkozitási szerepét a sebesség gradiens számításánál. Hogy nevét miért nem hozták kapcsolatba az egyenletekkel, az máig rejtély. Meg kell jegyezni, hogy Stokes is a korrekt levezetésig jut el, azonban eredményeit csak két évvel később közli.

1845-ben Grassmanhoz nagyon hasonló módon kidolgozza a vektorokkal való számolás módszerét. Ezután az elsőbbségi vitába keveredik Grassmannel. A nem körkeresztmetszetű rudak csava-

rásának levezetését 1850-ben teszi közzé. Navier elgondolását folytatva 1864-ben egy összefoglaló jelentést készít gerendák hajlításáról. 1871-ben levezeti a nem állandósult, nyíltfelszíni csatornában való áramlás egyenletét.

1868-ban választják a Tudományos Akadémia tagjává, ahol Poncelet helyét veszi át a mechanikaire szekcióban. Ekkor már 71 éves, de rendületlenül folytatja kutatásait. 86 éves, amikor lefordítja Clebsch rugalmasságtanról szóló művét, amelyet bőven ellátott megjegyzéseivel. Saint-Venant 1886. január 6-án a Loir menti St. Quen-ben halt meg.

## NEVÉT VISELI:

### Saint-Venant elv

A deformálható testekben kialakuló alakváltozási és feszültségi állapotot a támadó erők a támadási hely közvetlen környezetétől eltekintve csak alig befolyásolják.

### Saint-Venant –Wentzel formula

A Laval-fúvókában a „v” áramlási sebességet megadó képlet, ha adiabatikus folyamatot feltételezünk.

$$v = \frac{2\kappa}{\kappa-1} RT_0 \left[ 1 - \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right]$$

## FORRÁS

<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Saint-Venant/>



SÁFÁR TAMÁS

Siemens Zrt.

mérnök-értékesítő

tamas.safar@siemens.com

**KIVONAT:** A Siemens már egy jó ideje nem csak vezérlő és terepi eszközöket gyárt a különböző ipari szegmensek számára, hanem a legmodernebb szoftverekkel támogatja az ipar szereplőit. A víz- és szennyvíziparban dolgozó üzemeltetők mindennapi munkájuknak támogatására a Siemens a SIWA alkalmazáscsaládot hozta létre, amelyben kiemelt helyet töltenek be a szivárgásérzékelő applikációk. A szállító csővezetékben kialakuló szivárgásokat a SIWA Leak szoftver alkalmazásával lehet detektálni és lokalizálni. Ehhez mindösszesen a szivárgásfigyelő rendszer az áramlás- és nyomásmérő műszereket használja a szivárgások felismerésére és lokalizálására. A szoftver öt különböző szivárgásmeghatározási módszer kombinációját használja a szivárgások észleléséhez.

A szállítóvezetékben kialakuló szivárgásokon túl, a vízelosztó hálózatokon belül keletkező szivárgások felderítése is komoly feladatot jelent az üzemeltetők számára. Ennek a feladatnak a megoldásához nyújt hatékony segítséget a SIWA LeakPlus applikáció. A szoftver mesterséges intelligencián alapuló innovatív megoldás a vízszivárgások detektálására és lokalizálására vízelosztó hálózatokban. Ez a szoftver elérhető felhőalapú megoldásként vagy az ügyfél telephelyén lévő külön munkállomásra, esetleg az ügyfél virtuális környezetében telepítve. A mai kor elvárásai szempontjából a felhőalapú megoldás a legbiztonságosabb az adatbiztonság, kibérvédelmi és hardver- és szoftverkarbantartási szempontokat figyelembe véve.

**KULCSSZAVAK:** Szivárgásérzékelés, Mesterséges intelligencia, Felhőalapú rendszer

## IPARI ÚJDONSÁG

# Mesterséges intelligenciával támogatott szivárgásérzékelő rendszerek

A víz- és szennyvízipar területén is megjelennek a mesterséges intelligenciával felvértezett megoldások. A cél - mint az ipar más területein - az üzemeltetési hatékonyság növelése, valamint a korlátozott erőforrásokkal történő felelősségteljes gazdálkodás, a fenntarthatóság. Ehhez, illetve a körkörös vízgazdálkodás érdekében a szektor vállalatainak integrált adatplatformra kell kapcsolnia mind a vízellátás, mind a szennyvízelvezetés keresleti és kínálati oldalát. Ehhez fejlesztette ki a Siemens a SIWA alkalmazásokat.

A SIWA a Siemens Water rövidítése, egy kifejezetten a vízipar igényeihez kifejlesztett alkalmazáscsalád. Ezekkel az alkalmazásokkal az üzemeltetők optimalizálhatják az energiahatékonyságot, elkerülhetik a vízvesztéseket, csökkenthetik a víztestek szennyezését, és megelőző karbantartási intézkedéseket hozhatnak. A következőkben bemutatott szoftverek a nem számlázott víz (NSZV) felderítésében segítik az üzemeltetőt. Ezek a szivárgások gazdasági veszteséget jelentenek a vízműveknek, mivel az előállított ivóvíz soha nem kerül leszámításra, következményes károkat okozhatnak utakban, épületekben, valamint jelenleg a szivárgások felderítése időigényes és költséges feladat.

## SIWA LEAK – SZIVÁRGÁS ELLENŐRZÉS A SZÁLLÍTÓ CSŐVEZETÉKBE

A SIWA Leak egy valós idejű szivárgásérzékelő alkalmazás, amely detektálja és lokalizálja a szivárgást olyan szállító csővezetékben, ahol nincs leágazás. A csővezeték két végén lévő áramlás- és nyomásmérő műszerek segítségével a szoftver felismeri és lokalizálja a szivárgást, valamint riasztást küld az operátornak. Ezeknél a csővezetékknél nincs fogyasztói leágazás. A szoftver öt különböző szivárgásmeghatározási módszer kombinációját használja a megbízhatóság érdekében, így a kisebb és nagyobb

szivárgások is gyorsan érzékelhetőek.

**1. TÖMEGEGYENSÚLY MÓDSZER:** A tömegegyensúly módszerrel összehasonlítjuk a megfigyelt szegmens be- és kiáramlását. A szivárgás előtti és utáni áramlási sebességeket összehasonlítja és a különbséget méri a szoftver. A  $Q_{in}$  és  $Q_{out}$  mérési pontokon mért áramlási sebességek közötti különbséget érzékeli ugyanabban az időpillanatban és állandósult állapotban. Ha különbség van, akkor szivárgásról van szó.

**Módszer leírása:** Ez a módszer azt a tényt használja ki, hogy egy tömör csővezetékrendszerben nem lehet tömegvesztés. Az áramlási értékeket egy beállítható időtartományban integráljuk a szakasz be- és kimeneti pontjain. A kiértékelési folyamat során ezeket az integrált értékeket összehasonlítja a szoftver, és ha a különbség meghaladja a testre szabható határértéket, riasztás történik. Hosszú átlagolási idők alkalmazása esetén még a kis szivárgások is észlelhetők. Ez azonban azt is jelenti, hogy hosszabb időbe telik a szivárgás észlelése. Ezért általában két tömegmérést használnak párhuzamosan, hogy gyorsabb és pontosabb eredményt kapjanak. Egy meghatározott idő alatt a csővezeték kiáramlásának kisebbnek kell lennie, mint a beáramlásnak, hogy a szoftver riasztást adjon ki a tömegegyensúlyra vonatkozóan. Abban az esetben, ha a kiáramlás nagyobb, mint a csővezeték beáramlása, a szoftver szintén riasztást jelez (hibás mérés).

**2. ÁRAMLÁSVÁLTOZÁS MÓDSZER:** A módszer lényege, hogy az áramlási sebességet a csőszakasz egy pontján méri és kiértékeli a szoftver. Az áramlási sebesség változása például a  $Q_{out}$  mérési ponton érzékelhető; a különböző időpontokban végzett méréseket összehasonlítja az alkalmazás.

**3. NYOMÁSESÉSES MÓDSZER:** Ez a módszer gyors nyomásesést keres egyetlen ponton végzett nyomásmérésnél. A nyomásváltozást

pl.: a  $p_{out}$  mérési ponton érzékeli és a különböző időpontokban végzett méréseket összehasonlítja a szoftver.

**Módszer leírása:** A szivárgások a csővezetékben fellépő gyors nyomáseséseken keresztül mutathatók ki. Az analóg értékeket testre szabható mintavételi sebességgel a FIFO elv szerint tárolja. A FIFO elv szerint az utolsó öt értéket tárolja a szoftver, amelyek közül a legalacsonyabbat veszi figyelembe. Ebből a legalacsonyabb értékből egy testre szabható hiszterézist von le, és az eredményt összehasonlítja az aktuális mérési értékkel. Ha az aktuális érték kisebb, akkor történik riasztás. Az esemény időpontja és dátuma megjelenik a rendszerben. Az ellenőrzött mérésnél nyomásesésnek kell lennie ahhoz, hogy a szivárgásérzékelő rendszer kiadja a riasztást és a riasztás idejét.

**4. NYOMÁSHULLÁM MÓDSZER:** Ez a módszer a hirtelen fellépő szivárgások lokalizálására szolgál.

**Módszer leírása:** Ezt az eljárást a csőszakasz mindkét végén

nyomásméréssel végezzük. A hirtelen szivárgások által keltett negatív nyomáshullámokat a szoftver érzékeli, és létrehozza az esemény időbélyegét. A csővezeték mindkét végéről származó időbélyegek, a csővezeték hossza és a vízben terjedő hullámok állandója alapján kiszámítható a szivárgás helye. Az időbélyegek, a csővezeték szakasz hossza és a negatív nyomáshullámok sebessége közötti különbségből a szivárgás helye meghatározható.

A szivárgási pont távolsága abszolút értéként és nyílként is megjelenik a „szivárgásérzékelő rendszer” képernyőjén a szivárgás előtt lévő érzékelőkhöz képest. A megfigyelt csővezeték szakasz mindkét végén nyomásesésnek kell lennie ahhoz, hogy a szoftver riasztást adjon és kiszámítsa a szivárgás pontos helyét. Amennyiben a kiszámított szivárgás a megfigyelt szakaszon belül van, riasztást ad ki. Ha a számított szivárgás a szakaszon kívül van, akkor a nyomáshullám is a szakaszon kívülről érkezik, ezért nem ad ki riasztást az alkalmazás.

**5. NYOMÁSGRADIENS MÓDSZER:** A nyomásgradiens módszer a

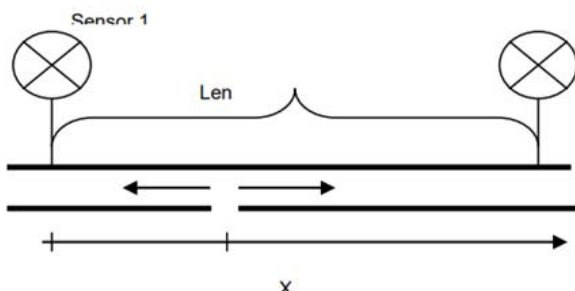
állapotban.

A 3. ábra mutatja a törvény által a szivárgás esetén előidézett nyomásgradienst:

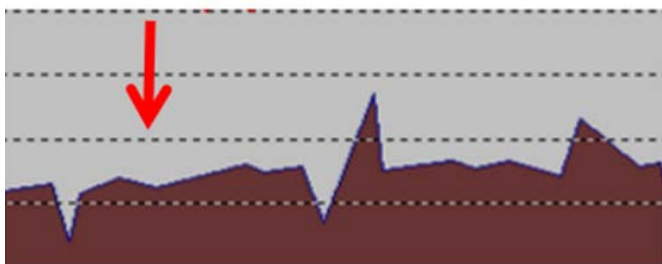
A szivárgás előtti és utáni nyomásgradiensek arányosak a mérhető  $q_1$  és  $q_2$  tömegáramokkal, és így kiszámíthatóak. Ezért a szivárgás helyét a két lineáris nyomásgradiens metszéspontjaként lehet meghatározni, amelyek  $p_1$  és  $p_2$  végpontjai szintén mérhetőek.

A mérési pontatlanságok és a csővezeték zajainak figyelembevételével a paraméterek által beállítható a riasztási érzékenység is. Így teljesen személyre szabható a szoftver. Fontos megemlíteni, hogy a szoftver gyártófüggetlenül tud kommunikálni a vezérlést végző PLC-kkel vagy felügyeleti SCADA rendszerrel.

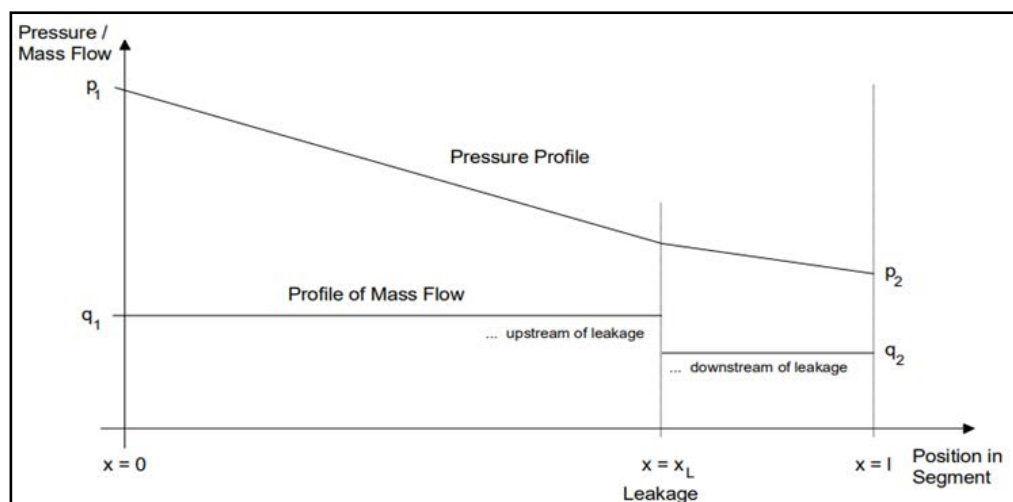
Összefoglalva a SIWA Leak használatának előnye, hogy állandó felügyeletet biztosít az ivóvíz szállítási rendszerek üzemeltetőinek a szivárgások csökkentésében, hozzájárul a következményes károk csökkentéséhez, valamint segítségével megnövekedhet a hatékonyság az üzemek működtetésében és karbantartásában.



1. ábra: Nyomáshullám rendszer módszere



2. ábra: Példa a szivárgás helyének jelzésére a „szivárgásérzékelő rendszer” képernyőjén



3. ábra: Nyomásgradiens szivárgás esetén az  $x_L$  pontban

szivárgás lokalizálására a Darcy-egyenletet használja. A Darcy-törvény a következő változók közötti összefüggést írja le: nyomáskülönbség, áramlási sebesség és a csővezeték hossza stacionárius

## SIWA LEAKPLUS – SZIVÁRGÁSELLENŐRZÉS A VÍZELOSZTÓ HÁLÓZATOKBAN

A szállító vezetékben kialakuló szivárgásokon kívül a vízelosztó hálózatokon belül keletkező szivárgások felderítése is komoly feladatot jelent a vízművek számára. Egy megbízható szivárgásérzékelő rendszer létrehozásához először is fontos megérteni, hogy miből áll a vízhálózat és hogyan működik.

A hálózat olyan elemekből áll, mint a gátak, víztározók, kutak, szivattyúállomások, csövek, tárolók és mérőberendezések. A szivárgások általában a vízelosztó csővezetékekben fordulnak elő egy település teljes elosztóhálózatán belül. Az ilyen vízelosztó hálózatot úgynevezett DMA-kra (mérési körzetekre) osztják. Ez a

DMA-kra való felosztás előnyös a szivárgásellenőrzéshez szükséges adatok pontos és fenntartható mérése szempontjából, és csökkenti a hálózatban szükséges mérőberendezések számát. A következőkben röviden bemutatásra kerül a szoftver felépítése és működése.

## A FELHŐALAPÚ RENDSZER

SIWA LeakPlus egy mesterséges intelligencián alapuló innovatív megoldás a vízszivárgások detektálására és lokalizálására vízelosztó hálózatokban. Ez egy 100%-ban felhőalapú alkalmazás, amely elérhető „helyi” megoldásként. A felhőalapú megoldás előnye, hogy nincs szükség sem további hardver, sem további szoftver telepítésére, ami azt jelenti, hogy az ügyfél részéről nincs szükség hardver- és szoftverkarbantartásra vagy szervizelésre. A feltöltések és a frissítések automatikusan, a háttérben történnek. Mindössze egy webböngészőre és a SIWA LeakPlus projekthez való hozzáférésre van szükség. Nincs szükség külön szerződésre egy felhőszolgáltatóval, mivel a szoftvercsomag már tartalmazza az összes szolgáltatást. Az adatbiztonság és a kiberbiztonság tekintetében a SIWA LeakPlus felhőalkalmazásként megfelel a legmagasabb szintű informatikai biztonsági előírásoknak, és jelenleg az egyik legbiztonságosabb felhőalapú számítástechnikai környezetben, a németországi Frankfurtban található AWS-en fut. A helyi megoldás esetében két telepítési változat áll rendelkezésre: vagy az ügyfél telephelyén lévő külön hardveres rendszerre, vagy az ügyfél virtuális környezetébe. Az első változat esetében az alapberuházás magasabb, elsősorban a hardver szervizelése és karbantartása, valamint a rendszeres és szükséges szoftverfrissítésekhez való távoli hozzáférés miatt. A helyi megoldás oka lehet a helyi szabályozás, a törvények vagy a vállalat filozófiája. Ebben az esetben azonban elengedhetetlen az informatikai biztonsági szempontok értékelése. Melyiket könnyebb megvédeni? Egy felhőalapú környezetet egy olyan magasan specializált vállalat, mint az AWS know-how-jával, erejével és tapasztalatával, vagy a saját IT-környezetet? A SIWA LeakPlus, mint felhőmegoldás bizonyított tanúsítványokkal rendelkezik a kiberbiztonság tekintetében, és teljes mértékben megbízható.

## SENZORADATOK ÉS KOMMUNIKÁCIÓ

A szivárgásérzékelő alkalmazás a meglévő vezérlő- és automatizálási rendszerek kiegészítéseként, a vízvezeték állapotáról ad további tájékoztatást. A szenzoradatokon alapuló mesterséges intelligencia segíthet jelentősen csökkenteni a szivárgáskeresésre fordított értékes időt. A SIWA LeakPlus minden típusú érzékelőből származó adatot képes elemezni, például az áramlás- és nyomásméréseket. A DMA belépési és kilépési pontjain lévő áramlásérzékelők közvetlenül az alkalmazásba küldik az adataikat. Az adattovábbítás a legújabb IoT protokollok, például az MQTT, a SIGFOX, az FTP vagy a LoraWAN segítségével történhet, így a szoftver nagyon magas szintű csatlakoztathatóságot tud biztosítani. A felhasználó az áttekinthető térképek segítségével valós időben láthatja hálózatának aktuális állapotát. A térképen nagytáblán láthatóak az érzékelők telepítési helyei és az egyes alhálózatok. Egy érzékelőre kattintva részletes információk jelennek meg, például az elmúlt két hét tényleges és várható áramlásának adatai.

## A SIWA LEAKPLUS RENDSZER MŰKÖDÉSE

Az érzékelők valós idejű megfigyelését, a felhőalapú számítástechnikát, a mesterséges intelligenciát és a hidrológiai szimulációkat ötvözi egy innovatív megoldásban a rendszer, így megoldható a szivárgások korai szakaszban történő felderítése és lokalizálása. Ez a megoldás lehetővé teszi a különböző érzékelők adatainak rögzítését és elemezni kell a szivárgásra utaló rendellenességeket. A szoftver nemcsak az aktuális adatokat, hanem a vonatkozó idősor összes adatát is elemzi, és két évig elmenti. Az összes kiértékelt és elemzett adat különböző dashboard-okon jelenik meg a vonatkozó KPI-k és kritériumok alapján. A mesterséges intelligencia alkalmazásával a rendszer folyamatosan öntanuló üzemmódban van, és képes felismerni a fogyasztók viselkedésében megjelenő új tendenciákat, valamint különbséget tenni a hálózaton belüli növekvő vízfogyasztás és a szivárgások között. A beépített algoritmusok alapján a megvalósított mesterséges intelligencia azonosítja és megkülönbözteti a bekövetkezett eseményeket, például a szivárgást, az áramlási eltérést, az érzékelő hibáját és/vagy a nem tervezett vízkivételt. Az alkalmazás

automatikus riasztásokat és értesítéseket generál a különböző típusú rendellenességekről. A SIWA LeakPlus bármilyen átmérővel rendelkező hálózathoz illeszthető, valamint különböző méretű DMA mérésére alkalmas. Ez a megoldás zajos környezetben is működik, bármilyen időjárási körülmények között, és támogatja mind a szektoros, mind a nyílt rendszereket. Az alkalmazás az ügyfél igényeihez igazítható, és három változatban érhető el: Lite, Standard és Advanced. Ez azt jelenti, hogy a felhasználó a Lite verzióval és egy maroknyi érzékelővel kezdheti a szivárgásérzékelést, és később a Standard vagy Advanced verzióra frissítheti, növelve az aktív érzékelők számát. A Lite verzió képes az egyes érzékelők által továbbított anomáliák észlelésére, míg a Standard verzió már képes azonosítani a DMA-t, amelyben az anomália előfordult, a Advanced verzió pedig akár 50-300 méteres pontossággal képes azonosítani a szivárgás helyét. A Standard és az Advanced változat a mesterséges intelligencia segítségével képes előrejelzéseket („várható érték” réteget) generálni, amelyeket összehasonlítanak a mért értékekkel, hogy MI alapú eseményeket generáljon. Ez a funkció növeli a pontosságot és figyelembe veszi az ünnepnapok, hétvégék, ...stb. szezonális hatásait a rögzített küszöbértékekkel szemben, amely a Lite verzióban megtalálható.

**ÖSSZEFOGLALVA** a SIWA LeakPlus használatának előnye, hogy támogatja a szektor üzemeltetőit a szivárgási arány akár 50%-os csökkentésével is, mert lényegesen kevesebb időbe telik azok észlelése és helymeghatározása. A korai felismerésnek köszönhetően a következményes károk megelőzhetőek. A szivárgási méretek és a lokalizáció nagy pontossága segíti a helyreállítási intézkedések tervezését is. Alkalmas minden csőanyaghoz és -átmérőhöz, valamint minden rendszerhez (DMA-val és anélkül).

A fenti digitális megoldások segítségével a vízművek az üzemeltetésükben lévő vezetékben és hálózatokban jelentkező szivárgásokat gyorsabban képesek felismerni és lokalizálni, így azok megszüntetésére irányuló beavatkozásokat is hamarabb elkezdhetik. Így a nem számlázott víz mennyisége is csökkenthető, ami kedvező hatással van az üzemeltetési és fenntartási költségek alakulására, valamint a hatékonyság növelésére.



FEKETE BALÁZS

**Comptech Kft.**  
műszaki igazgató  
fb@comptech-kft.hu

**KIVONAT:** A Fővárosi Vízművek Zrt. szolgáltatási területén megvalósult egyedi SMART.MET projekt bemutatja az intelligens fogyasztásmérés csúcspontját. A telepített 288 db Kamstrup flowIQ® 2200 vízmérő a mozgó alkatrészt nem tartalmazó ultrahangos mérési technológiának köszönhetően minimális indulási érzékenységgel pontosan mér, teljes 20 éves élettartama alatt. A fogyasztási, hőmérsékleti és nyomás adatokat NB-IoT kommunikáción keresztül folyamatosan továbbítja a Hydrosense® felügyeleti rendszerbe a hibajelzésekkel együtt a mérőhöz kapcsolt Smart Valve®, mely távolról nyitható/zárható. A vízmérőbe integrált akusztikus szivárgás detektáló szenzor segítségével felismerhető és lokalizálható a hálózati szivárgás/csőtörés helye a föld alatt. A megoldás elősegíti a vízművek hatékony, optimális és üzembiztos működését, a káresemények kezelését, a felhasználói szokások megismerését és a nem számlázott víz mennyiségének csökkentését.

**KULCSSZAVAK:** Comptech, Kamstrup, ultrahangos vízmérő, flowIQ, SMART.MET, akusztikus szivárgás detektálás, távleolvasás

## IPARI ÚJDONSÁG

# SMART.MET projekt

Cégünk, a Comptech Kft. - mint az egyetlen hazai Kamstrup A/S fogyasztásmérő képviselő - tevékeny részt vállalt a Fővárosi Vízművek Zrt.-vel és a belga Hydroko NV-vel a SMART.MET elnevezésű nemzetközi projekt magyarországi megvalósításában. Az EU által finanszírozott projektre öt különböző uniós ország (belga, francia, olasz, magyar és spanyol) hét vízszolgáltatóját tömörítő konzorcium jött létre, hogy teret engedjen saját szolgáltatási területén egyedi vízmérési megoldások kutatásának, fejlesztésének, tesztelésének és bevezetésének.

A projektet az Európai Unió Horizont 2020 kutatásfejlesztési és innovációs programja támogatta. A támogatási szerződés száma 731996.



## A PROJEKT CÉLJA

Az európai víziközművek a következő kihívásokkal szembesülnek: vízhiány, az infrastruktúra elöregedése, az ivóvízellátással kapcsolatos beruházási- és működési költségek kezelése; vízveszteség a szivárgások és egyéb rendszerhibák miatt. A hagyományos vízmérők korlátozottan képesek segíteni a közműveket ezek kezelésében.

A megoldás lényege pontos fogyasztási és környezeti adatok generálása, elérése és felhasználása, amelyeket okos vízmérő rendszer biztosít az üzemeltetési költségek csökkentése, a teljesítménnyel kapcsolatos kihívások azonosítása, az ügyfélszolgálat javítása és az infrastrukturális beruházások prioritizálása érdekében.



## AZ ESZKÖZ

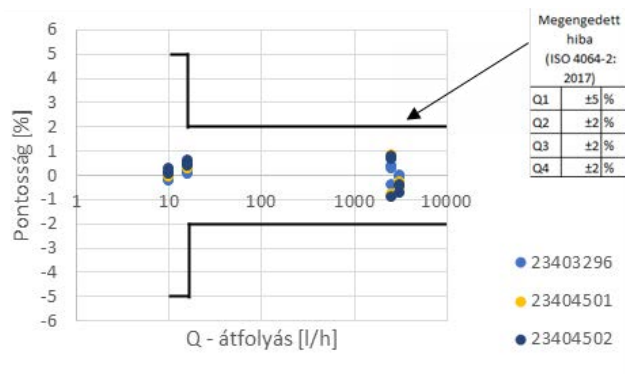
A projekt első fázisában került kifejlesztésre egy olyan eszköz, amely a legújabb Kamstrup flowIQ® 2200 ultrahangos vízmérőn alapul. Ez a mérő már rendelkezik a

gyártó legújabb, innovatív megoldásával, az akusztikus szivárgás detektálással. Ehhez a Hydroko nyomásmérő szenzorral felszerelt okos szelepe (Smart valve) van csatlakoztatva, mely az adatok korszerű, NB-IoT hálózaton alapuló továbbítása mellett kétirányú kommunikációt biztosít az eszköz és a Hydrosense® központi adatgyűjtő és felügyeleti rendszer között, így távolról vezérelhető és szabályozható a szelep és a vízfogyasztás. A megoldás IP68 védelmi osztállyal rendelkezik, valamint a vízmérő vákuumzárt készülékkel, így a víz alatti működés is garantált. Fontos kiegészítés, hogy a vízmérő 16 éves élettartamú elemmel rendelkezik, így akár 2 hitelesítési cikluson keresztül használható.

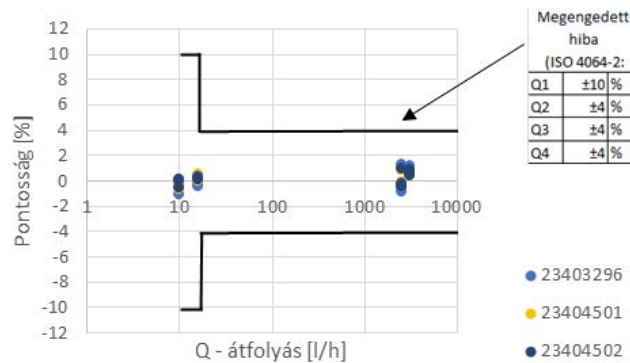
## A PROJEKT ELŐKÉSZÍTÉSE

2020-ban ért véget a projekt második szakasza, amely során a megoldás gyakorlati bevezetésének előkészítése zajlott. Az előkészítés során a Fővárosi Vízművek Zrt. biztosította a labor környezetet és az eljárást 3 db Kamstrup flowIQ® 2200 vízmérő tesztelésére (mérő gyári számok: 23403296, 23404501, 23404502). A Magyarországon hatályos HE 6/4-2006 hitelesítési előírások szerint egy felfogásból vizsgálták a mérők pontosságát a nevezetes átfolyási értékeken az alábbi sorrendben:

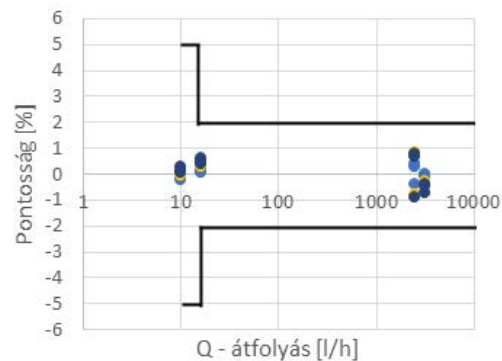
Q4 – Q3 – Q2 – Q1 háromszor egymás után, majd fordítva ugyanez háromszor Q1 – Q2 – Q3 – Q4 R250-es átfogás szabályai szerint.



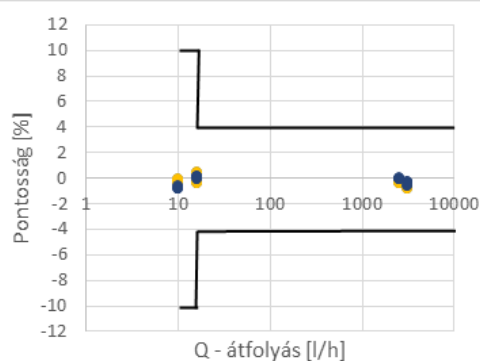
1. táblázat: Q4 - Q3 - Q2 - Q1 értéken mért hiba



3. táblázat: Q4 - Q3 - Q2 - Q1 értéken mért hiba



2. táblázat: Q1 - Q2 - Q3 - Q4 értéken mért hiba



4. táblázat: Q1 - Q2 - Q3 - Q4 értéken mért hiba

Ezután 100 órán keresztül Q4 térfogatáramon egy „használati” szimuláció következett, így kb. 300 m<sup>3</sup> víz ment át a mérőkön (ISO 4064-2: 2017 szabvány szerinti tartós teszt).

Ezt követően újra hitelesítési vizsgálat történt a fent leírtak szerint (kalibrálás), csak most már dupla hibahatáron vizsgálták a mérőket.

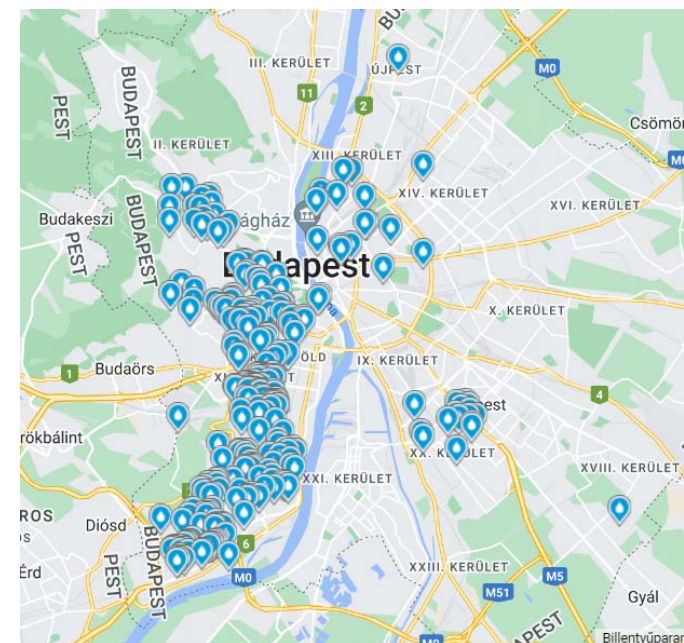
Ahogy az eredmények is mutatják, a Kamstrup flowIQ® 2200 vízmérők maximálisan kielégítik az előírásokat, valójában a megengedett hibánál lényegesen pontosabban mérnek. Ezt a pontosságot a mérő teljes élettartama alatt képes fenntartani a mozgó alkatrészt nem tartalmazó ultrahangos mérési technológia segítségével, akár több hitelesítési cikluson keresztül, a 16 éves elem élettartamnak köszönhetően. Ezek fontos kritériumok egy jövőbiztos projekt kivitelezésében, ami a SMART.MET eltökélt célja.

## A PROJEKT MEGVALÓSÍTÁSA

A sikeres előkészítést követően 2021-ben összesen 1500 darab berendezés került legyártásra és a tesztelés a kiválasztott öt országban történt: Franciaországban (Sélestat), Olaszországban (Vicenza), Spanyolországban (Zafra), Belgiumban (Liège és Herstal) és Magyarországon (Budapest). A teszthelyszínek vegyesen képviselik a városi, vidéki és vegyes településcsoportokat.

A vízmérőkhöz csatlakoztatott szelepekbe kerültek integrálásra a Vodafone által biztosított SIM kártyák, amik felcsatlakozva a telco szolgáltató NB-IoT hálózatára továbbítják az adatokat a Hydrosense® központi adatgyűjtő és felügyeleti rendszerbe. Ez egy felhő-alapú szolgáltatás, mely biztosítja a végpontok közötti titkosítást, valamint a Plug & Play mérő integrációt bármilyen további programozás nélkül. Emellett ellátja a folyamatintegrációt:

a nagy mennyiségű mérési adat feldolgozását Machine learning és MI segíti, integrált PowerBi grafikonokon jeleníthetők meg a mért értékek, valamint REST-API-n keresztül egyszerűen összekapcsolható más rendszerekkel, adatkimeneti platformokkal.



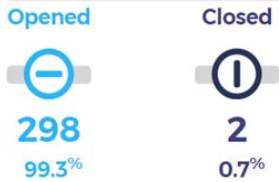
288 db budapesti telepített Kamstrup ultrahangos vízmérő

## TAPASZTALATOK

A Hydrosense® felület Analytics menüjében egyszerűen áttekinthetők a vízmérőkkel ellátott szolgáltatói terület összesített adatai. Többek között a teljes vízfogyasztás és a mérők regisztrált órás fogyasztási adatai az utóbbi időszakból, az okos szelep állása (nyitott vagy zárt), az aktív hibakódok (csőtörés, száraz csővezeték, szivárgás, visszaáramlás), okos riasztások (magas/alacsony hőmérséklet, nyomás, akusztikus zaj, csalási kísérlet), a vízmérők általános áttekintése, típusa és a kommunikációs teljesítmény.

Ezek az értékek csoportokra vagy egyedi mérőkre is megjeleníthetők részletesen a további funkció menük alatt.

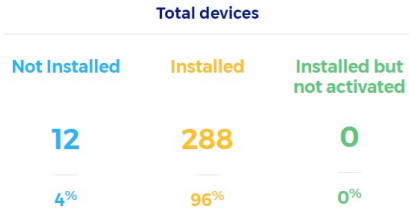
Total devices by valve state



Current open alarms by type

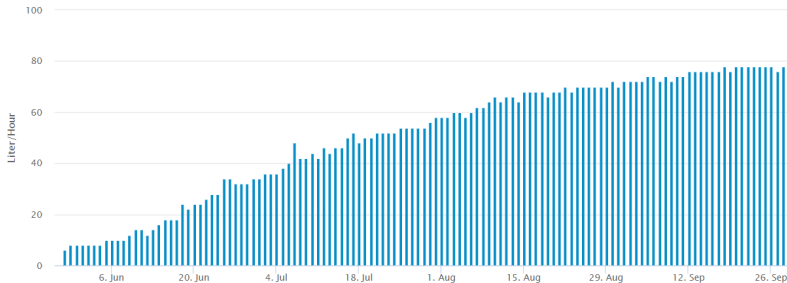


Installed Device Comm.

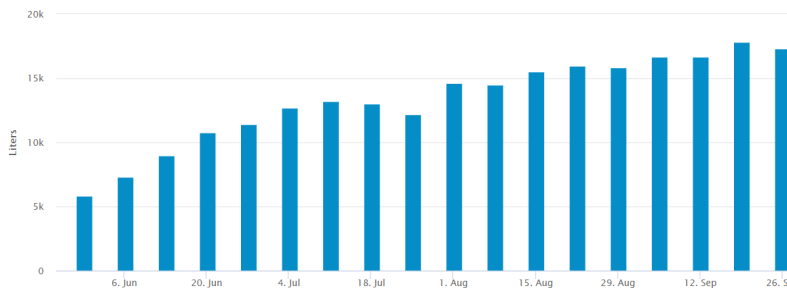


Áttekintve a rendszer okos riasztásait és vízmérőkhöz tartozó hibakódjait, értékes információk nyerhetők ki a szolgáltatói hálózat állapotáról. A 23404084 gyári számú mérő vízmérő esetén (lásd diagramok alább) a telepítés után jól láthatóan folyamatos emelkedést mutatott az integrált akusztikus szivárgás detektoron keresztül mért zajszint, ami az eszköz környezetében folyamatosan erősödő, szolgáltatói hálózatban való szivárgást jelent.

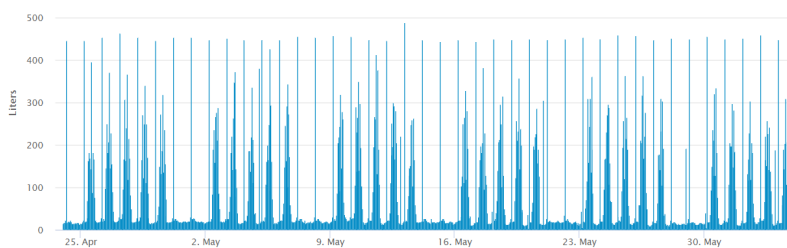
Ebben az esetben a mérő után is igazolást nyert az aktív 'szivárgás' hibakód, amelynél a hibajelenség ismételt folyamatos súlyosbodást mutatott: a napi minimum átfolyás a mérő telepítéskor is jelen volt 5 l/h értékkel, ami néhány hónap leforgása alatt egészen 80 l/h-ig nőtt. Ez az emelkedés a heti vízfogyasztásban is számszerűen megjelent.



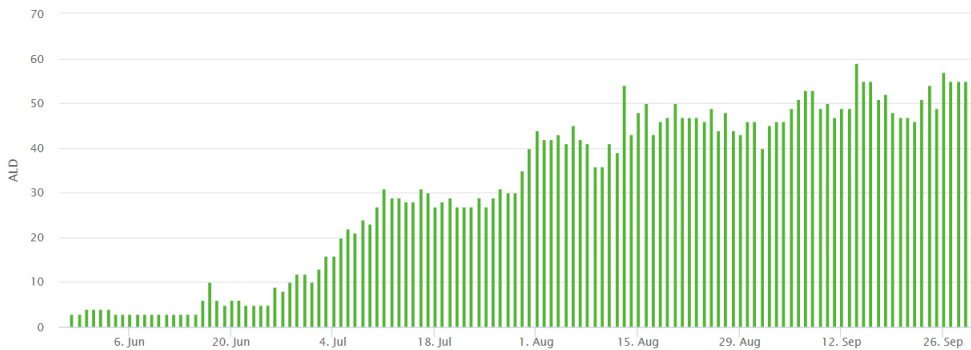
Minimum átfolyás (l/hét)



Heti vízfogyasztás (l/hét)



Napi vízfogyasztás (l/nap)



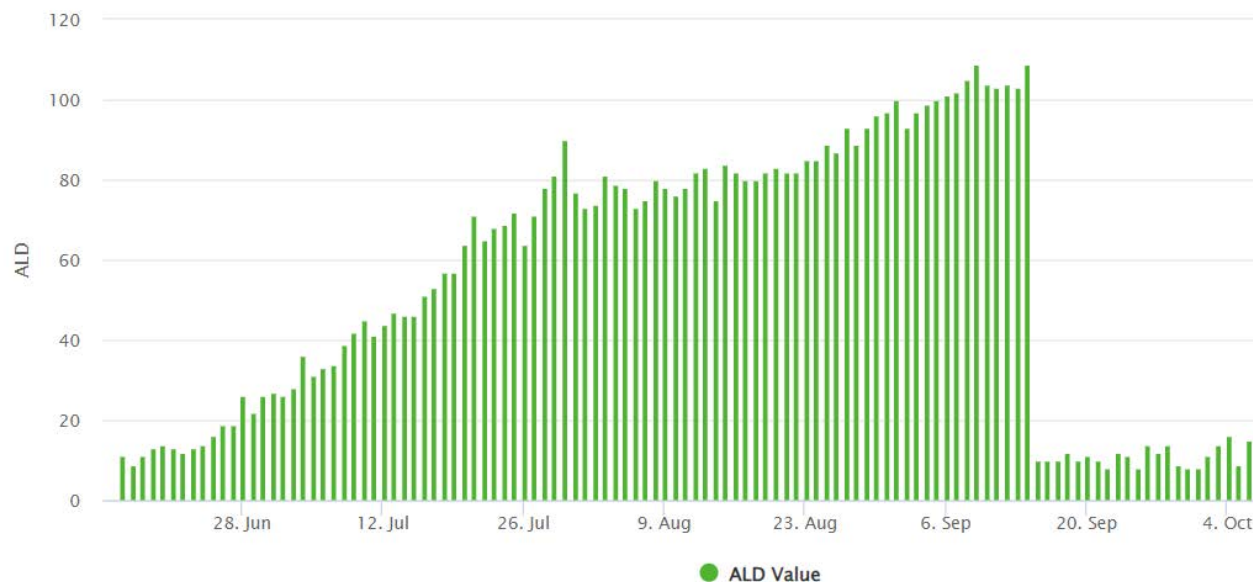
Akusztikus szivárgás zajszint

A 23404035 gyári számú vízmérő esetén is kiugró és folyamatosan növekvő akusztikus zaj került regisztrálásra. Ezt a FŐVÍZ kivizsgáló és távleolvasás csoport munkatársai a veszteségelemzőkkel egyeztetve valós hibának minősítették és helyszíni kivizsgálást javasoltak. A feltárás eredményeképp beigazolódott, hogy egy bekötésen volt a hiba, amely következtében 2-3 m<sup>3</sup>/h térfogatárammal folyt el a víz a hálózatból. A hibát 2021.09.15-én megszüntették, amit az akusztikus zaj 109-ről 10-es értékre való csökkenése is igazol.



Helyszíni feltárás képi dokumentálása

## ALD Index



## KONKLÚZIÓ

A SMART.MET projekt győztese a Hydroko NV lett megoldásával, melynek alapja a Kamstrup flowIQ® 2200 ultrahangos vízmérő és a Smart Valve®.

A nagy mennyiségű mérési adat elősegíti a vízművek számára a vízigény pontosabb megismerését, így optimalizálva a vízellátást és kezelést, jobb tervezhetőséget biztosít az előregedő infrastruktúra javítására, új beruházások költséghatékony megvalósítására. A vízmérőbe integrált akusztikus szivárgás detektáló zajszenzor elősegíti a szivárgás, csőtörés pontosabb lokalizálását.

Az intelligens vízmérési megoldások legfontosabb előnyei: a szivárgás pontos észlelése; a visszaáramlás, szivárgás, csőtörés, beavatkozási kísérlet érzékelése és azonnali jelzése az adatgyűjtő felületen keresztül; stabil kétirányú kommunikáció a mérőkkel; egyszerűbb telepítés a mérőbe integrált kommunikációs eszközöknek köszönhetően; a fogyasztóknak személyre szabott tájékoztatás nyújtható a vízszámlájukról; és megóvják a vízkészleteket az ivóvízellátáshoz szükséges alacsonyabb vízfelvételnek köszönhetően.

Az intelligens fogyasztásmérés lehetővé teszi az adatok feldolgozását, továbbítását és kezelését, valamint részletes fogyasztási információkat biztosít. Ez megkönnyíti az érintett erőforrások kezelését, mind kínálati oldalról (vízszolgáltatók), mind keresleti oldalról (felhasználók).

Az okos mérők használata a víziparban hatékonyabb működést eredményez az automatikus leolvasás és számlázás, a valós idejű szivárgásérzékelés, a rendellenes fogyasztási minták azonosítása és a felhasználói fogyasztásmérők meghibásodásának észlelése révén.

A projektben résztvevő vízművek éltek azzal a lehetőséggel, hogy az újonnan kifejlesztett megoldások tesztelési időtartamát a PCP időtartamán túl is meghosszabbítsák, hogy további ismereteket szerezzenek ezekről a megoldásokról, és előkészítsék a további hasznosítást.

## FELHASZNÁLT FORRÁSOK:

[1] INNOVATIVE SOLUTIONS FOR WATER METERS PRESENTED ON OCCASION OF THE FINAL CONFERENCE OF THE SMART MET RESEARCH PROJECT

<http://www.smart-met.eu/>

[2] SMART.MET-3 - [www.vizmuvek.hu](http://www.vizmuvek.hu)

[3] flowIQ 2200 háztartási vízmérő akusztikus szivárgás detektálással  
<https://www.multical.hu/>

## MAVÍZ HÍREK

# Negyven éve a cég szolgálatában

## A Boros testvéreknek a BÁC SVÍZ az első munkahelyük

Kedves Olvasók!

A következőkben a BÁC SVÍZ Zrt. belső lapjában, a HÍRMONDÓ-ban megjelent interjút fogjuk bemutatni Önöknek. Véleményünk szerint fontos és szükséges is, hogy a szigorúan szakmai anyagok mellett legyenek olyan „lélekemelő” írások, interjúk is, amelyek – ha csak rövid időre is – de kiszakítanak Bennünket a szakmai keretek közül és bemutatják ágazatunk emberi oldalát, a színpalok mögötti részt, ami sokszor megtartó erőt jelent. A Boros testvérekkel készült interjú pont ilyen.

Bízunk abban, hogy Önök is örömmel olvassák majd az alábbi sorokat.

Ehhez kapcsolódóan pedig biztatunk mindenkit, hogy amennyiben az Önök vállalatánál is vannak hasonlóan „kedves” és „cuki” történetek, jelezzék azt nekünk és tudósítani fogunk róla a Vízmű Panoráma hasábjain keresztül.

**Már önmagában az sem gyakori, hogy valaki negyven, vagy annál is több évet dolgozik le egy munkahelyen, annak azonban, hogy ezt ikertestvérek tegyék meg, még kisebb a valószínűsége. Társaságunknál azonban most már erre is van példa: Boros Ferenc és Boros Zoltán, a kecskeméti víztermelési üzem elektrikusai 1983. július 4-e óta dolgoznak a BÁC SVÍZ-nél, amely egyben az első munkahelyük is. Az idei év ráadásul egy másik kerek évfordulót is hozott számukra, április 27-én töltötték be hatvanadik életévüket, amiből könnyen kiszámolható, hogy húszévesen lettek vízművesek.**

- Miért éppen ezt a pályát választottátok?

- Kerekegyházában végeztük az általános iskolát, majd a Katona József Gimnáziumban érettségiztünk. Azt követően jelentkezünk



Boros Zoltán és Boros Ferenc

az akkori Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolára. Sajnos hiába volt meg a szükséges pontszámunk, mivel nagy volt a túljelentkezés, nem vettek fel minket. Akkoriban még az is számított, hogy fizikai vagy szellemi dolgozó gyermeke a felvételiző. A mi szüleink szellemi munkát végeztek, így nem kerültünk be a főiskolára. Szakmát viszont mindenképpen szerettünk volna, így elmentünk a 623-as számú Ipari Szakmunkásképző Intézetbe, a mai Kandó Középfiskola elődjébe, és villanyszerelő végzettséget szereztünk – mondta Ferenc.

- Szakmai gyakorlatot Gál Ferenc kisiparosnál szereztünk, aki örült neki, hogy egyszerre két tanulója is van. Miután levizsgáztunk, foglalkoztatott volna bennünket, azonban a biztosított feltételek nem egyeztek meg a mi elképzelésünkkel. Édesapánk az Alföld Áruházban dolgozott, és egy munkatársnőjének a férje BÁC SVÍZ-es volt. Tőle hallottuk, hogy a II-es számú vízműtelepen van felvétel. Gépész munkakörre jelentkezünk és 1983. július 4-én sikeresen felvettek minket, így lettünk vízművesek – tette hozzá Zoltán.

- **Hogy teltek az első évek, évtizedek életetek első és azóta is egyetlen munkahelyén?**

- A három hónapos próbaidő és a szükséges gyakorlat megszerzése után kerültünk át 12 órás szolgálatba, amit én 2009-ig csináltam, testvérem pedig 2014-ig. Így pár év eltéréssel ugyan, de mindketten átkerültünk az I-es telepre, a karbantartó csapathoz. Közben, még a 80-as évek közepén elvittek minket katonának. Azt az időszakot is együtt töltöttük le, a kiképzés alatt Lillafüreden, majd azt követően itthon, a kecskeméti repülőezrednél. Leszerelés után folytattuk a munkát, és amikor Balla Sándortól Virág József vette át a telepvezetői pozíciót, ő próbált ösztönözni bennünket, hogy menjünk el vízügyi főiskolára. Mire azonban ráadtuk volna a fejünket, a cégvezetés úgy döntött, hogy már nincs rá szükség, van elég ilyen végzettségű munkatárs – mondta Ferenc.

- Ez azonban nem azt jelenti, hogy nem képeztük magunkat. 1989-ben mestervizsgát tettünk, és még ugyanabban az évben elkezdtük Nagykörsönön a kétéves elektrikus képzést, amelyet szintén eredményesen végeztünk el. A végzettségtől függetlenül viszont sokáig minden munkát elvégeztünk, amire éppen szükség volt. Miután idejöttünk, még jó néhány évig nem volt külön karbantartó csapat, mindenki szolgálatba járt, 12 órázott,

és elvégeztünk minden feladatot a villanszereléstől a vízvezeték-szerelésig vagy éppen a mérőcseréig – vette át a szót Zoltán.

- **A negyven év alatt rengeteg fejlesztés történt a cégnél. Hogy élte meg ezeket, illetve mennyire tudtatok részt venni bennük?**

- Nem mindennapi dolog, hogy az ember látja egy vízmű teljes újjáépítését, és ez nem csak Kecskemétre, az itteni vízműtelepekre vonatkozik, hanem a vidéki telephelyekre is. Számos helyen vettünk részt telepek, víztornyok elektromos hálózatának kiépítésében, és jó rálátásunk lett arra is, hogy miből áll, mekkora munka egy-egy ilyen vízműtelep komplett újjáépítése, rekonstrukciója. Ráadásul a kivitelezéseket többnyire úgy kellett elvégezni, hogy közben azért vízszolgáltatás is legyen az érintett területen – jelentette ki Ferenc.

- Amikor idejöttünk, akkor csak a mostani kutak egy része működött még, később jó néhányuk a bekötésében mi is részt vettünk. A kutakat még kézzel indítottuk, és mindennap le kellett olvasni a vízmérőket. Az évek során részesei lehettünk annak a folyamatnak, amikor megteremtődött a lehetősége, hogy innen, bentről is el lehessen indítani a kutakat, le lehessen olvasni a vízmérőket. A későbbiekben pedig dolgoztunk a nagy ivóvízminőség-javító projektekben is. Elektrikusként Ferihez tartoztak a vidéki telepek, Csík Laci kollégánkhoz a kecskeméti I-es vízműtelep, hozzám pedig a II-es telep. A projektek során a tényleges munkálatokat külső cégek végezték, de amiben tudtuk, segítettük őket, és valamilyen szinten azért koordináltuk is a kivitelezéseket – fűzte hozzá Zoltán.

- **Mi a szépsége számotokra a vízműves munkának?**

- Amit mindenképpen kiemelnék, az a változatosság. Van egy olyan mozgásterünk, amitől egy kicsit szabadabbnak érezhetjük magunkat. Szeretem azt is, hogy számítanak a tudásunkra, a tapasztalatainkra, a kreativitásunkra. Nem szalagmunkát végzünk, és sokszor nekünk kell kitalálnunk, eldöntönnünk, hogy az adott esetben éppen mi a legjobb, legmegfelelőbb megoldás – hangsúlyozta Ferenc.

- Számomra is nagyon fontos, hogy nem vagyunk helyhez kötve. Annak például nem igazán örülnék, ha a munkaidő nagy részét egy műhelyben kellene tölteni. Tetszik az is, hogy azok a feladatok, amiket végzünk nem csak klasszikus villanszerelői

munkát jelentenek, hanem sokkal összetettebbek annál. Érteni kell a vízmű egész technológiájához, beleértve a víz útját a kuktól a felhasználóig, ismerni kell a rendszer elektromos részét éppúgy, mint a vezérléseket, tudni azt, hogy a folyamatok hogyan függenek össze egymással – mondta Zoltán.

- **Manapság nem könnyű utánpótlást találni egyes szakterületekre, többek között vezeték- és csőhálózat szerelőket, de például elektrikus is keres a cég. Kiknek és mivel ajánlanátok a vízműves pályát?**

- Kétségtelen, hogy az utóbbi időben voltak olyan jelentkezők, akik elég gyorsan el is mentek. Azt mondták, hogy ők egész másra számítottak. Tudomásul kellett venniük, hogy itt egész más a szellem. Ha hozzánk valaki villanszerelőként érkezik, akkor ne gondolja, hogy itt csak azzal kell foglalkozni, ez a munka lényegesen összetettebb, sokrétűbb annál – jelentette ki Ferenc.

- Nekünk az üzemeltetés a fő feladatunk, és ebbe nagyon sok minden beletartozik, a vegyszerek utántöltésétől kezdve a fejlesztőkkel és az informatikusokkal való kapcsolattartáson át a villanszerelésig. Természetesen villanszerelői feladatokkal is kell foglalkozni, de ha valaki csak azt szeretné csinálni, akkor itt valóban csalódnia fog. Ugyanakkor, aki ezt a szellemiséget elfogadja, azt egy színes, változatos, sok kihívást tartogató, de sikerélményeket is nyújtó pálya várja – tette hozzá Zoltán.

- **Mennyire látjátok, mennyire érzitek a munkátok megbecsülését?**

- Számomra már az is egyfajta elismerés, amikor egy-egy témában – még ha nem is vagyok döntéshozó – megkérdezik, meghallgatják a véleményemet. Ha adott esetben még figyelembe is veszik, az pedig kifejezetten jól esik. Emellett 2020-ban felterjesztettek a Magyar Víziközmű Szövetség oklevelére, amit meg is kaptam, tehát azt mondhatom, hogy elismerik a munkámat – mondta Ferenc.

- Jóval a rendszerváltás előtt, Benkó Zoltán igazgatósága idején, amikor még voltak a régi, szocialista ünnepek, mi is kaptunk kiváló dolgozói elismerést. Napjainkra sokat változott a világ, már nincsenek ezek a kitüntetések. Ugyanakkor számomra is a megbecsülés egyik formája az, ami például korábban Virág József, vagy jelenleg Nagy Sándor részéről tapasztalható, hogy

szóban elismerik a munkánkat, a teljesítményünket – állapította meg Zoltán.

- **Végül azt kérem, hogy egy kicsit magánemberként is mutakozzatok be.**

- 1989-ben kötöttünk házasságot feleségemmel, aki Kecskeméten Ifjúsági Szakvédőnőként dolgozik, és jelenleg középiskolás korosztállyal foglalkozik. Két gyermekünk van. Ferenc 1992-ben született, gépészmérnökként dolgozik a Samsung cégnél. Már nő, és nekik is született két gyermekük, Ferike két éves, Misi tíz hónapos. Róbert fiunk hivatásos katona Tatán, had- és biztonságtechnikai mérnök végzettséggel. Kiskorától kezdve érdekelte az asztalosság, már mérnökként meg is szerezte a szakmát, de végül is mégiscsak a honvédségnél kötött ki. Hobbim nincs, szabadidőmet a család és az otthoni tennivalók töltik ki. Testvérem és én is a II-es vízműtelep szomszédságában lakunk, az ott lévő, egykori szolgálati lakásokat vettük meg, amikor arra a rendszerváltáskor lehetőség nyílt – mondta Ferenc.

- 1986-ban nősültem, 1989-ben született Kitti lányunk, 1991-ben pedig Zoltán fiunk. Kitti turizmus-vendéglátás szakon szerzett felsőfokú végzettséget, majd a mesterképzést is elvégezte. Jelenleg doktori disszertációját írja, amelynek a védeése jövő év elejére várható, emellett Budapesten, a Corvinus Egyetemen tanít. A fiunk gazdasági és vidékfejlesztési agrármérnök, a II-es Vízműtelep mellett lévő Kert-Plusz Kft-nél dolgozik. Feleségem könyvelőként Budapesten dolgozik. Szabadidőmet én is a családdal, és otthon, a kertben töltöm, illetve a fiunk nemrég kezdett el építkezni, így ha szükség van rá és tudok, akkor segítek neki – zárta beszélgetésünket Zoltán.

*Az interjút készítette: Sipiczki Sándor*