



A Magyar
Vízkezelési
Szövetség
lapja

XXVII/2019.
5. szám

Best Practice

2019
5
**VÍZ
MŰ**
PANORÁMA



Azonnal bevezethető az **Ön Vízműve számára is!** Vízóraállás bejelentés könnyen és egyszerűen!



- | | | |
|--|---|------------------------------------|
| ✓ Vízóraállás bejelentése könnyen, pár másodperc alatt | → | Néhány gombnyomással |
| ✓ Azonnali értesítések csőtörésről, vízhiányról, stb. | → | Gyors információk |
| ✓ Egyszerűsített ügyféltájékoztató és hibabejelentés | → | Interaktív ügyfélbarát kiszolgálás |

Érje el Ön is ügyfeleit egyszerűen és költséghatékonyan!

[Fizetési emlékeztető, dokumentáció és azonnali értesítők]

Így fognak csökkenni a leolvasás költségei miközben az ügyfelek elégedettsége nő:

- ✓ Azonnal bevezethető
- ✓ Bármelyik vízműnek
- ✓ Beruházási költség mentes
- ✓ Havidíjas konstrukció



Használja ki Ön is ezt a lehetőséget még ma!



Részletes információk: www.oraallas.hu

...és eNNYI



ADAGOLÁS | MÉRÉS-ÉS SZABÁLYOZÁS | KEZELÉS | FERTŐTLENÍTÉS | MEGVALÓSÍTÁS



Mi azt is biztosítjuk, hogy a leginnovatívabb adagolószivattyú a világ legjobb szolgáltatásával együtt jusson el Önhöz.



ProMinent szolgáltatások

Szakértő telefonos támogatás
Műszaki tanácsadás
Szivattyúkonfigurálás
Átfogó vevő-specifikus helyszíni szolgáltatások

ProMinent

Az új mágneses meghajtású membrános adagoló szivattyúnk a gamma/ X jóval megelőzi a korát. Éppen úgy, mint az általunk nyújtott szolgáltatások: Első osztályú szolgáltatást biztosítunk Önnek – az adagolórendszer megtervezésétől a szivattyú konfigurálásáig, egészen a megvalósításig és beüzemelésig.

További információért kérjük, látogassa meg weblapunkat: www.prominent.hu vagy hívjon minket az alábbi telefonszámon: **+36 96/511-400**

ProMinent

BEST PRACTICE

Egy évvel ezelőtt többek között azt fogalmaztam meg célnak a Vízmű Panoráma jövőjével kapcsolatban, hogy olyan lapot tarthasson kezében a Tisztelt Olvasó, amelyet nemcsak olvasni jó, de a benne olvasottakat a napi munkája során hasznosítani is tudja.

Egyik oldalról egyfajta best practice „gyűjteményt” szeretnénk összeállítani, másik oldalról pedig olyan szakmai, tudományos újdonságokról szeretnénk hírt adni, melyek támpontot és alapot adnak a fejlesztések, rekonstrukciók, a hatékonyságnövelés terén.

A mostani számban szélesebb körből érkeznek azok a cikkek, melyek ezt a célt szolgálják. Az elején két szolgáltató e-közmű-gyakorlatáról olvashatunk. Mint sok mindenre vonatkozóan ma Magyarországon, ezzel a témával kapcsolatban is csak azt mondhatjuk: az irány jó, csak vigyük végig a folyamatot! A következő, mindenkit érintő téma a nem számlázott víz stratégiájával foglalkozik az ország legnagyobb vízszolgáltatójánál. Az EU körforgásos gazdaságprogramja a víziközmű-szolgáltatókra is hatással lehet, hiszen a csatornahálózaton keresztül sok hasznosítható anyagot fogadnak a szennyvíztelepek. A törésponti klórozás használata során keletkező melléktermékek sok borsot törnek az üzemeltetők orra alá. Ez a hatás az EU 2018. évi ivóvízirányelv-módosítása kapcsán még



MÁRIALIGETI BENCE

főszerkesztő

több nehézséget okozhat. A következő oldalakon a biológiailag nehezen bontható szerves vegyületek lebontási lehetőségeiről olvashatunk. Az arzen tartalom az elmúlt 20 évben végigkísérte („kísértette”?) a mindennapjainkat. Ennek története elevenedik meg az „Arzén a magyar vizekben?” című írásban. A best practice gondolatkörhöz tartozik, hogy emberileg is tanuljunk egymástól. Neubauer Jánossal, a Soproni Vízmű

Zrt. Kvassay Jenő-émlékermes kollégájával és Mátyus Zoltánnal, a Kiskun-sági Víziközmű-Szolgáltató Zrt. ügyvezető igazgatójával olvashatnak riportot ebben a számban. A GWP (Global Water Partnership) egy világhálózat, melynek célja egy vízbiztos világ elérése. Mit tehet ennek érdekében egy ilyen típusú szervezet? Ezt tudhatják meg a következő írásból.

Személyesen örülök, hogy sok figyelemre méltó eredményről, gondolatról adhatunk számot a folyóirat hasábjain. Remélem, hogy ennek segítségével mind többen nemcsak pozicionálni tudják magukat, hanem ötleteket is kaphatnak következő fejlesztéseikhez. Egy dologra kérem csak a Tisztelt Olvasót: ha kapott valamit, adjon is valamit. Meggyőződés, hogy mindenkinek vannak olyan eredményei, gondolatai, melyek másvalaki számára hasznosak lehetnek. Publikálják őket!

TARTALOMJEGYZÉK

02

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

E-közmű – kihívás és lehetőségek a vízművek számára

05

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Az elektronikus közmű-egyeztetés (e-közmű) bevezetése és alkalmazása a TettyeForrásház Zrt.-nél

07

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

NSZV-stratégia a Fővárosi Vízműveknél

11

AHOGY ÉN LÁTOM

Az EU körforgásos gazdaságprogramja és a szennyvíziszap terméké minősítése, mezőgazdasági hasznosítása

14

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

Klórozási melléktermékek vizsgálata törésponti ammóniamentesítést alkalmazó ivóvízellátó rendszerekben

19

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

Biológiailag nehezen bontható szerves vegyületek (POPS) szerepe az eleveniszapos szennyvíztisztításban

27

SZAKMÁNK MEGALAPOZÓI

Pascal, Blaise

29

KITEKINTÉS

Arzén magyar vizekben?

31

MAVÍZ HÍREK

Elismert vízműves életutak

MAVÍZ HÍREK

Mozgósítás egy vízbiztos világért, a GWP stratégiája 2020–2025-re

33

MAVÍZ HÍREK

Az éltető víz beszédes festményei

34

PORTRÉ

Interjú Mátyus Zoltánnal

E-KÖZMŰ – KIHÍVÁS ÉS LEHETŐSÉGEK A VÍZMŰVEK SZÁMÁRA



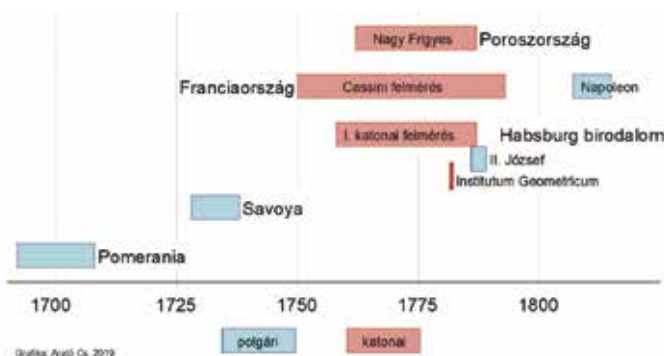
KIVONAT A 2013 novembere óta hatályos, e-közmű-törvény néven ismert 324/2013. kormányrendelet az egységes elektronikus közműnyilvántartásról a korábbinál lényegesen magasabb szintű követelményeket támasztott a víziközmű-üzemeltetőkkel szemben. A rendelet kötelezi a vízműveket az általuk üzemeltetett hálózatok nyomvonalainak elektronikus úton történő publikálására egy olyan világháló felületen, amelyhez – ügyfélkapus regisztrációt követően – minden magyar állampolgár hozzáférhet. Milyen kötelezettségeket jelent a vízművek számára, és milyen felelősséggel jár a publikálás? Milyen következményekkel járhat a nyilvántartás hiányossága? Milyen veszélyeket rejt magában a térinformatikai adatbázis használata? Milyen tényezők gátolják a rendelet végrehajtását? Hol tartunk 2019-ben? Térinformatikai szemlélet – kartográfiai szemlélet. Kritikai észrevételek. Az e-közmű-törvény rendelkezéseinek végrehajtása azonban nemcsak terheket, hanem komoly fejlődési lehetőséget is rejt a vízművek számára. Milyen előnyöket nyújt a víziközmű-üzemeltetők számára az e-közmű? Milyen lehetőségeket rejt az e-közmű-felület a hálózataink üzemeltetésének támogatására? E-közműhöz kapcsolódó fejlesztések a DRV Zrt.-nél. Esettanulmányok egy nagyvállalat mindennapjaiból.

KULCSSZAVAK közműnyilvántartás, e-közmű, térinformatika

ARATÓ CSONGOR DRV Zrt., térinformatikai csoportvezető, okl. építőmérnök, térinformatikus szakmérnök

Megjelent egy rendelet...

Az 1786. február 10-én megjelent császári pátens, II. József rendelete Magyarország és Erdély kataszteri felméréséről a maga korában teljes értetlenséget, sőt országos közfelháborodást keltett. Az egységes ingatlan-nyilvántartás létrehozását célzó rendelet végrehajtását az érintett vármegyei intézmények hivatalnokai, ahol csak lehetett, gátolták. Hogyan értékeljük ma ezt a rendeletet? A sajnos csak részleteiben fennmaradt térképmű nemcsak a maga korában volt értékes alkotás, de a későbbi korok mérnökei is támaszkodhattak az elkészült kataszteri térképekre. Még a vízműves gyakorlatban is találkozhattunk 2880 lép-tékű térképekkel... Kitekintve a XVIII. század nemzetközi színterére, az itáliai, porosz és francia példákra, a birodalmakat és országokat lefedő nagy térképművek létrehozásának idejére, II. József rendeletét ma úgy értékelhetjük, mint egy korszerű és előremutató rendelkezést, amely a tudomány és technológia fejlődésére is jelentős hatással volt. Talán nem véletlen, hogy ugyanitt és ugyanebben az évtizedben alapították meg a világ első műszaki felsőoktatási intézményét, az Institutum Geometricumot, a Műegyetem jogelődjét, ahol a geodétákat képezték (1. ábra).



1. ábra: Országokat és birodalmakat lefedő térképművek a XVIII. században

E-közmű-törvény – korunk császári pátense?

Írásunkban nem kívánjuk az e-közmű-törvény néven ismert, többször módosított 324/2013. kormányrendeletet (324/2013. (VIII. 29.) kormányrendelet az egységes elektronikus közműnyilvántartásról) értékelni. A teljesség igénye nélkül mindössze néhány jellemző oldalát szeretnénk megmutatni ennek a kérdéskörnek, kiemelve a pozitív és negatív tényezőket, a vízműves napi gyakorlatból vett példákkal illusztrálva.

Mi a rendelet célkitűzése?

A rendelet lényege a kötelezően előírt áttérés a térinformatikai adatbázis-alapú közműnyilvántartásra. Az online elérhető adatbázis létrehozása egyértelműen XXI. századi célkitűzés, teljes mértékben megfelel a nemzetközi trendeknek. Ugyanakkor észre kell vennünk, hogy a cél eléréséhez nincs hozzárendelve pénzügyi forrás, a nagy ráfordítással létrehozott adatbázisból a vízműveknek nem keletkezik bevételek, sőt a rendszer működéséből adódóan attól a kis bevételtől is elesnek, ami a korábbi években a közműegyeztetésekből befolyt.

Változások a közműegyeztetés folyamatában

Az első és egyik legfontosabb előrelépés a közműegyeztetés terén a közmű-üzemeltetők részére kötelezően előírt, az ellátási területtel kapcsolatos regisztrációból következik. A korábbi, „szájhagyomány útján” lefolytatott közműegyeztetésekhez képest most már nem fordulhat elő, hogy véletlenül kimarad az erdészet vagy a honvédség, mert nem lehet tudni, hogy érintettek. A korábbi években például megtörtént egy dunántúli településen, hogy fél évig állt egy kerékpárút-építés, mert a tervezéskor nem tudtak egy nemzetbiztonsági célú földkábeleről. Az e-közmű ezt a veszélyt is kizárja, mert az ún. „sajátos építmények” üzemeltetői is megjelennek a kötelező regisztrációnak köszönhetően a tervezéstámogató rendszerben (a nyomvonal nem jelenik meg, csak az üzemeltető elérhetősége). Emellett természetesen fontos előrelépést jelent az ügyfelek számára az áttérés a korszerű elektronikus ügyintézésre a rendeletben szabályozott ügyintézési határidők mellett.

Határidők... hm... Valamikor reggel a hónom alá vettem a pauszpa-pírt, körbejártam a MATÁV-DÉDÁSZ-GÁZMŰ-irodákat, és délutánra a kezemben volt az összközműves helyszínrajz – megvolt az előzetes közműegyeztetés a személyes találkozás során kapott fontos információkkal, ezek ismeretében készítettük el a végleges tervet. Ma az ügyintézési határidő limitje 30 nap... és ha valamelyik szolgáltató a terv módosítását kéri, akkor az az egyeztetés felfüggesztésével jár (hiv. rendelet 9/B. § [8]). A közmű-üzemeltetők ugyanakkor sérelmesnek tartják az 5 napos első válaszadási határidőt (nem munkanap, hanem naptári nap!), ami a hosszú hétvégéken nehezen teljesíthető. Ezekre a részletekre lehet még finomítani, azonban összességében a tervezők egyértelműen pozitívan értékelik az e-közmű tervezéstámogatási szolgáltatását.

A 2019. évi Víziközmű Konferencián a közműegyeztetés kérdésével előadásában részletesen foglalkozott Novotny Bálint, a Tettye Forrásház Zrt. térinformatikusa, írása itt, a Vízmű Panorámában is hamarosan olvasható lesz.

Ingyenesség, mérsékelt közműegyeztetési díj

Az e-közmű fontos jellemzője, hogy ingyenes betekintést nyújt az adatokba a lakosság és az összes érintett részére a webes felületen, és a tervezéshez szükséges shp-formátumú adatszolgáltatásnak is igen mérsékelt a díja. A korábbi években a közműegyeztetési díj általában 5-10 ezer forint körüli összeg volt a különböző szolgáltatóknál – szakáganként. Ma egy kérelemre jellemzően 8 ezer forint a fizetendő díj összesen, tehát lényegesen kevesebb. Ez jelentős költségcsökkenés a tervezők és persze áttételesen a megrendelők, a lakosság szempontjából is. Az alkalmazmánkénti 8 ezer forint körüli díjat a Lechner Tudásközpont felé kell megfizetni.

Nyilvános adatbázis – kérdezze meg kezelőorvosát, gyógyszerészét?

Egyértelműen pozitívum, hogy lakossági, önkormányzati, tervezői előzetes tájékoztatói célokra hozzáférhető az adatok. Nagyon jó a földhivatali térképi adatbázis nyilvánossá tétele (negyedéves frissítés), nagyon jó a 2005. évi ortofotó-adatbázis közzététele (egy ideig elérhető volt a sokkal jobb minőségű, 2017. évi ortofotó is, de ez mára eltűnt...).

Ugyanakkor tudni kell azt, hogy a közműadatbázis még hosszú évekig hiányos lesz. A felhasználók azt hiszik, hogy ha egy területen nem látszik a térképen semmi, akkor a valóságban sincs ott vezeték... Pedig hát nem biztos, hogy így van.

Megtörtént esetek: egy Balaton-felvidéki településen végzett földmunka előtt valaki ránézett az e-közműre: „nincs ott semmi, indulhat a gép.” Tévedtek: az elszakított vezeték nem szerepelt a térképen. A webes publikáció nem helyettesíti a közműegyeztetést!

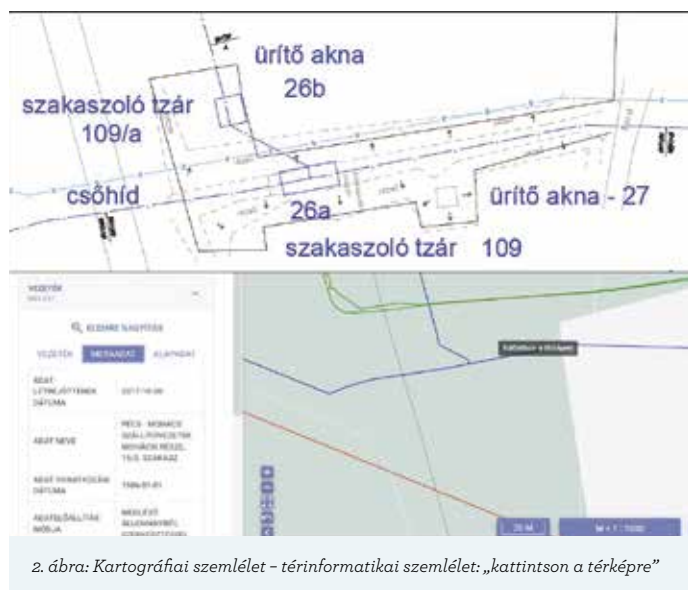
A tervező egy erőmű mellett tervezett ipari csarnokot. Az e-közműben látta a kék vonalakat, de nem foglalkozott vele, mondván, „majd kiváltják”. Az erőmű 2 db NA 600-as vezetékéről volt szó... (Az átmérőt egyébként ő is láthatta volna, ha lekérdezi az objektumtulajdonosságokat.) A digitális térkép felé kezdetben túl nagy a bizalom: „ami ott van, az hiteles és pontos”, de néhány kellemetlen eset után ezt a felhasználói bizalmat el lehet veszíteni.

Lehet, hogy a publikus felület mellé valamiféle „használati utasítást” kellene mellékelni?

Térinformatikai adatbázis vagy digitális térkép?

Az e-közmű-felületen nem digitális térképet látunk, hanem térinformatikai adatbázist. Mi a különbség a kettő között? Az évezredek óta használt térképen minden grafikus formában látszik: a vonalak, feliratok, jelek olvashatók, függetlenül a digitális vagy papír adathordozótól, a felhasználók ezt a kartográfiai térképet igénylik, ezt szokták meg. Ezzel szemben a térinformatikai adatbázisból megjelenített térképen az információ

nálók ezt a kartográfiai térképet igénylik, ezt szokták meg. Ezzel szemben a térinformatikai adatbázisból megjelenített térképen az információ



2. ábra: Kartográfiai szemlélet - térinformatikai szemlélet: „kattintson a térképre”

közvetlenül nem látható, nincsenek feliratok, magyarázó szövegek, de néhány kattintással minden – a korabbinál nagyságrenddel több információ – lekérdezhető (2. ábra).

Bár a felhasználók ennek nem örülnek, de az informatikusszakma megítélése szerint egyértelműen a térinformatikai adatbázis a korszerű, jövőbe mutató megoldás.

Az e-közmű azonban egyes részletekben túllőtt a célon: a felületen a semmitmondó kör és négyzet helyett minden probléma nélkül meg lehetett volna tartani a mindenki által ismert '79-es EVM-utasítás egységes közműjelkulcsának szimbólumait. Ezt a rendelet következő módosításánál még meg lehet tenni (3. ábra).

Értekezlet	Jelkulcs	objektum megjelenítés módja
1. Akna		
2. Ivóvíz		
3. Kút		
4. Medence		
5. Szüksélt		
6. Ürítő		
7. Bajtató		
8. Technológiai épület		
9. Vízkivételi mű		
10. Vízvezető mű		
11. Víztorony		
1. Előárárszerkezet		
2. Kókifolyó		
3. Légtelenítő		
4. Locsoló csap		
5. Nyomás szabályozó		
6. Tücsap, föld alatti		
7. Tücsap, föld feletti		

3. ábra: Szimbólumok az e-közműben - a 3/1979. sz. ÉVM-utasítás szimbólumai

További probléma, hogy a közműtervezésben évtizedek óta szinte szabványnak számító általános dwg-fájlformátum helyett az e-közműből kinyert shp-állományok kezelése sokaknak gondot jelent.

Az anyagmegnevezéseknél kimaradt az azbesztcement, és a különböző, igencsak eltérő tulajdonságú PVC- és KPE-csőanyagok egy közös „műanyag” név alatt szerepelnek. Nincs öntöttvas, de helyette van „fém” és „acél” csőanyag... (4. ábra). A rendelettel kapcsolatban a víziközmű-üzemeltetők részéről még több, ehhez hasonló jellegű észrevétel érkezett, de

1	fém
2	acél
3	műanyag
4	beton
5	egyéb

4. ábra: Csőanyag-típusok az e-közműben

minden változatlanul maradt a rendelet mindkét módosítása után. Fontosnak tartjuk, hogy legyen érdemi kommunikáció a jogszabályalkotó és a szakma között, ennek szükségességét a Magyar Mérnöki Kamara is fölismerte, és felvállalta a koordinátori feladatot. Az MMK honlapján az e-közművel kapcsolatos információk egy külön ablakban érhetők el: www.mmk.hu/ekozmu

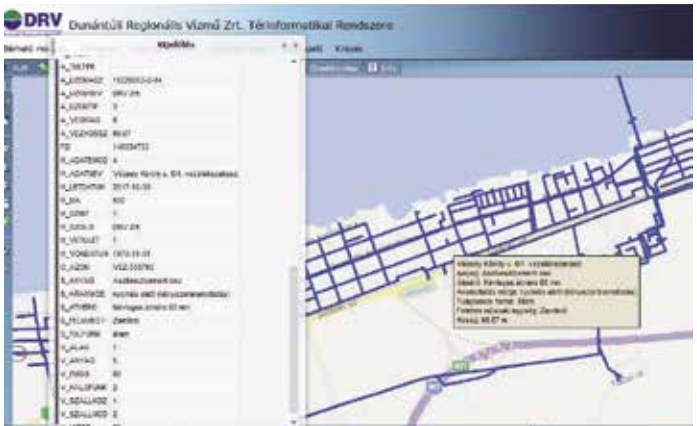


6. ábra: EOv-koordinátás, összközműves térkép a földhivatali alaptérképpel és ortofotóval – szinte túl szép ahhoz, hogy igaz legyen... de igaz!

Milyen veszélyeket rejt az e-közmű-rendelet?

8/B. § (2) A közművezeték-üzemeltetői téves adatszolgáltatáson vagy adathiányon alapuló terv vagy kivitelezési károkozás esetén az abból származó felelősség a közművezeték-üzemeltetőt terheli.

A fenti jogszabályrészlethez nézzünk egy megtörtént esetet: 1978-ban a Mélyépterv hálózatfelvételi osztálya készít egy ivóvízhálózati térképet, amelyen a Kossuth Lajos utca folytatásában külterületen lévő NA 100 mm-es vízellátó vezeték közterületen húzódik. Társaságunk az 1990-es években átveszi üzemeltetésre a hálózatot. A 2000-es években a papírdokumentáció alapján elkészül a digitális hálózati térkép, amit 2014 óta publikálunk az e-közműben. 2019-ben egy házépítés során kiderül, hogy a vezeték magánterületen van, de nemcsak a vezeték, hanem az út is magánterületet érint, ami mellett lefektették a vezetékét. Ki a felelős? (5. ábra)



7. ábra: E-közmű-adatok megjelenítése a DRV Zrt. belső informatikai hálózatán



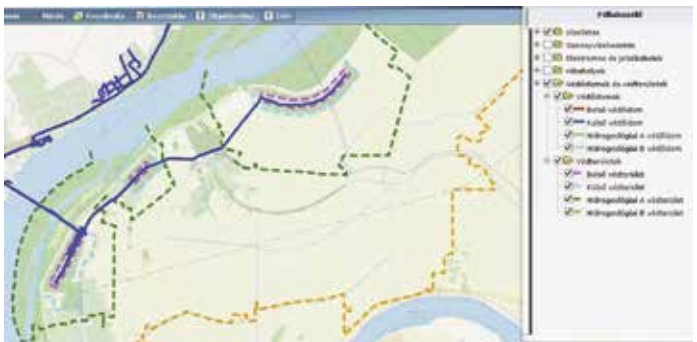
5. ábra: Térképi anomália 1978, 2019. Ki a felelős?



8. ábra: Hálózati hibahelyek megjelenítése a DRV Zrt. belső informatikai hálózatán

Éljünk a lehetőségekkel!

Az e-közmű mint bárki számára hozzáférhető térinformatikai adatbázis-megjelenítő felület a jelenlegi állapotában is hathatós segítséget tud nyújtani az üzemeltetőknek (6. ábra). Végezetül bemutatjuk azt az alkalmazást, amit társaságunk az e-közmű kapcsán vezetett be azon adatok megjelenítésére, amelyeket az e-közmű felé publikálunk: az ivóvíz- és szennyvízhálózataink, kiegészítve különböző hasznos adatokkal (pl. hálózati hibahelyek megjelenítése, vízbázisok védterületeinek ábrázolása). Ezek az adatok a Google-térképekre vetítve a DRV minden dolgozója számára elérhetők. Örüljenek a vízművek az e-közmű-rendelet végrehajtásából adódó jelentős technológiai előrelépésnek, és használják ki a lehetőségeket a saját céljaikra! (7-9. ábrák)



9. ábra: Vízbázis-védőidomok megjelenítése a DRV Zrt. belső informatikai hálózatán

Epilógus

Ahogy a bevezetőben említett, 1786. évi páatens ideje a kartográfia hős-kora volt, azt gondoljuk, hogy az e-közmű ugyanígy jelentős hatással bír Magyarország műszaki fejlődésére, és ezekre a nehéz időkre valamikor úgy fognak majd emlékezni, mint a térinformatika hőskorára.

AZ ELEKTRONIKUS KÖZMŰ-EGYEZTETÉS (E-KÖZMŰ) BEVEZETÉSE ÉS ALKALMAZÁSA A TETTYE FORRÁSHÁZ ZRT.-NÉL



KIVONAT Az évtizedeken keresztül megszokott közműegyeztetési eljárásban a nagy változást a 2013. november 1-én hatályba lépő 324/2013. (VIII. 29.) kormányrendelet (továbbiakban: e-közmű-rendelet) hozta, ami kimondja, hogy a közműnyilatkozatot vagy közmű-állásfoglalást a kérelmező kizárólag a közműegyeztető rendszeren keresztül (e-közmű) indíthatja el és folytathatja le. Mint minden rendszerszintű változás, így ez is hatással volt – és még a mai napig is van – a benne részt vevőkre, és vegyes érzéseket vált ki a felhasználóknál.

KULCSSZAVAK e-közmű, közműnyilvántartás, ügyintézési folyamatok, közműnyilatkozat és közmű-állásfoglalás, tervezéstámogatás, közműegyeztetés, adatszolgáltatás, adatpublikáció

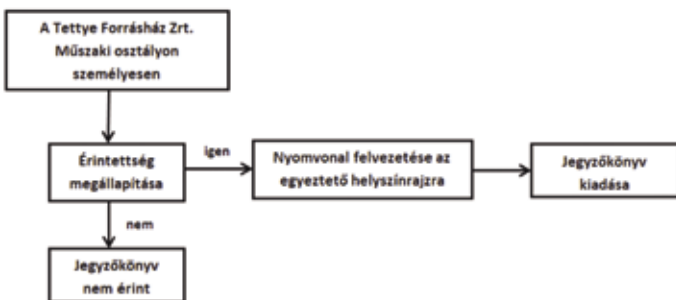
KÉSZ ANETTA műszaki előadó, Tettye Forrásház Zrt.,

NOVOTNY BÁLINT tervező informatikai mérnök, Tettye Forrásház Zrt.

1. Hogy is volt régen?

Ahhoz, hogy megértsük, és hogy a változás okozta hatásokat érzékelnünk tudjuk, ismernünk kell a régi és az új rendszer közötti különbséget. Ezért először tekintsük át röviden, hogyan is volt ez régen.

A régi rendszer kétkörös volt. Első körben egy közműegyeztetési – nyomvonal-egyeztetési – eljárást kellett lefolytatni személyesen a szolgáltatóknál, heti kétszer 4 órás fogadási időben. Ez az időkorlát sokszor órákon át tartó, türelmet próbáló várakozást jelentett helyenként szűk, levegőtlen folyosókon. De ha az ember kellően türelmes volt (vagy csak egyszerűen szerencsés), akkor sorra jutott, és a közműszolgáltató vezetőit fel tudta vezetni az engedélyes helyszínrajzra, majd egy nyomvonal-egyeztető jegyzőkönyvvel a kezében távozhatott. Ezek az órák mind a tervezők, mind pedig az üzemeltetők részéről igencsak fárasztóak voltak. Mindemellett a személyes egyeztetés előnyökkel is járt: a konkrét műszaki, szakmai problémákat meg lehetett vitatni, és közös döntés alapján a mindkét fél számára legjobb megoldás kerülhetett kidolgozásra, a rajzi nyilvántartáson túli üzemeltetői információk megosztásával együtt, még a tervezés első fázisában.



1. kör: A nyomvonal-egyeztetési eljárás folyamatábrája

A második körben a hozzájáruló nyilatkozatot kellett megkérni, ehhez a kiviteli terveket személyesen vagy postai úton a közműszolgáltatóhoz eljuttatni. A beérkezett terveket megvizsgálták, és amennyiben az

engedélyes dokumentáció megfelelő volt, a szolgáltató kiadta a hozzájáruló nyilatkozatát. Amennyiben nem, hiánypótlást kért. A régi rendszerben a kérelmeket nem utasították el – addig kértek hiánypótlást, amíg nem teljesült minden feltétel.



2. kör: A hozzájáruló nyilatkozat kérelmi eljárásának folyamatábrája

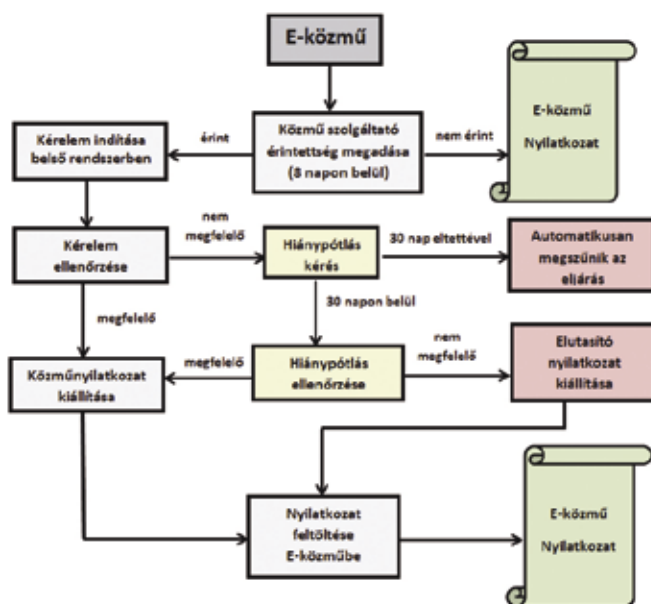
A tervek mind a két eljárásban papíralapúak voltak, archiválásuk a tervtárban történt. A papíralapú tervek felülvizsgálata viszonylag könnyen, probléma nélkül elvégezhető volt, a kivitelezés során a kivitelező és a szakfelügyeletet ellátó közműszolgáltató a végleges jóváhagyott terv alapján tudta ellátni a feladatát.

2. Hogyan is van ma?

A régi rendszer áttekintése után nézzük most meg, hogyan is történik napjainkban a közműegyeztetési eljárás; a régi rendszerhez képest milyen változások történtek, és azoknak milyen hatásai vannak.

Az első jelentős különbség a szolgáltatóknál való személyes eljárás megszüntetése. Az új rendszer az e-közmű, ami elektronizálta a közműegyeztetést. Az e-közmű tervezéstámogatás portájának felületéről elérhető a közmű-üzemeltetők vezetőkeinek nyomvonala és a vezetékkel kapcsolatos főbb információk, valamint a közműnyilatkozat menüpont alatt van lehetőség közműnyilatkozat és közmű-állásfoglalás igénylésére. Így kényelmesen, akár otthonról is beszerezhető a legtöbb, tervezéshez

szükséges adat, valamint indítható a közműnyilatkozat-kérelem. A hátránya, hogy vannak olyan információk a közműszolgáltatóknál, amelyek az e-közmű-rendszeren keresztül nem érhetőek el, így a tervezésnél nem lesznek figyelembe véve. A második jelentős különbség a kérelem benyújthatóságának időbeli korlátlanlansága. Hiszen az e-közmű-felület a hét bármely napján, a nap bármely időszakában (nonstop, 24 órában) elérhető. Ezzel a lehetőséggel a tervezők előszeretettel élnek, így hétfvégenként vagy ünnepekkor is használják az e-közmű „közműnyilatkozat-igénylés” portálját. Mindez azt eredményezi, hogy a kérelmek az első munkanapon tömegesen érkeznek be a szolgáltatókhoz. De a fő problémát valószínűleg az jelenti, hogy az eljárás-határidő számításánál a jogszabályok naptári napot határoznak meg, nem munkanapokat. Vagyis a hétfvégek, az ünnepek és a hosszú hétfvégek napjai is mind-mind beleszámítanak az eljárás határidejének számításába. Mindez jelentősen csökkenti a kérelem elbírálására fordítható tényleges munkanapok számát, sőt, akár határidőből való kicsúszást is eredményezhet anélkül, hogy a szolgáltató egyáltalán tudomást szerezhetett volna a megkeresésről. Hogyan is lehet ez? Nézzünk egy példát: ha egy hosszú hétfvége előtt (a szolgáltató munkaidején kívüli időszakban) küldik be a kérelmet, amelynél 5 napos a meghatározott eljárási idő, és a hosszú hétfvége 5 napos, akkor az eljárás ötödik napja után a rendszer automatikusan megadja a szolgáltató hozzájárulását a kérelemhez. A harmadik jelentős különbség a kétförös eljárásrend megszüntetése, valamint az eljárási idő maximalizálása. Az új rend egykörös, ami azt jelenti, hogy egy eljárásán belül történik meg az érintettség megállapítása (nyomvonal-egyeztetés) és a tervek felülvizsgálata (a hozzájáruló nyilatkozat kiadása). Az eljárási idő attól függően, hogy a kérelem milyen határidő-számítási jogalappal indítható, minimum 5, maximum 30 nap lehet. Az eljárás során egyszer van lehetőség hiánypótlást kérni. Amennyiben a hiánypótlási kérelmet sikerült teljesíteni, akkor a hozzájárulási nyilatkozat kiállításra kerül; ha a hiánypótlás nem sikerült, úgy a kérelmet elutasítják. Minden elektronikusan, az e-közmű felületén keresztül történik.



Az e-közmű-nyilatkozat igénylésének folyamatábrája

Az új rendszerben a negyedik jelentős különbség, hogy az engedélyes tervek már nem papíralapúak. A kész terveket és műszaki leírást elektronikusan formátumban (például PDF és DWG) kell az e-közmű felületére feltölteni. A tervezők oldaláról ez igen kedvező megoldás. Az

elkészült engedélyes dokumentációt egyszerűen PDF-formátumba kell konvertálni, és már lehet is egyeztetésre feltölteni az e-közmű felületére.

Ugyanakkor ennek az elektronikus tervdokumentációnak a felülvizsgálata a szolgáltatóknál sokszor nehézséget okoz. Gyakran előfordul például, hogy egy egész várost érintő beruházás összes szakági tervét egy kérelemben belül nyújtják be engedélyeztetésre. Ez azt jelenti, hogy egyszerre akár 65-70 darab fájl is beérkezik ömlesztve (ezeknek már a rendszerezése is sok időt vesz igénybe), nemhogy az óriási méretű, PDF-formátumban feltöltött tervek monitor méretben való felülvizsgálata (esetenként a megnyitásuk is nehézséget okoz). Amennyiben a tervet javítani kell, különböző változatok kerülhetnek a beruházóhoz, kivitelezőhöz, a közműszolgáltatóhoz, ami a kivitelezés során kockázatot jelent.

3. A változások hatása

A 324/2013. (VII. 29.) kormányrendelet által hozott változások	Nyilatkozatkérő	Közműszolgáltató
Egykapus egyeztetési eljárás	😊	😊
A hét bármely napján, a nap bármely időszakában lehetséges indítani	😊	😞
Az egyeztetési tervdokumentáció elektronikus formájú, nem papíralapú	😊	😊 😞
Az egyeztetési eljárás kötött idejű	😊 😞	😊

Az új rendszerről összességében elmondható, hogy az egyeztetési eljárásban túlnyomórészt pozitív változást eredményezett. Mint minden rendszerben, így ebben is akadnak hiányosságok, van még min javítani. A hibák kijavításában és a rendszer fejlesztésében nekünk, felhasználóknak is szerepet kell vállalnunk azzal, hogy visszajelzést küldünk a fenntartónak a rendszer működésével kapcsolatban, megosztjuk velük tapasztalatainkat és a felhasználás során felmerülő problémáinkat. Hiszen ha ezt nem tesszük meg, akkor honnan kellene tudniuk...?

4. E-közmű-publikáció

Cégünk 2014. január 1-től folyamatosan szolgáltatja a rendeletben előírt közműadatot, ezzel valószínűleg az első szolgáltatók között volt. A publikáció a 2010-ben bevezetett térinformatikai rendszerünkre támaszkodó, külön lefejlesztett eszközzel készül. Nem statikus állományokat ajánlunk ki, hanem egy-egy nagyobb hálózatfejlesztés vagy közmű-rekonstrukció lezárultával újat generálunk.

Közműnyilvántartásunk a teljes ellátási területet azonos részletességben tárolja, kezeli. Vezetése saját földmérő csoportunknak és a házon belül történő térképkarbantartásnak köszönhetően naprakész. Ebből készül a publikáció, amely manuális indítással, több lépcsőben mintegy 45 perc alatt születik meg.

5. Az e-közműből elérhető közműadat

Szoftveres és gyakorlati felkészültségünk ellenére nehézséget okoz az .shp-formátumú fájlok megnyitása és kezelése, amennyiben az objektumadat megtartása mellett döntünk. Ez a formátum ugyan alfanumerikus adatot is tartalmaz a geometriához csatolva, de ennek átvitele más, nem térinformatikai jellegű CAD-szoftver környezetbe már nem rutinfeladat. A társaságunknál rendszeresített általános célú szerkesztőprogram alapverziója az objektumadat kezelésére és megjelenítésére nem is lenne alkalmas. A manuális konverziót nehezíti, hogy a fájlokat ügyazonosító, szakág, üzemeltető és réteg szerint külön-külön kell átalakítani a „szokásos” formátumba. Egy átlagos pécsi utcában 40 állomány fed le az összközműves tervezési alaptérképet, mindegyik külön generált kódnévvel.

Találkoztunk olyan üzemeltetői adattal, amelyben az attribútumok nem „Az e-közmű-rendszer adatszolgáltatásának műszaki követelményei”-ben egységesített értékkel voltak feltöltve, ez is gátolja a feldolgozás automatizálhatóságát.

Saját nyilvántartásunk részletességéhez képest adatvesztésnek, adathiánynak tűnik a jelkulcsok megjelenésének túlzott leegyszerűsítése. A tervezői elvárásoknak ez az adat nem vagy csak nagyon sok manuális munkával megtámogatva felel meg.

NSZV-STRATÉGIA A FŐVÁROSI VÍZMŰVEKNÉL



KIVONAT A „Nem Számlázott Víz” témája olyan, mint a tóparti nyaralóhelyen a szúnyogok: jelenlétük természetes, de zavaró. Sőt, küzdünk is ellenük folyamatosan, hogy tolerálható mértéken tartsuk a számukat. A cikk a víziközmű-szolgáltatás egyik folyamatosan jelen lévő problémájának csökkentésére szolgáló szempontokat, megoldásokat mutatja be röviden.

KULCSSZAVAK NSZV, fizikai veszteség, kereskedelmi veszteség

BALLA PATRIK műszaki ügyintéző, Fővárosi Vízművek Zrt.

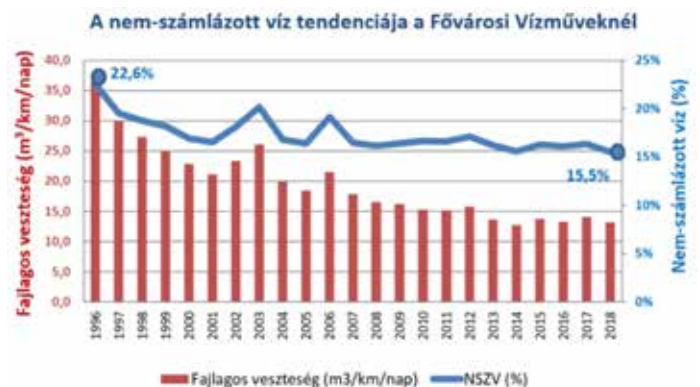
BARTÓK PÁL üzemirányító mérnök, Fővárosi Vízművek Zrt.

MADZIN EVELIN hálózati mérnök, Fővárosi Vízművek Zrt.

NIKA TAMÁS távleolvasási koordinátor, Fővárosi Vízművek Zrt.

A rendszerbe betáplált teljes vízmennyiség 100 %	Jogosult fogyasztás	Számlázott jogosult fogyasztás	Számlázott mért fogyasztás	Értékesített víz
		Nem számlázott jogosult fogyasztás	Számlázott átadás Számlázott nem mért fogyasztás Nem számlázott mért fogyasztás Nem számlázott nem mért fogyasztás	
	Vízvesztesség	Látszólagos veszteség	Nem jogosult/illegális fogyasztás Fogyasztói mérő pontatlansága Becslési pontatlanság	Nem Számlázott Víz
		Valódi veszteség	Tározás során fellépő elfolyások Főnyomó és elosztóhálózati hibák Házi bekötéseken fellépő hibák	

1. ábra: IWA-vízmérleg



1. diagram: Az NSZV tendenciája a Fővárosi Vízműveknél

Bevezetés

A megtermelt vízmennyiségek egy részét – különböző okok és tényezők miatt – a víziközmű-szolgáltatók nem tudják értékesíteni, így az úgynevezett Nem Számlázott Víz (NSZV) mennyisége jelentős bevételkiesést okoz. Ezen túlmenően ellátás- és biztonságtechnikai, gazdasági, ökológiai és környezetvédelmi indokok kifejezetten szükségessé teszik a vízvesztési értékek alacsony szinten tartását.

A Fővárosi Vízművek Zrt. az NSZV-értékét 2018-ban 15,5%-ra szorította le annak ellenére, hogy csőhálózatainak átlagos életkora 50 év. Ha

figyelembe vesszük, hogy ez mintegy 26M m³ megtermelt, de ki nem számlázott vizet jelent évente, a benne rejlő anyagi veszteség – az egyszerűség kedvéért 100 Ft/m³ költséggel számolva – még mindig jelentősnek mondható, 2-3 milliárd (!) forint nagyságrendű.

Az említett 15,5% az ellátási területen nem azonos eloszlású, egyes hálózatszakaszokon a veszteségek a 60%-ot is elérték. Ez a két tény önmagában is a veszteségkeresés mellett szól. A jelenlegi veszteség mértéke pedig nyilvánvalóan növekedne, ha magára hagynánk, ezért szükségesek az erőfeszítéseink. Társaságunk külön munkacsoportba szervezve a tevé-

kenységet, társosztályok szakmai tapasztalatait is bevonva tudatosan és célirányosan dolgozik a nem számlázott vizek lehető legnagyobb mértékű, de még a gazdaságosság keretein belül történő visszaszorításán.

A hálózat-menedzsment aktuális kihívásai

A hálózatmenedzsment-tevékenység átszövi a vízellátó hálózat üzemeltetésének mindennapjait. A fogalom maga meglehetősen sokrétű. Cikkünk a Nem Számlázott Vízmennyiség (NSZV) csökkentése érdekében végzett folyamatos tevékenységeinket mutatja be röviden úgy, hogy azokból általános, mindenki számára hasznos és értékes gondolatokat, információkat kínáljon.

A humán erőforrás manapság valamennyi víziközmű-cégnél meglehetősen korlátozott. Éppen ezért is felértékelődik a tényleges helyszíni, fizikai munkavégzést hatékonyabbá, célirányossá tévő optimalizáló megoldások szerepe. Adatalemzés vonatkozásában a számunkra kijelölt irány a vízmérlegek lehető legnagyobb mértékű területi felbontása. Az átlagértékeket publikáljuk, de a szélsőséges területeken van tényleges javítási lehetőségünk. A Fővárosi Vízművek ellátási területe mintegy 100 (hidraulikailag független) nyomásövezeti zónából áll. Ezek alapján minden egyes zónára önálló vízmérleget képzünk. Zónáink a történelmi változások során a terepi adottságok, valamint a beépítettség folyamatos változását figyelembe véve kerültek lehatárolásra, így a zónák hálózathosszában tekintetében rendkívül nagy méretbeli szórásról beszélhetünk.

Két szélsőséges példaként említenénk a leghosszabb, valamint a legrövidebb hálózathosszal rendelkező zónánkat, melyek közül az előbbi mintegy 2300 km, míg utóbbi csupán 0,16 km hosszú. Ebből kifolyólag nyomáscsökkentett alzónáink (ld. később) és DMA-körzeteink (DMA: District Metered Area) kialakításával veszteségkeresési szempontból is kezelhető méretű – hálózati átfolyásmérés céljából virtuálisan lehatárolt – területeket (~10-20 km) alakítunk ki.

Az ilyen méretű területekkel tesszük lehetővé a vízmérleg (és annak minden összetevője) pontosabb meghatározását, elemezhetőségét – előkészítve ezzel a tényleges veszteségfeltárást (mely külön e célból definiált KPI-k számításával értékelhető). Figyelembe véve, hogy területenként eltérhet a víz önköltségi/kereskedelmi árszerkezete, valamint a fizikai–kereskedelmi veszteség aránya, az egyes veszteségi szintekhez külön megtakarításokat becsülünk. Mivel a tevékenységben komoly gazdasági potenciál van, a felderítésekkel és veszteségmegszüntetésekkkel elért megtakarításokat számszerűsítjük.

Az általunk is alkalmazott IWA értelmezése alapján a nem számlázott vízmennyiséget fizikai és kereskedelmi oldalról vizsgáljuk. A fizikai veszteség bár több összetevős, alapvetően és túlnyomórészt az elfolyásokat jelenti. A fizikai veszteségek felderítésére a legkülönfélébb és legkorszerűbb veszteségkereső eszközeink, berendezéseink, jól felszerelt gépjárműveink és tapasztalt munkatársaink állnak rendelkezésre. Az eszközeinkkel már felderített veszteségek megszüntetéséhez kapcsolható megtakarítások számítását az adott területen a víz önköltségi árának

figyelembevételével végezzük el, számszerűsítve és nyomatékositva sikereinket. Legfontosabb eszközeink az IWA útmutatása szerint rendezve:

1. Hálózat- és eszközgazdálkodás

A hálózat és eszközgazdálkodás a műszaki állapotok és nyilvántartások pontosságának, megbízhatóságának kérdéskörébe tartozik. A veszteségkeresés szükséges feltétele a megfelelő számú szerelvény rendelkezésre állása (zárak, tűzcsapok), bár ez a jelenlegi gazdasági körülmények mellett nehezen kivitelezhető. Segítségül azonban ide sorolható az egyes hálózati egységek veszteség szerinti csoportosítása, valamint a területenkénti NSZV-elemzések is, melyek jóval kisebb forrásigénnyel jellemezhetőek, és javarészt adatgyűjtésen, nyilvántartáson, továbbá mérnökórakon alapulnak. A fókuszok akár hálózatrészenkénti gazdasági modellezés eredményei is lehetnek.

2. Nyomásmenedzsment

Célunk, hogy a vonatkozó előírások betartása mellett és az ellátásbiztonságnak még megfelelő, lehető legkisebb nyomáson szolgáltatassunk. A hálózat terhelésének csökkentésével a rejtett sérüléseken elfolyó vízmennyiséget, így az egyes hálózati hibák előfordulását is csökkentjük. Nyilván a karbantartási igény, valamint az esetleges kontrollmérés-kialakítás továbbra is többletkiadásként jelenik meg. Gondos tervezéssel keressük az egyensúlyt az ellátásbiztonság (több betáplálási pont, nyomástartálok) és a leghatékonyabb kialakítás között (egyetlen nyomáscsökkentő területenként, kritikus pontonál 1,5 bar nyomás).



2. ábra: A vizsgált zónák kiválasztásának paramétereit



1. ábra: IWA-vízmérleg

3. Veszteségkereső tevékenység (ALC)

A veszteségkereső tevékenység társaságunknál megfelelő technikai felszereltséggel rendelkező, képzett csapatok célirányos munkája, ami a tényleges hibákat kivizsgálja, a javítást azonnali reagálással „megrendeli”.

A szivárgások detektálásának folyamata alapvetően 3 fő lépésből áll.

- Hálózati monitoring:** lehet előre tervezett (javasolt gyakorisággal a hálózat szisztematikusan vizsgálata) és adatalemzés alapján célirányos. Jól megválasztott DMA-körzet-kialakítással és adatalemzéssel tesszük hatékonyá. Enélkül a vizsgálat a leválasztható kis hálózatrészek éjszakai minimumfogyasztás-elemzésére korlátozódik (szerelvényigény!).
- Előzetes behatárolás:** zajszintadatgyűjtéssel vagy érintőmikrofonnal (stb.) a hibás vezeték szakasz kijelölése mellett valósul meg.

c. Pontos helymeghatározás: a tényleges hibahelyet korrelátor és/vagy talajmikrofon segítségével határozzuk meg – előkészítve a sérülés javítását.

4. Gyors, minőségi hibajavítás

A valódi veszteség valamiféle intenzitás és átfutási idő szorzata, integrál jellegű mennyiség. Értelemszerűen az idő hatása fontos tényező. Hibajavításainkat minden esetben kontrolláljuk annak érdekében, hogy ténylegesen meggyőződjünk arról, valóban a keresett hibát találtuk, és azt csakugyan teljeskörűen elhárítottuk.

A kereskedelmi veszteség nyomában

Kereskedelmi oldalról jelentős veszteséget jelent az egyes fogyasztásmérők hozott vagy kialakult pontatlansága, a szabálytalan közműhasználatok megvalósulása, valamint az adatkezelési, számlázási hibák.

A felderített veszteség megszüntetéséhez kapcsolódó megtakarítás számítását az adott területen az értékesítési (ipari v. lakossági) díjak, esetleg VKF-korrektció, nem utolsósorban pedig a csatornaköltségek figyelembevétele mellett végezzük. Az IWA ajánlása alapján itt is négy fontos szempontot tartunk szem előtt.



1. kép: Távleolvasott mérő

1. Vízmérők leolvasásának, mérőadatok továbbításának korszerűsítése

Lehetőség szerint mérősítéssel csökkentjük átalánydíjas felhasználóink számát, a nagyobb vízfogyasztással jellemezhető felhasználóinkat pedig távleolvasásba integráljuk. Így a nagyobb sűrűségű, pontosabb adatok előállítását a nem számlázott víz mennyiségi adatainak időbeni felbontását is finomíthatja (éves v. havi). Részt veszünk a legnagyobb vízfogyasztással rendelkező felhasználóink közel 1000 db bekötési vízmérőjének távleolvasási rendszerbe integrálásában, ezen túlmenően pedig jelenleg közel 80 db társasházi bekötési vízmérő távleolvasott mérőállásai alapján számlázunk, az azokhoz kapcsolódó mellékvízmérők mellett. Távleolvasott vízmérőink számosságát célzottan és folyamatosan bővítjük.

2. Mérők pontatlanságának csökkentése

Kereskedelmi veszteség szempontjából jelentős mértékű a hálózaton lévő vízmérők mérési hibájából adódó veszteség. A probléma a vízmérők elhasználódásából vagy éppen nem használásából eredő, hozott vagy folyamatosan romló mérési pontosságból vagy adott esetben éppen az átalányszámlázásokból adódik. Priorizáltan kezeljük a lejárt hitelességű, szerkezetileg gyenge vagy adott vízfelhasználáshoz nem megfelelően méretezett, nem megfelelő átfogással jellemzett vízmérőket. A korábbiakhoz hasonlóan a valódi okok feltárása érdekében a már hálózaton lévő álló, illetve állóra vett vízmérők helyszíni vizsgálatát szintén kiemelt fontossággal kezeljük. A hálózatainkon elfo-

gyasztott vízmennyiség megbízható megmérése érdekében, valamint a mérőszerkezetek időbeni viselkedésének megismerése céljából új, felújított és hálózatról leszerelt vízmérőink pontosságát ütemezetten vizsgáljuk, elemezzük. Az egyes vízmérők elhasználódásából származó növekvő pontatlanságot szem előtt tartva kiemelten kezeljük a nagyobb vízfelhasználással jellemezhető helyeket, hiszen a legnagyobb veszteség itt jelentkezik. Ezek elsősorban az ipari fogyasztók nagymérőit jelentik. Az ilyen vízmérők mielőbbi cseréje nemcsak a fogyasztásmérés megbízhatóságát, de az értékesített vízmennyiségeinket is jelentősen növeli. Az elmúlt évek tapasztalatai, valamint a visszaméréseink elemző munkája nyomán társaságunk olyan vízmérési stratégiát alakított ki, amellyel a jelenleg hatályos előírások korlátain belül megmaradva képes meghatározni azt, hogy hol és mikor szükséges vízmérőt cserélni, továbbá hová és pontosan milyen vízmérőt kell felszerelni.

3. Adatkezelés fejlesztése

Veszteségeink behatárolása nagyban függ a nyilvántartásaink helyességétől és adatbázisaink kapcsolódási pontjainak hitelességétől, megbízhatóságától. A vállalatirányítási rendszerünk és a műszaki információs rendszerünk adatbázisában esetlegesen előforduló hibák, anomáliák szisztematikus kiszűrése (az ún. „vevőleltár” tevékenység) bár komoly erőforrásokat igényel, ezek letisztázásán múlik az aktív kereskedelmivesztesség-kereső tevékenység. Éppen ezért adattisztítási tevékenységeinkre kiemelt hangsúlyt fektetünk.

4. A jogosulatlan vízfelhasználás csökkentése

Külön kompetencia és felelősség a jogosulatlan vízhasználat felderítése. A felderítést adatelemzésre alapozva, atipikus fogyasztási adatok vizsgálatával vevőleltárban, adott esetben adatbányászattal végezzük. Kiemelten kezeljük az olyan „passzív területeket” is, mint a műszaki megkeresések utáni kivizsgálások (pl. elutasított vízfordási engedély); méretlen bekötések azonosítása, fellelt bekötések ügyintézése, korábbi dugózások/levágások ellenőrzése, engedély nélküli tűzcsaphasználatok visszaszorítása. A jogosulatlan vagy engedély nélküli vízfelhasználás legnagyobb bizonytalansági faktorát a tettenérés nehézsége jelenti. Sajnálatosan az engedély nélküli vízfelhasználás azonosítása és felderítése között eltelt időben az ilyen jellegű tevékenység a legtöbb esetben meg is szűnik. A jogosulatlan vízfelhasználás egyik említésre méltó megvalósulási formája a tűzcsapszerelvényeken keresztül történő vízlopások esete, melynek visszaszorítása érdekében a Fővárosi Vízművek Zrt. koncepciólagosan és konstruktívan is olyan lépéseket



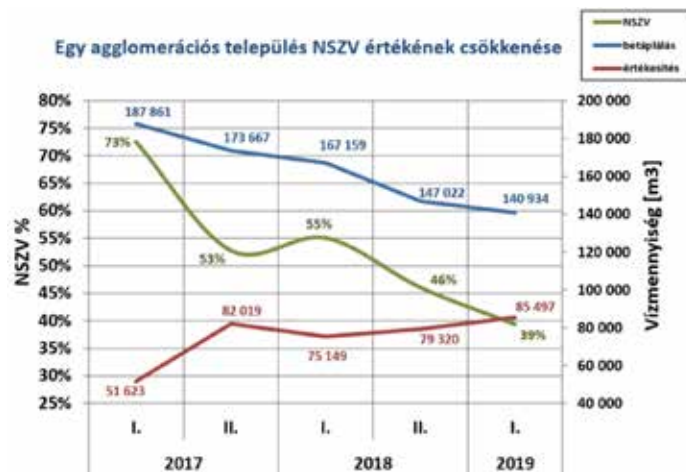
2. kép: Engedély nélküli tűzcsaphasználat

tett és tesz, amelyek segítségével a tűzcsapszerelvényeken keresztül történő vízfordás kontrollálhatóbb és mérhetőbb. A tevékenység sikeressége természetesen a fogyasztói kultúrától is függ, ám azt változtatni is képes.

Esettanulmány

Végül példaként bemutatásra kerül egy olyan eset, amely során rendkívül nagy eredményeket értünk el egy adott település vízvesztéseinek csökkentése terén.

Az értékesítési különbözet okának felderítése során 2017-ben a fizikai veszteségelemző csoport a 3. számú ábrán szimbolizált módszer szerint vizsgálta a hálózatot. A veszteségkeresés során kollégáink számos szivárgást detektáltak, melyek helyének pontosítása után a hibajavítás megtörtént. Ez a vizsgálat évente ismétlésre került. Ezzel párhuzamosan a kereskedelmi oldalt tekintve „vevőleltárt” hajtottunk végre, ami kiegészült az atipikus vízfogyasztással jellemezhető felhasználók kiszűrésével.



2. diagram: Egy település NSZV-értékének csökkenése

Ez utóbbi során szabálytalan közműhasználatra is fény derült. Ezenkívül kicserélésre kerültek a lejárt hitelességű mérők, melyek szintén „gócpontoknak” tekinthetők a veszteségek terén.

A nagymértékű értékesítési különbözet okának felderítése folyamán fizikai és kereskedelmi eredetű veszteségekkel is szembesültünk, ami az alábbi, 2. számú diagramon jól láthatóan tükröződik: a felderítés és ennek megfelelően a veszteségforrások megszüntetésének következtében a település hálózatába betáplált vízmennyiség csökkent, míg az értékesítés nőtt.

A diagramon látható, hogy 2,5 év alatt 73%-ról 39%-ra csökkentettük a település NSZV-értékét.

Konklúzió

Az NSZV redukálására az elmúlt évek, évtizedek során számos eszköz, megoldás került kialakításra. Viszont ezek nem egy-egy módszer alkalmazásán alapulnak, hanem komplex és kidolgozott vállalati stratégia eredményei.

A budapesti vízellátó rendszer vízvesztésének kezelése összetett és meghatározó feladat a vállalat több részlege számára. Jól ismert és kevésbé ismert megoldásokat és eszközöket alkalmazunk, és számos új megoldást fejlesztettünk ki és hajtottunk/hajtunk végre a veszteségek kezelésére. Minden bemutatásra kerülő vagy megemlített módszernek



számos előnye mellett megvan a maga korlátja, így ezeket kombinálva alakítható ki a fent említett stratégiai gondolkodás. Bár egyértelmű, mégis leszögezünk, hogy az NSZV csökkentése (legyen a veszteség bármilyen jellegű) a 4. számú ábrán látható lépéseken keresztül történik. Monitoringrendszer, adatgyűjtést létrehozva támogatjuk a célirányos és hatékony hibahely-behatárolást annak érdekében, hogy a fellépő veszteségekre fókuszáljunk. A tényleges veszteségcsökkenés viszont a javítás gyorsaságán és eredményességén múlik kizárólag (csősérülés-javítás, mérőcsere, illegális bekötés felszámolása stb.). Az elemzés erős és megbízható adatgyűjtésre épül, viszont a veszteségcsökkenés csak tényleges fizikai vagy ügyfélszolgálati adminisztrációs munkával történhet. Az üzemeletetésben rejlő tartalékok feltárása, a veszteségek csökkentése az ágazat jelenlegi működése során kiemelt jelentőségű.

Cikkünk gondolatébresztő áttekintés, bemutatva a veszteségkeresési feladatok komplexitását. Az egyes tételek kifejtésére a Fővárosi Vízművek külön alkalmat szervez novemberben.

Ratkó József

Úgy élni, mint a fák

„Úgy élni, mint a fák, igen.
Munkában szüntelen.

Termést nevelni, bármilyen kicsit,
óvni, míg megékesedik.

Állni, túlélni öklelő vihart,
visszaütve is! S kinőni a bajt.

Évről évre újabb rügyekkel,
sír-mélyig nyúló gyökerekkel,

elszántan, évelő reménnyel,
megtelni fénnel,
úgy élni, mint a fák, igen!...

Úgy élni, mint a fák, igen.
Magunkhoz s dolgunkhoz híven.

Gondba útve térdig, derékig,
mégis égig emelve szívünk és agyunk.

Hisz emberek vagyunk,
s nem élhetünk lappangva, félvadon.

Előbb magunkban szabadon,
s azután kint!
Mert csupán így lehet
elvégezni a teljes életet.”



AZ EU KÖRFORGÁSOS GAZDASÁGPROGRAMJA ÉS A SZENNYVÍZISZAP TERMÉKKÉ MINŐSÍTÉSE, MEZŐGAZDASÁGI HASZNOSÍTÁSA



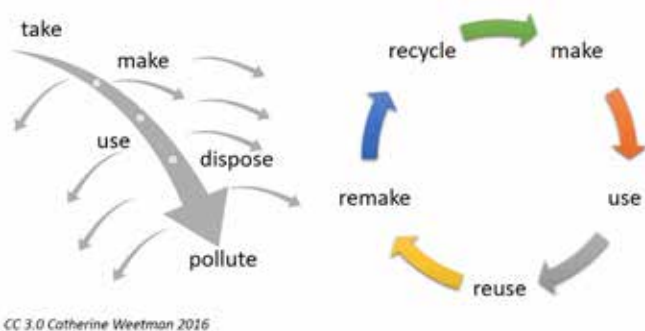
KIVONAT Az Európai Bizottság meghirdette a körforgásos gazdaságra való átállás programját. Ennek keretében a hulladékok, így a szennyvíziszapok új életciklusban való felhasználását meg kell oldani. A szennyvíziszap erőforrás, amelyet hulladéklerakókba nem lehet elhelyezni. Azokat mint terméket (stabilizálási stb. folyamatok után) minőségtől függően talajtermékenység-fokozó anyagként a mezőgazdaságban vagy roncsolt területek rekultiválására, esetleg tüzelőanyagként együttetéssel lehet hasznosítani.

KULCSSZAVAK szennyvíziszap, hasznosítás, mezőgazdasági rekultiváció

DR. OLÁH PÉTER EUROCERT Kft., ügyvezető igazgató, talajtani és környezetvédelmi szakember

Az Európai Bizottság 2015-ben cselekvési tervet fogadott el a gazdasági szemlélet, működés alapvető megváltoztatására, hogy felgyorsítsa a körforgásos gazdaságra való átállást, fokozza a globális versenyképességet, a gazdasági növekedés fenntarthatóságát, és elősegítse új munkahelyek teremtését Európában.

A cselekvési terv a lineáris, pazarló gazdasági modell végleges lezárását tűzte ki célul.



A lineáris gazdaság a „bölcstől a sírig” rendszerben egy életciklus beható elemzését, optimalizálását jelentette. A korábbi modellekkel ellentétben itt már bizonyos erőforráskorlátokkal számoltak.

A körforgásos modell, a „bölcstől a bölcsőig” rendszer a teljes fenntarthatóságot célozza meg. Ez annál is fontosabb, mivel a globális túlfogyasztás napja (az egy évre való erőforrás elfogyasztásának mértéke) múlt évben augusztus 8. volt. A túlfogyasztás az 1970-es években kezdődött, amikor a népesség és a szükségletek növekedése nyomán a fogyasztás átlépte a fenntarthatósági szintet. 1970-ben a túlfogyasztás napja december 29-ére, 1988-ban már október 15-ére esett. Azóta egyre korábban jön el a nap, amikor az emberiség által elhasznált természeti erőforrások és a károsanyag-kibocsátás átlépi azt a mennyiséget, amelyet a Föld egy éven belül még újra tud termelni, illetve el tud nyelni. Ezt követően az emberiség a saját jövőjét, a gyermekei, unokái életlehetőségét „zabálja föl”.

A körforgásos gazdaság cselekvési terve 54 intézkedést tartalmaz, melyek a gyártástól kezdve a fogyasztáson és a hulladékgazdálkodáson át a másodlagos nyersanyagok piacáig a termékek életciklusának egészére kiterjednek. Emellett meghatározza az értéklánc azon öt kiemelt területét, ahol fel kell gyorsítani az átállást: műanyagok, élelmiszer-hulladék, kritikus fontosságú nyersanyagok, építési és bontási munkák, biomassza és

bioalapú anyagok. A cselekvési terv nagy hangsúlyt fektet arra, hogy az újonnan kialakítandó gazdasági keretfeltételek kellően ösztönözzék majd a beruházásokat és az innovációt, sok ezer új álláslehetőséget kialakítva.

Hazánkban is el kell indítania a körforgásos gazdaság modelljét, illetve az új hulladékgazdálkodási stratégiát, amihez az Európai Unió pénzügyi támogatással járulhat hozzá. Karmenu Vella uniós környezetvédelmi biztos szerint a hulladékokra nem problémaként kellene tekintenünk, hanem az erőforrás-gazdálkodás részeként ezek értékes anyagként kezelendők. Az erőforrás-gazdálkodás egyik alapvető feltétele az erőforrás áramlása az optimális felhasználási helyre.

Az EU-n belüli hulladék csak abban az esetben lépheti át az országghatárt, ha hasznosításra kerül. Ilyen esetben a két érintett ország hatóságai szigorúan ellenőrzik a feltételeknek való megfelelést. Hazánk egyébként többek között nagy mennyiségben vas- és színesfémhulladékot, égethető kommunális hulladékot, elhasznált akkumulátort, papírhulladékot exportált, és főleg korábban műanyag-hulladékot, valamint bizonyos veszélyes hulladékot is.

Hasznosításra hazánkba kerül többek között kommunális hulladékból származó tüzelőanyag (RDF – Refuse Derived Fuel) és kommunális szennyvíziszap, amelyek hasznosításáért a feladó fizet. Optimális hasznosítás esetén a felhasználó erőforráskészlete gazdagodik.

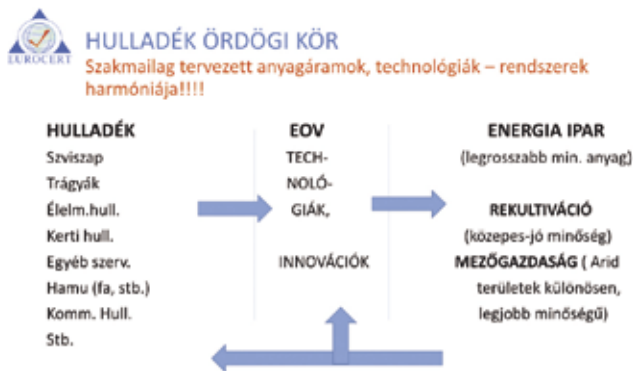
Az optimálisan kezelt szennyvíziszapnak mint erőforrásnak hasznosítási lehetőséget kell biztosítani. Ez a már régóta bizonyítottan bevált mezőgazdasági hasznosítás vagy energiatermelés lehet.

A mezőgazdasági hasznosításra utalva erőteljesen hangsúlyozni kell, hogy talajaink az intenzív mezőgazdálkodás, kemizáció miatt évtizedek óta degradálódnak. Már 1981-ben Dr. Stefanovits Pál akadémikus és mások is figyelmeztettek, hogy a talajok átlagos pH-ja egy egész értékkel csökkent a savas esők, az intenzív növénytermesztés és a szerves trágyázás elfelejtése miatt. Talajbiológiai követelményekkel nem igazán foglalkoztak. A talajt inkább egy termést adó fizikai-kémiai közegnek tekintik (akár még a specifikus növénytermesztés is): legyen meg az NPK (nitrogén – foszfor – kálium) egyensúlya, emellett esetleg adunk mikroelemeket. Ennek egyik eredményét írja le dr. Márai Géza: a jelenleg betakarított növényekben a tápanyag- és vitamintartalom 20-80%-a az ötven évvel ezelőtlinek. Örül a gyógyszeripar, egyre több gyógyszer és táplálékkiegészítő fogy. Közben elfelejtettünk szerves trágyázni, sőt rengeteg szerves anyagot erőműveknek adunk el, a hígtrágya meg környezeti probléma lett. Egyre betegek a talajaink, és egyre betegek az emberek!

- növeli a mikroorganizmusok számára kedvező pórusréteget,
- vízmegtartással javulnak a mikroorganizmusok életfeltételei.

A mezőgazdasági hatása a jól kezelt, jól alkalmazott szennyvíziszapnak egyértelműen a termés mennyiségi és minőségi növekedése. Az iszappal kezelt területek vízgazdálkodása (főleg homokos talajok esetén) sokkal jobb, mint a nem kezelt területeké, ezért a növényzet ott jobban fejlett. Hazánkban nagyon sok kiváló bizonyíték található a jól kezelt szennyvíziszapok helyes használatára, a teljesség igénye nélkül: Bácsvíz, Nyírségvíz, Fejérvíz, Mátraaljai Szénbányák Rekultiváció, és sorolhatnám tovább. Ezen alkalmazások háttérét évtizedek óta a nemzetközi tudományos és gyakorlati eredmények mellett agráregyetemek és főiskolák, az MTA Talajtani és Agrokémiai Intézete (ma más a neve) adják.

A hasznosítás tehát többszintű lehet:



Gazdaságosan működő biogáz-technológia alkalmazásával a következő termékpálya lehetséges:



A fentiek ismeretében tudományágakat, gazdasági ágazatokat átívelve kellene megoldani a problémákat – legyen áramlás, innováció, legyen befolyásmentes, józan ész alapú szakma, amely alázattal kíván megoldásokat adni.

Ha nem ezt tesszük, elérhetjük például Pakisztán „eredményét”: az intenzív mezőgazdaság érdekében csak műtrágyát használva egyre mélyebbről szivattyúzták az öntözővizet, míg végül sós sivataggá vált a táj. Ők ezt a tájat hagyják az unokáiknak, pedig azt csak kölcsönkapták tőlük. Mi lesz az unokákkal?

40 ÉV APRÍTÁSI TAPASZTALATA MÁR A SULZER CSALÁD TAGJAKÉNT

A Zultzer Pumpen a **JWC™** termékek kizárólagos magyarországi beszállítója és márkaszervize.



Zultzer Pumpen

Authorized Partner of Sulzer

jwc@zultzerpumpen.hu
+36 1 231 60 70
www.zultzerpumpen.hu

SULZER

Authorized Partner

KLÓROZÁSI MELLÉKTERMÉKEK VIZSGÁLATA TÖRÉSPONTI AMMÓNIA-MENTESÍTÉST ALKALMAZÓ IVÓVÍZ-ELLÁTÓ RENDSZEREKBE



KIVONAT Hazánkban az egyik leggyakrabban alkalmazott ammóniamentesítő eljárás a törésponti klórozás. A technológiai lépések során a vízhez adagolt klórmennyiség eléri vagy akár meg is haladja a fertőtlenítés céljából jellemzően adagolt klórdózisnak a tízszeresét. Jelen cikkben arra kerestük a válaszokat, hogy a jelentősen nagyobb klórdózis mely melléktermékek esetében okoz növekedett koncentrációkat a kezelt vízben. Emellett szeretnénk bemutatni, hogy mely paraméterek befolyásolják a legjelentősebben a képződött melléktermékek mennyiségét, és hogy azokon keresztül hogyan lehet a keletkezésüket minimalizálni.



KULCSSZAVAK törésponti klórozás, klórozási melléktermékek, trihalometánok, haloecetsavak, haloacetonitrilek, klorát

STEFÁN DÁVID^{1,2}, ERDÉLYI NORBERT¹, JUHÁSZ IVETT^{1,3}, VARGHA MÁRTA¹

1 Nemzeti Népegészségügyi Központ, Laboratóriumi Központ,

Környezetegészségügyi Laboratóriumi Osztály

2 Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémiai Intézet, Analitikai Kémiai Tanszék,

3 Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyész- és Biomérnöki Kar

1. Bevezetés

A klórozás az egyik leggyakrabban alkalmazott ivóvízkezelési eljárás Magyarországon. Szerepe kettős, egyrészt fertőtlenítőszerként alkalmazzák, hogy a hálózaton a mikroorganizmusok keletkezését és szaporodását megelőzzék, másrészt oxidálószerként alkalmazzák szervesetlen komponensek, így például ammónia eltávolításához is. Ez utóbbi technológiai lépést hívják törésponti klórozásnak (1. ábra). Mindkét célra létezik többféle alternatív, klórmentes technológia is. Fertőtlenítőszerként például lehet alkalmazni ózont, hidrogén-peroxidot vagy UV-fényt, míg a törésponti ammóniamentesítést biológiai ammóniamentesítéssel is ki lehet váltani. Összességében azonban elmondható, hogy a klórbázisú technológiák mind a mai napig a legelterjedtebbek Magyarországon. Fertőtlenítőszerként a klórmentes megoldások mellett (ózon, UV) az alternatív klórbázisú szerek (klór-dioxid) használata is egyre gyakoribb. Törésponti klórozásnál azonban ezen alternatív oxidálószer nem használhatóak, így erre a célra vagy klórgázt, vagy nátrium-hipoklorit-oldatot lehet alkalmazni. Emellett érdemes még hangsúlyozni, hogy az alkalmazott klórdózisok legalább egy, de akár két nagyságrenddel is nagyobbak lehetnek a törésponti ammóniamentesítésnél, mint egy egyszerű fertőtlenítésnél.

A törésponti klórozás világszinten jóval kevésbé elterjedt technológiai lépés az ivóvízkezelésben. A magyarországi mélységi vizek az ország földrajzi sajátosságai miatt igen gyakran tartalmaznak magas koncentrációban ammóniumiont, ami világvizonylatban nem gyakori probléma, így nemzetközi szinten is kevesebb kutatás foglalkozik törésponti ammóniamentesítéssel.

A klórozásos technológiák jelentős hátránya, hogy a vízhez adagolt klórformák a vízben oldott szerves anyaggal reakcióba lépnek, és szerves klórozási melléktermékek képződnek. A nemzetközi irodalomban már több száz ilyen mellékterméket azonosítottak, melyek közül

a legnagyobb koncentrációban jelen lévők a trihalometánok (THM) és haloecetsavak (HAA). Ezek mellett jellemző melléktermékek még a haloacetonitrilek (HAN), halonitrometánok, haloacetaldehidok, haloketonok és a klorál-hidrát. A szerves melléktermékek mellett ritkán esik szó a szervesetlen melléktermékekről, azonban ezek is negatív hatással lehetnek az ivóvízminőségre. Ezek közül a legjelentősebb a klorit és a klorát. Ezen komponensek nem a szerves anyagok és az oxidálószer közötti reakciókban keletkeznek, hanem utóbbiak bomlástermékei. Míg kloritra kizárólag a klór-dioxidot alkalmazó rendszerekben lehet számítani, addig a klorát minden olyan esetben megjelenhet, ahol valamilyen klórbázisú oxidálószer alkalmaznak. Ezek mellett a törésponti technológiák jellemző melléktermékei még a szervesetlen klóraminok (mono-, di- és triklór-amin). Az ammónia és hipoklorit reakciójában keletkező komponenseket sok esetben a kötöttklór-paraméterrel jellemzik, és igen kellemetlen szaghatást tudnak okozni az ivóvízben.

A fentebb említett komponensek közül szinte valamennyinek van bizonyított vagy feltételezhető egészségkárosító hatása. Legtöbbjük potenciális humán karcinogén, emellett a trihalometánok máj- és veseproblémákat, míg a klorit vérszegénységet és központi idegrendszeri zavarokat okozhat.

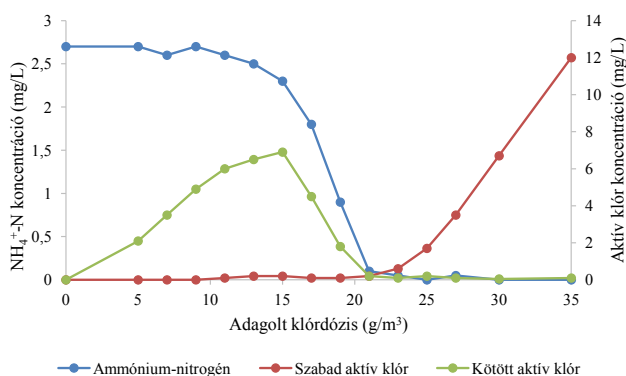
A magyarországi szabályozásban jelenleg három, klórozással kapcsolatos paraméter szerepel: összes trihalometán (határérték: 50 µg/L), klorit (határérték: 0,2 mg/L) és kötött klór (határérték: 3 mg/L). Ezek mellett az EU által 2018 februárjában kiadott ivóvízirányelv-módosítás már a klorátot és a haloecetsavakat is tartalmazza. Az előzetes határérték-javaslatok ezen komponensekre rendre 0,25 mg/L és 80 µg/L értékeket határoznak meg.

Munkám során arra kerestem a válaszokat, hogy a törésponti klórozásnál alkalmazott magas klórdózisok mely melléktermékek esetében eredményeznek növekedett koncentrációkat, beleértve az újonnan ki-

adott irányelvben szereplő komponenseket is. Emellett azt vizsgáltam, hogy az ivóvízellátó rendszerek üzemeltetői hogyan tudják minimalizálni a klórozási melléktermékek koncentrációját az ivóvízben.

2. A kutatás során vizsgált mintavételi helyek és paraméterek

Munkánk során 12 hazai ivóvízellátó rendszert vizsgáltunk, ezeket az alábbiakban betűkkel jelöljük (A–L). A vizsgált rendszerek vízkezelési eljárásai között voltak eltérések, azonban közös volt bennük, hogy mind-egyiknél alkalmaztak törésponti ammóniamentesítést. Hét esetben a törésponti klórozáshoz alkalmazott oxidálószer klórgáz volt, míg öt vízműnél nátrium-hipoklorit-oldatot (hipó) adagoltak a kezelendő vízhez. A fertőtlenítést 10 helyszínen ugyanazzal a vegyszerrel végezték, mint az ammóniamentesítést, 2 technológia esetében azonban klórgáz után nátrium-hipokloritot alkalmaztak fertőtlenítőszerként. A helyszínek kiválasztásánál fontos szerepet játszott a nyersvizek fizikai és kémiai jellemzőinek változatossága. Egy helyszínen belül a vízkezelési technológia alábbi pontjain történtek meg a mintavételek: a) nyersvíz; b) törésponti klórozás előtt; c) törésponti klóradagolás után, de aktív C szűrés előtt (ha a műszaki kialakítás ezt lehetővé tette); d) aktív C szűrés után; e) vízmű kimenő vize; f) fogyasztói pont. A mintavételi pontokat egy általános, sematikus folyamatábrán is feltüntettük (1. ábra).



1. ábra: Törésponti klórozás görbéje, feltüntetve rajta a kötött és szabad aktív klór, illetve ammónium koncentrációit

Az összes mintavételi ponton vizsgáltuk a szerves klórozási melléktermékek közül a trihalometánok, a haloecetsavak és a haloacetonitrilek koncentrációját, valamint megmértük a vizek AOX-tartalmát. A szerves melléktermékek közül a klorit és a klorát analízisére, valamint a kötött és szabad aktív klór meghatározására került sor. Emellett vizsgáltuk a nyersvíz ammónium- és bromidkoncentrációját, szervesanyag-tartalmát, valamint hőmérsékletét.

3. Eredmények és értékelésük

A vízművek kiválasztásakor törekedtünk arra, hogy a vizsgált rendszerek nyersvízösszetétel szempontjából minél szélesebb kört reprezentáljanak.

Ennek megfelelően a legtöbb nyersvízparaméter igen széles tartományban változik a kiválasztott ivóvízellátó rendszerekben. A hőmérséklet 13,1 és 54,2 °C, az ammónia 0,76 és 4,5 mg/L, a szerves anyag (TOC) 1,9 és 11 mg/L, a bromidion 0,067 és 0,34 mg/L között mozgott. Emellett a pH 7,47 és 8,10, míg a vezetőképesség 656 és 1314 µS/cm között változott.

3.1. A vízművek kimenő vizében mért melléktermék-koncentrációk

A vízművek kimenő vizében ('e' pont) mért melléktermék-koncentrációkat mutatja be az 1. táblázat. A korábbi pontokon ('b'–'d') mért eredmények a technológiák különbözősége miatt nem összehasonlíthatóak, míg a fogyasztói pontokon ('f') mért koncentrációkat a hálózaton és a fogyasztók-nál fellépő másodlagos vízminőségromlás is befolyásolhatja.

Melléktermékek	Tartomány	Medián	Átlag
THM (µg/L)	14,2-143	43,0	52,4
HAA (µg/L)	5,2-129	26,7	35,2
HAN (µg/L)	<0,6-16,9	5,0	5,6
AOX (µg Cl/L)	33,0-500	156	181
Klorit (mg/L)	<0,03	<0,03	<0,03
Klorát (mg/L)	<0,05-2,0	<0,05	0,57
Szabad aktív klór (mg/L)	<0,05-0,7	0,34	0,29
Kötött aktív klór (mg/L)	0,05-2,2	0,27	0,52

< kimutatási határ alatti érték

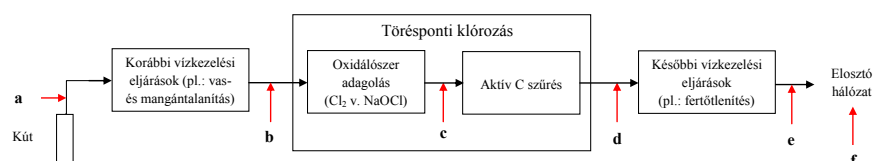
1. táblázat: A vizsgált klórozási melléktermékek koncentrációja a vízművek kimenő vizében

3.1.1. Szerves melléktermékek

Mindhárom szervesmelléktermék-csoport mért koncentrációi igen széles tartományt fednek le. Legalább egy, de akár két nagyságrendnyi különbség is volt a minimális és maximális értékek között. Az összes helyszínen a THM koncentrációja volt a legmagasabb, ezt követték a HAA-k és végül a nitrogéntartalmú HAN-vegyületek.

A THM esetében a vizsgált 12 helyszínből 6-nál tapasztaltunk határérték-túllépést, valamint a mért koncentrációk átlaga is meghaladja a határértéket. A HAA-ra vonatkozóan jelenleg még nincs hatályos hazai határérték, azonban az ivóvízirányelv felülvizsgálati dokumentumában már szerepel javaslatként a paraméter bevezetése 80 µg/L parametrikus értékkel a 9 leggyakoribb HAA összegére vonatkozóan. Ezt az értéket csupán 1 esetben haladta meg a mért koncentráció (H helyszín). Fontos kiemelni, hogy az ezen a helyszínen szolgáltatott víz a mért THM-koncentráció miatt sem volt elfogadható minőségű. A THM-hez viszonyított, jellemzően alacsonyabb koncentráció és a magasabb határérték miatt elmondható, hogy a HAA-nál kevésbé kell számítani határérték-túllépésre. Valószínűsíthető, ha egy vízmű által szolgáltatott víz megfelel a THM-határértéknek, akkor a HAA-határértéknek is meg fog felelni.

A HAN-ek a korábban említettekhez képest jóval ritkábban mért komponensek, azonban a nemzetközi irodalom alapján elmondható, hogy nitrogéntartalmú melléktermékek sok esetben nagyobb toxicitással rendelkeznek, mint egyéb „nitrogénmentes” társaik. A vizsgálataink során mért koncentrációk a nemzetközi irodalom eredményeivel jó egyezést mutatnak, a törésponti technológiák alkalmazása során nem kell kimagaslóan nagy HAN-képződésre számítani.



2. ábra

3.1.2. Korrelációk a szerves melléktermékek között

A korábban említett komponensek közül egyedül a THM mérése rutinszerű ma Magyarországon. Emellett a másik gyakran mért, klórozással kapcsolatos paraméter az AOX (adszorbeálható szerves halogéntartalmú komponensek). Mivel ez egy összegparaméter, ezért az emberi egészségre gyakorolt hatása nem vizsgálható, azonban üzemeltetési paraméternek kitűnően alkalmazható. Ezt támasztják alá a mérési eredményeink is. Az 'e' mintavételi ponton mért AOX-koncentrációk és az egyes melléktermék-koncentrációk közötti Pearson-féle korrelációs együtthatók igen erős kapcsolatot mutatnak mindhárom vizsgált mellékterméktípus esetében (2. táblázat). Ezek alapján elmondható, hogy az AOX-paraméter mérésével jól lehet követni a szervesmelléktermék-képződést a klórozási folyamatok során. Emellett egy nagyságrendileg pontos becslést lehet megfogalmazni a THM-, HAA- és HAN-koncentrációkra vonatkozóan.

Korrelációs analízist végeztünk az egyes mellékterméktípusok között is, aminek eredményei a 2. táblázatban találhatóak. A THM és HAA között igen erős, 0,05-es szignifikanciaszinten szignifikáns korrelációt tapasztaltunk. A HAN esetében az előzetes várakozásainknak megfelelően valamivel gyengébb, de így is szignifikáns korrelációt tapasztaltunk.

Melléktermék-típusok	THM	HAA	HAN	AOX
THM	-	0,936* p = 0,000	0,861* p = 0,000	0,924* p = 0,000
HAA	-	-	0,755* p = 0,005	0,960* p = 0,000
HAN	-	-	-	0,736* p = 0,006
AOX	-	-	-	-

* A korreláció 0,05-es szignifikancia szint mellett szignifikáns

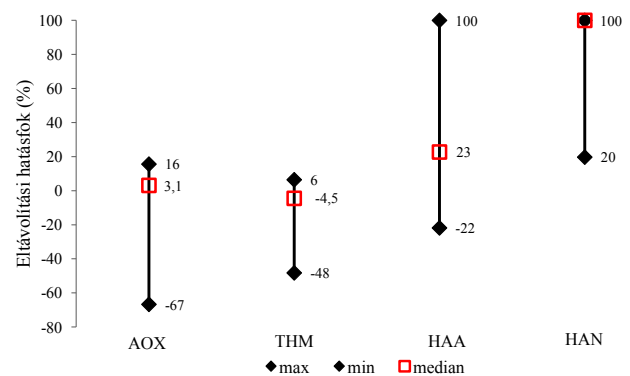
2. táblázat: Pearson-féle korrelációs együtthatók az egyes mellékterméktípusok között a vízművek kimenő vizében

3.1.3. Szervetlen melléktermékek

Az ammóniatartalmú nyersvizet felhasználó ivóvízellátó rendszerek esetében a leggyakrabban említett és vizsgált szervetlen melléktermékek a klóraminok. A klóraminok koncentrációját legegyszerűbben a kötöttklór-érték mérésével lehet meghatározni. Munkánk során ezen paraméter három helyszínt leszámítva (D, J és K) szűk tartományban mozgott (0,05–0,39 mg Cl₂/L), és messze a határérték alatt maradt. A három magasabb értéket olyan ivóvízellátó rendszernél mértük, ahol a kezelt vízben is kimutatható volt az ammónia. Valószínűleg ezen vízműveknél az adagolt oxidálószer mennyisége nem érte el a törésponti dózist. Az alulklorozás következtében a klóraminok oxidációja nem volt teljes, ami így magasabb koncentrációt eredményezett. A kötöttklór-koncentráció csökkentése a klórdózisok növelésével, a töréspont elérésével egyszerűen kivitelezhető.

Jóval komolyabb problémát tapasztaltunk a klorát esetében. Ez a komponens jelenleg még nem szerepel a hazai szabályozásban, azonban az ivóvízirányelv felülvizsgálati dokumentumában bevezetésre javasolt paraméterként szerepel. Azon vízműveknél, ahol mind a törésponti klórozáshoz, mind a fertőtlenítéshez klórgázt alkalmaztak, a klorát kimutatási határ alatt volt (<0,05 mg/L). Emellett hasonlóan kimutatási határ alatti eredményeket kaptunk azon 2 vízműnél, ahol a klórgáz ammóniamentesítés után a fertőtlenítés hipokloritoldattal történt. Ezekkel szemben, ahol nátrium-hipoklorit-oldatot alkalmaznak ammóniamentesítésre, ott minden esetben kimutatható volt ez az anion (0,66–2,0 mg/L). A mért koncentrációk jelentősen, esetenként akár egy nagyságrenddel is meghalad-

ják az irányelv felülvizsgálati tervezetében szereplő előzetes határértéket (0,25 mg/L). A klorát jellemzően a hipoklorit bomlásakor keletkezik. Ez a degradáció már rögtön a gyártás után, a vegyszer tárolása során elkezdődik, így a felhasználásig már nagy mennyiségű bomlástermék gyűlhet össze a hipokloritoldatokban. Ez a tény, kombinálva azzal, hogy a törésponti ammóniamentesítésnél az általános fertőtlenítőszer-dózisok több tízszeresét szokták alkalmazni, eredményezi a kiugróan magas koncentrációértékeket. Mivel a klórdózisokat a nyersvíz ammóniumkoncentrációja határozza meg, így ezeket nem lehet nagymértékben változtatni. A klorátkoncentráció csökkentése csak a hipoklorit bomlásának minimalizálásával érhető el. Ezt a fertőtlenítőszer minél rövidebb ideig történő tárolásával, illetve a megfelelő tárolási körülmények (napfénytől védett, hűvös hely) biztosításával érhető el. Azonban több esetben, különösen a magasabb ammóniumtartalmú nyersvizet felhasználó rendszerekben ez sem elegendő. Ezeknél az ivóvízellátó rendszereknél javasolt a nátrium-hipoklorit (hipós) törésponti technológiákat klórgázra cserélni.



3. ábra: Granuláltaktívzén-adszorberek tisztítási hatásfoka mellékterméktípusonként

A harmadik vizsgált szervetlen melléktermék a klorit volt. A klorit jellemzően a klór-dioxid bomlása következtében jelenhet meg az ivóvízben, egyéb klórbázisú fertőtlenítőszer bomlásánál nem kell számítani a képződésére. Klór-dioxidot viszont egyik vizsgált ivóvízellátó rendszerrel sem használtak, ezzel összhangban ezt az aniont semelyik mintavételi helyszínen semelyik pontján nem tudtuk kimutatni.

3.2. A keletkezett melléktermékek mennyiségét befolyásoló tényezők

A melléktermékek koncentrációját a szolgáltatott ivóvízben több paraméter együttesen határozza meg. A továbbiakban ezek hatásának vizsgálatát mutatjuk be.

3.2.1. A nyersvíz összetétele

A vizsgált nyersvízparaméterek és a vízmű kimenő vizében ('e' pont) mért melléktermék-koncentrációk között korrelációs analízist végeztünk. A kapott Pearson-féle korrelációs együtthatók a 3. táblázatban találhatóak. A legerősebb pozitív korrelációkat a nyersvíz hőmérsékleténél tapasztaltuk, illetve hasonlóan pozitív korreláció volt megfigyelhető a TOC-koncentrációval. Ezek alapján megállapítható, hogy ez a két nyersvízparaméter van a legnagyobb befolyással a képződő szerves melléktermékek mennyiségére. Különös figyelmet kell fordítani a melléktermék-képződésre azoknál a vízműveknél, ahol magas a szervesanyag-tartalom, illetve a nyersvízhőmérséklet. Ezeknél a rendszereknél megoldás lehetne a víz hőmérsékletének és szervesanyag-tartalmának csökkentése a törésponti vízkezelés megkezdése előtt. Hozzá kell tenni azonban, hogy a hőmérséklet-csök-

kentés gazdaságossági szempontok miatt nem alkalmazható. A szervesanyag-koncentráció csökkentését viszont aktív szén adszorberek segítségével el lehet végezni, azonban ennek a technológiának is megvannak a maga buktatói, amiket a 3.2.3.-as fejezetben részleteztek.

A harmadik vizsgált nyersvízparaméter a bromidion volt, melynél gyenge negatív korrelációt tapasztaltunk. Emellett azonban ki kell emelni azt is, hogy magasabb bromidkoncentráció mellett inkább bromozott melléktermékek keletkeznek, melyek az irodalom adatai alapján magasabb toxicitással rendelkeznek. Így összességében az alacsonyabb melléktermék-koncentráció jelenthet magasabb egészségkockázatot. A negyedik vizsgált nyersvízparaméter, az ammónium esetében egyik mellékterméknél sem találtunk korrelációt, nem volt hatással a melléktermék-képződésre.

Nyersvíz paraméterek	Melléktermékek koncentrációja a kimenő vízben			
	THM (µg/L)	HAA (µg/L)	HAN (µg/L)	AOX (µg Cl ² /L)
TOC (mg/L)	0,297 p=0,349	0,410 p=0,186	0,165 p=0,802	0,570* p=0,053
Hőmérséklet (°C)	0,679** p=0,015	0,568* p=0,054	0,480 p=0,114	0,505* p=0,094
Bromid (mg/L)	-0,432 p=0,161	-0,316 p=0,317	-0,189 p=0,557	-0,322 p=0,308
Ammónium (mg/L)	0,067 p=0,837	0,072 p=0,825	-0,031 p=0,925	0,059 p=0,854

* A korreláció 0,1-es szignifikancia szint mellett szignifikáns

** A korreláció 0,05-es szignifikancia szint mellett szignifikáns

3. táblázat: Pearson-féle korrelációs koefficiensek a szerves melléktermékek koncentrációja és egyes nyersvízparaméterek között

3.2.2. Az alkalmazott klórdózisok

A törésponti ammóniamentesítés során alapvető fontosságú a megfelelő klórdózis, illetve a megfelelő kontaktidő alkalmazása. Az alulklórozás a kötött klór magasabb koncentrációja miatt lehet problémás. A túlklórozás hatását a vízmű kimenő vízében mért maradék szabad klór és a melléktermékek koncentrációinak összehasonlításával vizsgáltuk.

A számolt Pearson-féle korrelációs koefficiensek alapján elmondható, hogy mindhárom mellékterméktípus koncentrációját alapvetően befolyásolja ez a paraméter. A legerősebb összefüggést a HAN-nél kaptuk, ($r = 0,742$), de a THM ($r = 0,582$) és a HAA ($r = 0,576$) esetében is 0,05-ös szignifikanciaszint mellett szignifikáns, erős, pozitív korrelációt tapasztaltunk. Ezzel szemben a vízkezelésnél alkalmazott összes klórdózis és a melléktermék-koncentrációk között nem tapasztaltunk semmilyen összefüggést. Ennek oka a törésponti technológia mechanizmusában keresendő. Az adagolt klór nagy része az ammónia oxidációjára fordítódik, nem pedig a szerves anyaggal lép reakcióba.

A megfelelő klórdózis beállítását megnehezítheti a hipó bomlékonysága is. Az oxidálószer szabadklór-tartalma a hipoklorit bomlása miatt nem állandó, így az ammóniamentesítéshez szükséges oldat mennyisége is változik. A korábbiak alapján elmondható, hogy a törésponti klórozást alkalmazó rendszereknél a melléktermékek minimalizálása végett az egyik legfontosabb üzemeltetői feladat a megfelelő klórdózis beállítása és folyamatos ellenőrzése, korrigálása.

3.2.3. A GAC-adszorberek

A GAC-adszorberek alkalmazása igen elterjedt a hazai ivóvízellátó rendszerekben. A törésponti technológiáknál a feladata a melléktermékek, illetve az esetlegesen feleslegben adagolt oxidálószer koncentrációjának csökkentése. Munkánk során a 'c' és a 'd' ponton vett minták összehasonlításával tudtuk vizsgálni azt, hogy a GAC-adszorberek a gyakorlatban milyen mértékben tudják ezt a feladatokat ellátni.

A leggyakrabban észlelt szerves melléktermék, a klorát koncent-

rációja annak ionos jellege miatt a várakozásunknak megfelelően nem változott az aktív-szén-adszorbereken. A szerves melléktermékek megkötését a GAC-adszorber előtti és utáni mintavételi ponton mért koncentrációk eredményeiből számított tisztítási hatásokkal jellemeztük. A több esetben kapott „negatív tisztítási hatások” koncentrációnövekedést jelentenek. A melléktermékeként összegzett tisztítási hatások, azoknak minimum-, maximum- és mediánértéke látható a 2. ábrán. Az ábra jól mutatja, hogy a legnagyobb koncentrációban keletkezett melléktermékek, a THM esetében inkább koncentrációnövekedés tapasztalható, mintsem -csökkenés. A HAN-nél kaptuk a legjobb tisztítási hatásokokat, néhány helyszínt leszámítva ezen komponensek eltávolítása megtörtént a GAC-tölteten. A legváltozatosabb képet a HAA-nál tapasztaltuk. Néhány helyszínen 80% körüli csökkenés volt mérhető, míg több esetben jelentős növekedés következett be a tölteten. Az eredmények és az irodalom alapján feltételezhető, hogy a megfigyelt koncentrációcsökkenés sem az adszorpciónak köszönhető, hanem a melléktermékek degradációjának, mely a GAC felületén mehet végbe.

Ezen adszorberek mellett 4 helyszínen a törésponti klórozás előtt egy másik GAC-adszorber is be volt építve a technológiába, hogy a klóradagolás előtt a nyersvíz szervesanyag-tartalmát csökkentsék. A töltet előtt és után is vizsgálva a víz TOC-koncentrációját 5%-on belüli változást tapasztaltunk, az adszorbensek nem működtek megfelelően.

A korábbi eredmények alapján megállapítható, hogy az alkalmazott töltetek valószínűleg már teljesen telítődtek, adszorpciós kapacitásuk kimerült. Sokszor az adszorbereket jócskán az élettartamukon túl használják, regenerációjuk és cseréjük túlságosan ritka. Ilyen körülmények között a GAC-töltetek nem tudják ellátni a funkciójukat.

3.2.4. A hálózat

A vízelosztó hálózaton sok vízminősítő paraméter esetében igen jelentős másodlagos vízminőség-változás tapasztalható, ami a klórozási melléktermékekénél sincs másképp. Kutatásunk során ezt az 'e' és 'f' pontok között történő koncentrációváltozások követésével tudtuk vizsgálni.

A klorátkoncentráció a hálózaton lényegében nem változott, kivétel nélkül minden helyszínen 10%-on belül voltak az eredmények a 'e' és 'f' pont között. A klorát egy stabil komponens, annak bomlására nem kell számítani, míg a vízben lévő szabad klór bomlásából keletkező klorát a hipoklorit-adagolás során a vízbe kerülő koncentrációkhoz képest elhanyagolható.

Más a tapasztalat a szerves melléktermékekénél. A THM koncentrációja 6 helyszínen 20%-ot meghaladó mértékben növekedett a hálózaton, ezekből egy esetben kiugróan magas, 2,5-szeres növekedés volt mérhető. Jelentős, 20%-ot meghaladó csökkenést egyik helyszínen sem tapasztaltunk. A maradék 6 ivóvízellátó rendszerben 20%-on belül változott a THM-koncentráció a hálózaton. Teljesen más a helyzet a HAA és HAN esetében. Mindkét mellékterméktípusnál nagyarányú, 50%-ot meghaladó növekedés és csökkenés is több helyszínen volt tapasztalható. Emellett azonban voltak helyszínek, ahol minimális koncentrációváltozást mérünk. Az ivóvízben lévő maradék szabad klór miatt leginkább koncentrációnövekedést várunk a hálózaton. Ez sok esetben volt tapasztalható, sokkal érdekesebb azonban, hogy a HAA és HAN esetében jelentős koncentrációcsökkenést is mérünk, ami ezen melléktermékek bomlékonyságát mutatja.

Egy ivóvízellátó rendszeren belül a fogyasztói pontok között bizonyos paraméterek esetén jelentős különbségek lehetnek. A hálózat szerepe az ivóvízminőségben egy igen összetett probléma. A másodlagos vízminőség-változásra több paraméter, mint például a tartózkodási idő, a hidraulikai viszonyok, az elosztóhálózat kora vagy a biofilmképződés is ha-

tással lehet. Munkánk során erre vonatkozóan pontosabb adatokat nem gyűjtöttünk, így egyértelmű megállapításokat ezekre vonatkozóan nem tudunk tenni.

4. Összefoglalás

Kutatásunk során törésponti klórozást alkalmazó ivóvízellátó rendszereket vizsgáltunk. Megállapítottuk, hogy a szerves melléktermékekből a legnagyobb koncentrációban a THM-ek keletkeznek, melyeket a HAA-k követnek. A nitrogéntartalmú HAN koncentrációja jelentősen alacsonyabb. A THM a vizsgált vízművek felében okozott nem elfogadhatóságot a hatályos hazai jogszabályok szerint. Méréseink alapján az ivóvíz irányelv felülvizsgálati dokumentumában szereplő előzetes HAA-határérték magyarországi bevezetése jóval kevesebb problémát okozna. Ezzel szemben a szintén újonnan bevezetendő klorát esetében már nagyobb nehézségek lehetnek a határérték betartásánál. A probléma főként a hipós vízkezelést alkalmazó vízműveket érinti. Ezekben a helyszíneken nagy figyelmet kell fordítani a vegyszer tárolására, hogy minimalizálják a klorátképződést, azonban egyes esetekben az sem kizárt, hogy a technológiaváltás jelent majd csak megoldást. Természetesen ez a határérték életbelépéséig is megfontolandó, ugyanis a káros egészséghatás független a szabályozástól.

A vizsgált mellékterméktípusok és az AOX-paraméter között erős korrelációkat tapasztaltunk. Ez megerősíti azt, hogy az AOX egy jól alkalmazható indikátorparaméter a klórozásos technológiák nyomon követésére.

Munkánk célja volt továbbá, hogy vizsgáljuk, milyen paraméterek hogyan változtatják meg a melléktermékek koncentrációját, hogy lehet azoknak a minimalizálását elérni. Az egyik legfontosabb üzemeltetői feladat a megfelelő klórdózisok folyamatos felülvizsgálata az alulklórozás és túlklórozás elkerülése végett. A hipokloritos rendszereknél az oxidálószer bomlása miatt különösen fontos ügyelni a vízkezelő vegyszerek tárolási körülményeire. A kezelt vízben a klorátkoncentráció legkönnyebben a hipokloritoldat hűs, árnyékos helyen történő tárolásával és a reagensgyártást követő mihamarabbi felhasználásával csökkenthető. Emellett sarkalatos pont lehet a keletkezett szerves melléktermékek eltávolítása érdekében alkalmazott GAC-szűrők megfelelő üzemeltetése is. Ezen ad-

szorberek gyakori regenerálása, illetve cseréje elengedhetetlen a vízmű megfelelő működéséhez. A melléktermék kiszűrése helyett jobb megoldás lehet, ha már a melléktermékek keletkezését megakadályozzuk. A nyersvízösszetétel, azon belül is a szervesanyag-tartalom és a hőmérséklet jelentősen befolyásolja a melléktermék-képződést. A nyersvíz szervesanyag-koncentrációjának csökkentésével, illetve esetleges vízbázisváltással limitálható a melléktermékek képződése, ami pozitív hatással van az ivóvízbiztonságra.

Felhasznált szakirodalom

Richardson, S. D., et al., Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: a review and roadmap for research. *Mutat Res*, 2007. 636 (1-3): p. 178-242.

Muellner, M. G., et al., Haloacetonitrile vs. Regulated Haloacetic Acids: Are Nitrogen-Containing DBPs More Toxic? *Environ. Sci. Technol.*, 2007. 41 (2): p. 645-651.

201/2001 (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017P-C0753&from=EN>

letöltés dátuma: 2019. 01. 10.

Villanueva, C. M., et al., Haloacetic acids and trihalomethanes in finished drinking waters from heterogeneous sources. *Water Res*, 2003. 37: p. 953-958.

Lykins, B. W., et al., Granular Activated Carbon for Controlling THMs. *Journal of American Water Works Association*, 1988. 80 (5).

Tung, H.-H., et al., HAA removal by GAC adsorption. *Journal of American Water Works Association*, 2006. 98 (6): p. 107-112.

Vízmű Panoráma / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja

Kiadja a Magyar Víziközmű Szövetség

Felelős kiadó Nagy Edit / Főszerkesztő Márialigeti Bence

A főszerkesztő munkatársai Várszegi Csaba, Tary Dávid,

Kasperkiewicz Kinga, Kreitner Krisztina

Szerkesztőség 1051 Budapest, Sas utca 25., IV. em.

Telefon +36 30 315 2472 E-mail vizmu.panorama@maviz.org

Honlap www.maviz.org/vizmupanorama

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

Lapterv BrandAvenue / Korrektor Nyilas Ágnes

Nyomda Present Művészeti és Szolgáltató Kft.

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

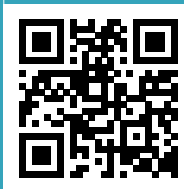
ISSN 1217-7032 / Minden jog fenntartva

Lapunkat rendszeresen szemlézi a megújult

www.observer.hu

OBSEVER

2019
VÍZ
MŰ
PANORÁMA



A Vízmű Panoráma a megjelenéssel egy időben elérhető a MaVíz honlapján!

BIOLÓGIAILAG NEHEZEN BONTHATÓ SZERVES VEGYÜLETEK (POPS) SZEREPE AZ ELEVENISZAPOS SZENNYVÍZTISZTÍTÁSBAN



KIVONAT Az elmúlt évtizedekben számos olyan vegyület került a környezetbe, mely biológiailag nehezen bontható (POP). A nehezen bonthatóság és az inhibíciós hatás együttesen a szennyvíztisztító telep lebontási határfokának ($\eta\%$ KOI) csökkenését eredményezi. A POP-vegyületek bontásánál a kometabolizmus elve érvényesül. A xenobiotikus anyagok biológiai lebontásában meghatározó szerepe van a baktériumok plazmidfelvételének és a baktériumkultúra adaptációjának. A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy az eleveniszapos rendszerben a gombaölő szerek (Ferbam 85%; Karathane 72%; Dithane 61%) 60 órás tartózkodási idő mellett viszonylag jó határfokkal bonthatók. A BTX-vegyületek (benzol 17%; toluol 33%; xilol 22%) hosszú tartózkodási idő (90 óra) esetében is rosszul bonthatók. Egyes esetekben az anaerob rendszer hatékonyabban bont, mint az aerob eleveniszapos rendszer (pl. piridindegredáció). Megállapítható, hogy a jelenlegi ismeretek szintjén az eleveniszapos szennyvíztisztításban a POP-anyagok biológiai lebontásának javítását csak az üzemi paraméterek megfelelő megválasztásával lehet elérni. A biológiai tisztításnak meghatározó szerepe van, de csodamódszerek, mint „szuperbaktérium-adagolás”, az eleveniszap baktériumpopulációjának POP-anyagokra történő gyors átállítása nem lehetséges. A POP-anyagok eltávolítására a kétlépcsős biológiai tisztítás (aerob – aerob; aerob – anaerob), az elő- vagy utóoxidáció (UV; ózon) és az adszorpció (aktív szén; zeolit) eljárások jöhetnek számításba.

KULCSSZAVAK perzisztens szerves anyagok (POP); kometabolizmus; baktériumplazmidok; adaptáció; gombaölő szerek; BTX-vegyületek; kétlépcsős biológiai tisztítás; eleveniszapos biológia ellenőrzése; klór-fenol; pentaklór-fenol; 4-klór-fenol; GEMs-készítmények; kétlépcsős biológiai tisztítás; elő- és utóoxidáció; adszorpció eljárás

DR. OLÁH JÓZSEF, DR. PRINCZ PÉTER *Élő Bolygó Kft*
PRINCZ DÁNIEL *BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, egyetemi hallgató*
RÁSA GÁBOR *Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.*

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben számos olyan vegyület került a környezetbe, mely biológiailag nehezen bontható (POP). A biológiailag nehezen bontható anyagok tekintélyes része inhibíciós hatással is bír. A nehezen bonthatóság és az inhibíciós hatás együttesen a szennyvíztisztító telep lebontási határfokának ($\eta\%$ BOI-ra vagy KOI-ra vonatk.) csökkenését eredményezi. A cikk szerzői szeretnék a szakemberek figyelmét ráirányítani, hogy a biológiailag nehezen bontható, ún. perzisztens vegyületek (POP) az eleveniszapos szennyvíztisztításban milyen módon bontódnak le, mi a lebontás javításának a realitása, és a biológiai bonthatóság javítására milyen esélyek kínálkoznak. Egyes vegyi anyagok, például a halogénezett szerves vegyületek (halogénezett szénhidrogének, halogénezett aromás vegyületek, peszticidek, PCB-k) nagymértékben ellenállnak a mikrobiális hatásoknak. Az ipari szennyvizek viszonylag magas koncentrációban (>1,0 mg/L) tartalmaznak olyan szerves vegyületeket, amelyek biológiai úton nehezen bonthatók, azaz toxikusak, mutagének, rákkeltők vagy ösztrogénhatásúak.

1. A POP-anyagok fogalomkörének meghatározása

A szakirodalomban és a gyakorlatban leginkább használt POPs betűszó az angol Persistent Organic Pollutants kifejezés rövidítése, amelynek magyar jelentése: nehezen bontható szerves vegyületek. Az elnevezés a vegyületcsoport egyik legjellemzőbb tulajdonságára utal, miszerint ezek az anyagok az adott környezeti körülmények között igen nagy fizikai és kémiai stabilitással rendelkeznek. A POPs vegyületek megnevezés alatt a nemzetközi szakirodalomban a nehezen bontható, toxikus szerves anyagok és ezek keverékének összessége értendő.

A nehezen lebomló vegyületek – a környezetben és az élő szervezetekben hosszú ideig megmaradó szerves anyagok – főként aromás klórozott szénhidrogén-származékok. A szakirodalomban a természetidegen anyagokat az idegen jelentésű xeno görög kifejezés előtagjaiból képezve xenobiotikus (angol: xenobiotic) anyagoknak is nevezik. Ismeretes még a biológiailag bonthatatlan (angol: non biodegradable) és a biológiai lebontásnak ellenálló (angol: refractory; persistent; recalcitrant molecules) anyagmegnevezés is. A vegyipari szennyvizekben megjelenő anyagok jellemzésére használják továbbá a veszélyes (angol: hazardous) megnevezést is. A nehezen bontható és toxikus anyagok megnevezésére általában a perzisztens kifejezést használják. A POP-anyagok felosztásával és fogalomkörének tisztázásával már régebbi tanulmányunkban is foglalkoztunk (Oláh és Palkó, 2006).

A szerves eredetű POP-anyagok csoportosítása és tulajdonságai

A szennyvíztisztítás szempontjából legfontosabb természetidegen anyagokat és azok tulajdonságait az 1. táblázat (Benedek, 1990; Field, 2001) mutatja be. A természetidegen anyagokhoz a mikrobiológiai közösségek enzimszereke nem adaptálódik, ill. a természetes kiválasztódás, mutáció révén új, ilyen anyagok degradációjára specializálódott törzsek nem szaporodnak el. Az 1. táblázatban összefoglalt természetidegen (POP-) vegyületek humán toxikológiai szempontból is veszélyesnek minősülnek. A táblázat adataiból látható, hogy a POP-vegyületek csoportját igen változatos tulajdonságú anyagok alkotják (rovarölő szer, növényvédő szer, szerves klórvegyület, egyéb melléktermékek).

Sorszám	Vegyület megnevezése	Tulajdonság
1.	Fenolok és fenolszármazékok (klór-fenol, monoklór-fenol, diklór-fenol, triklór-fenol, tetraklór-fenol, pentaklór-fenol, krezol, rezorcin, katechol)	a, c, d, f, g
2.	Halogénezett aromás szénhidrogének (klórbenzolszármazékok)	d, e, f, g
3.	Poliklórozott bifenilek (PCB)	c, e, f, g
4.	Poliklórozott dibenzodioxinok és dibenzofuránok (PCDD/F)	c, d, f
5.	Anionos, kationos és nem ionos tenzidok	c, d, g
6.	Kőolaj és származékai	c, e, f, g
7.	Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH) (naftalin, antracén, fluoroantracén, pirén, benzpirén, krizén stb.)	c, e, f, g
8.	Halogénezett alifás szénhidrogének (diklórétán, diklórétán, triklórétán, kloroform stb.)	a, d, f, g
9.	Szerves savak (humín, fulvín- és ligninszulfonsav)	b, c, d, g
10.	Növényvédő szerek: klórozott szénhidrogének, szerves foszfor-sav-észterek, triazinok, DDT és származékai, aldrin, eldrin, összes HCH	d, e, f
11.	Aldehidek, fertőtlenítőszer és ketonok (etil-metil-ke-ton)	a, c, d, f, g
12.	Benzol és alkilbenzolok (BTEX) (benzol, toluol, xilol, i-propil-benzol, i-propil-toluol stb.)	a, c, d, f, g
13.	Tiolok, szerves szulfidok	a, c, e, f, g
14.	Aminovegyületek: dimetil-amin, dimetil-formamid	a, c, e, f, g
15.	Nitrilek (propionitril; benzonitril)	e, f, g
16.	Poliakrilamid és származékai	c, e, f, g
17.	Egyéb vegyületek (piridin, piridinbázisok, glikolok, tetrahydrofurán stb.)	b, c, f, g

1. táblázat: A vízminőséget különösen veszélyeztető szerves eredetű POP-vegyületek osztályozása és tulajdonságaik

Jelmagyarázat:

„a”: könnyen illó, levegőztetéssel vízből kihajtható, „d”: biológiailag nehezen bontható, „b”: kicsapattással eltávolítható, „e”: biocidok, „c”: adszorpcióra hajlamos, „f”: humán toxikológiai veszély, „g”: íz- és szagrontó anyagok, „d”: biológiailag nehezen bontható,

A poliklórozott vegyületek felhasználási köre szerteágazó, és az ilyen típusú vegyületek környezetszennyezésben játszott szerepe jelentős. A POP-vegyületek közül a poliklórozott vegyületeket (DDT, HCB, PCB, dioxinok, dibenzo-furánok) és a poliaromás szénhidrogéneket (PAH) emeljük ki. A poliklórozott és a poliaromás vegyületek tulajdonságait Páldy és Vaskövi (2003) OKI-tanulmányukban részletesen elemzik. A poliklórozott szerves vegyületekre általában jellemző, hogy a környezetben mindenütt jelen vannak, hosszú ideig megmaradnak mind a környezetben, mind az élő szervezetekben, erősen lipofil vegyületek, a táplálékláncon át feldúsulnak, és a zsírszövetekben raktározódnak.

2. A POP-eredetű anyagok megjelenése a környezetben

A szervesszintézis-ipar vegyületei között egyre több az olyan vegyület, amely az élő szervezetek sejtjeire kifejezetten inhibitor, citotoxikus (sejtméreg) és biocid (élőszervezetet károsító) hatású.

A POP-eredetű anyagok veszélyt jelentenek az ember immun- és hormonrendszerére, a reprodukálóképességére, és sok esetben rákkeltő hatásúak. Vannak olyan POP-anyagok (PCB; endoszulfát), amelyek a fentiekben megjelölt mind a négy tulajdonsággal rendelkeznek. A humán veszélyen túlmenően a POP-anyagok biológiailag általában nehezen bonthatók, sok esetben az eleveniszapos biológiára toxikus hatást gyakorolnak. Az 1. ábra (WHO, 2008) a perzisztens anyagoknak a környezetben történő mozgását és „vándorlását” mutatja be. A POP-anyagok forrásától az élelmiszerláncban történő megjelenésig a levegő, a víz és a talaj fontos közvetítő szerepet játszik. Az ipari halogénezett vegyületek a szárazföldi és vízi környezetbe, valamint az atmoszférába jutnak. Hatásuk a talajban, az üledékekben, a vízben és a légtérben nyilvánul meg. A halogénezett szerves vegyületek kémiaiáját a halogének (F, Cl, Br vagy J) fizikokémiai sajátosságai befolyásolják. A halogén növekvő molekulatömegével a szén-halogén kötési energiák csökkennek, például $F > Cl > Br > J$ sorrendben. A szerves vegyület halogénrésze általában csökkenti a vízoldhatóságot, és fordítva, növeli a lipid oldhatóságát. A megnövekedett lipofil hajlam biológiai következménye a csökkent

mértékű biológiai lebomlás. A halogénelemek szubsztitúciós reakciói és azok potenciális szerves halid metabolitjai gyakran növelik a képződő molekula toxicitását.



1. ábra: Perzisztens anyagoknak a környezetben történő mozgása

A POP-anyagok közé tartoznak az aldehidek, ketonok, észterek, karbonsavak és azok sói vagy észterei, alifás és aromás alkoholok, aromás nitro- és halogénvegyületek és más, összetételükben eltérő detergens vagy felületaktív anyagok. A POP-anyagok közé tartoznak még a dezinficiálószer, az inszekticidek, fungicidek, defoliánsok és a rágcsálópusztító szerek.

3. Perzisztens anyagok biológiai bonthatósága

A POP-anyagok biológiai bontásának feltételei Anderson (1989) és Hanstveit et al. (1988) kutatók izoláltak és azonosítottak mikroorganizmusokat vagy mikrobiális közösségeket, amelyek képesek arra, hogy részlegesen vagy teljesen lebontsák a nyomokban lévő szerves anyagok több típusát. Jelentős energiát fordítottak a biodegradáció genetikájának megértésére, különösen behatóan vizsgálták a katabolikus plazmidokat, amelyek kódolják a xenobiotikumok biológiai lebomlását. A végső cél olyan új mikrobiális törzsek tenyésztése, amelyek felhasználhatók a veszélyes hulladékok bioremediációjában.

A POP-anyagok biológiai bonthatóságát befolyásoló tényezők összefoglalása (Bitton, 2005):

- Szennyező anyagok stabil molekulaszervezete (klór vagy egyéb halogén szubsztituensek bevétele)
- A sejtben a megfelelő permeáz enzim jelenléte (A permeázok a membrántranszport-fehérjék. Olyan fehérjék csoportjáról van szó, amelyek lehetővé teszik egy adott molekula diffúzióját a sejtbe vagy onnan a koncentrációgradiens irányába, ami megkönnyíti a diffúziót.)
- A vegyület oldhatatlansága vagy adszorpciója miatt POP-anyagok nem hozzáférhetőek a mikrobák számára
- Az elektronakceptorok (elektronpárt felvevő és ezzel a kémiai kötést létrehozó tényező) hiánya akadályozza a lebontást
- Környezeti faktorok, mint például a nem megfelelő hőmérséklet-, fény-, pH-, O₂-, nedvesség- vagy redoxpotenciál-érték
- Tápanyagok (N, P) és nyomelemek hiánya
- A biológiai lebontást gátló toxikus anyagok és metabolitok jelenléte
- Az alacsony szubsztrátkoncentráción növekvő organizmusok, melyek nagy affinitással rendelkeznek (A szubsztrátumokra nézve a K_s féltelített-ségi állandó értéke kicsi. Annak ellenére, hogy a xenobiotikus vegyületek egy részét számos baktérium bontja, alacsony szubsztrátkoncentráció (POP-anyag) mellett a biológiai lebontás sebessége is kicsiny érték.)
- A nagy molekulatömegű anyagok nehezebben oxidálhatók, mint a kis molekulatömegűek

- Nagy koncentrációk esetén a biológiai oxidáció lassúbb, mint kisebb koncentrációknál
- Általában a háromértékű (egy szénatomhoz három különböző vegyületcsoport kapcsolódik) szénatomokat nem vagy lassan lehet biológiailag oxidálni
- Az alifás szénhidrogének könnyebben oxidálhatók, mint az aromások
- A telítetlen komponensek könnyebben oxidálhatók, mint a telítettek
- A szubsztituált és addicionált csoportok csökkentik a biológiai oxidáció esélyeit

A POP-vegyületek biológiai bontásánál számos baktériumot azonosítottak, például fenolokat bontó baktériumokat (pl. *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*), benzoátokat bontó baktériumokat (pl. *Arthrobacter*, *Mycobacterium*), felületaktív anyagokat bontó baktériumokat (*Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*) és peszticideket bontó baktériumokat (*P. aeruginosa*, *Pseudomonas* spp., *P. aeruginosa*). Egyes baktériumfajok több vegyület bontására is képesek (Kumaram és Shivaraman, 1988).

Hosszú ideig feltételezték, hogy a szintetikus szerves anyagok leg többje semmiféle lebontási folyamatnak nem vehető alá. Később aztán az ilyen „hozzá nem férhető anyagok” listája csökkent, ugyanis a mikroorganizmusokra és az azok lebontási reakcióira vonatkozó ismeretek bővültek, s jelenleg az a nézet, hogy valamennyi POP-anyag mikroorganizmusokkal elvileg lebontható. A nem teljes mértékű biológiai lebontás lezajlik, annak ellenére, hogy ezek az anyagok általában az aerob és anaerob biológiai rendszerekre toxikus hatást fejtenek ki, és a részleges biológiai lebontást követően a tisztított szennyvizekkel a befogadóba kerülnek, majd az ivóvízbázisokat szennyezik, és így közvetlen veszélyt jelentenek az emberre is (Kumaram és Shivaraman, 1988).

A POP-anyagok tekintélyes részét képező szerves klórozott vegyületek lebontásánál a dehalogénezési folyamat a meghatározó. A dehalogénezés lehetséges módjai (Bitton, 2005):

- Reduktív dehalogénezés, mely során a Cl-atomok H-atomokra cserélődnek le. (Ez a folyamat anaerob rendszereknél gyakori. A folyamat lejátszódásához dehalogénező enzimek jelenléte szükséges.)
- Hidrolitikus dehalogénezés során a halogéncsoportok OH-csoportokra cserélődnek ki.

3.1. A POP-vegyületek biológiai bontásának mechanizmusa

Valamely anyag lebontásának biológiai oldalról három feltétele van:

- a „megfelelő” mikroorganizmus jelenléte,
- a reakció megvalósítását végző enzim létrejötte,
- az enzimreakciók végbemeneteléhez szükséges környezeti feltételek biztosítása (pl. pH, hőmérséklet).

A kometabolizmus

A definíció szerint a kometabolizmus egy szerves anyag mikrobiális átalakítása, anélkül hogy az átalakítandó (lebontandó) vegyület energiaforrásként vagy esszenciális tápanyagként szolgálna a sejtek számára. A baktériumok az energiát és a szénatomot az elsődleges szubsztrátból veszik fel, de nem a POP-vegyületekből, melyek csak a másodlagos szubsztrát szerepét töltik be (1. internet). A kometabolizmus hatására a POP-anyagok biológiai lebontása hosszú inkubációs folyamat következtében kis reakciósebességgel megy végbe. Az organizmusok az energiájukat és szénanyagukat egy primer szubsztrátból származtatják, de a baktériumok a POP-vegyületet nem használják szén- és energiaforrásként. A primer szubsztrát szerepét a szennyvíz jól bontható frakciója szolgáltatja (fehérjék, aminosavak, szénhidrátok). A kometabolizmus reakciói közé tartozik a dehalogénezés,

a hidroxilcsoportok beillesztése, a gyűrű hasítása vagy a metilcsoportok oxidációja. A kometabolizmus során a heterotróf szervezeteknek a „kometabolizálendő” anyag mellett energiaforrásra van szükségük, olyan szerves anyagra (kemoorganotrófok) vagy szerves anyagra (kemolitotrófok), mely végigmegy az energiatermelés minden lépésén, és végül ATP keletkezik belőle. A xenobiotikumok egy része (pl. klórozott alifások, mint a triklór-etilén, az aromások közül pl. a klórfenol) kizárólag kometabolizmusmal bomlik a környezetben. A folyamatban néha több enzim vesz részt. A végtermék olyan szerves anyag, mely mikrobiálisan nem bomlik tovább.

A plazmidok szerepe a biológiai lebontásban

A xenobiotikus anyagok biológiai lebontásában meghatározó szerepe van a baktériumok plazmidfelvételének. A plazmidok kis méretű DNS-hurkok, amelyek a baktériumsejtekben szaporodnak, és sejtszótódáskor a baktérium genomjához hasonlóan átkerülnek az utódsejtekbe. A plazmidok extrakromoszomális genetikai elemek (DNS-hurkok), amelyek a sejt kromoszómájától függetlenül replikációs képességgel rendelkeznek.

Bizonyos körülmények között az egyik baktériumsejt átadhatja plazmidját a másiknak, amelynek az a „születésekor” még nem volt birtokában. Az ily módon szerzett új tulajdonságok között gyakran szerepel az antibiotikum-rezisztencia, a xenobiotikus anyagok lebontóképessége. A plazmidfelvétel következtében a baktériumok új sejtjei sokszor képesek POP szerves anyagokat lebontani és a bontási termékeket a sejt energi ciklusukba bekapcsolni.

A plazmidok a sejt genomjának csupán kis részét alkotják, általában 1–3%-át teszik ki. Valamennyi plazmid képes saját másolatainak számát szabályozni és ellenőrizni. A baktériumkonjugáció során a két baktériumsejt között plazmahíd alakul ki, és ez a különböző fajok közötti plazmidkicserélődéshez vezethet. Az ilyen kicserélődés azt is eredményezheti, hogy az egyik fajból a vele versengésben álló másik fajba átkerült plazmid ez utóbbiba olyan géneket visz át, amelyek annak (recipiens) életben maradását az átdadó (donor) rovására biztosítják (2. internet).

A plazmidok a kromoszomális DNS-től függetlenül képesek osztódni és a rajta lévő géneken hordozott információt továbbadni. A plazmid replikációját baktériumok esetében ugyanaz az enzimszisztéma végzi, mint a kromoszómáét. A POP-vegyületek katabolizmusát plazmidok szabályozzák. A katabolikus plazmidok (degradációs plazmidok) extrakromoszomális DNS-elemek, melyek a xenobiotikus vegyületeket átranzformálják. Ezek a katabolikus plazmidok elvésznek, ha a mikroorganizmusokat nem a plazmid által kódolt enzimre specifikus szubsztráton tartják fenn. A katabolikus plazmidok kiegészíthetik a kromoszómán kódolt utakat. Multiplazmid mikrobiális törzseket állítottak elő a kőolajban lévő szénhidrogének biodegradációjához. Ezek a törzsek képesek toluol, xilolok, kámfor, oktán és naftalin lebontására. A kutatások során degradatív plazmidokat hoztak létre a nagyon perzisztens és toxikus klórozott xenobiotikus vegyületek biológiai lebontására (Bitton, 2005).

Az adaptáció szerepe a biológiai lebontásban

Adaptáció az organizmusok, ill. ezek populációjában létrejövő olyan változás, pl. fiziológiai módosulás, amely révén az organizmusok alkalmazkodnak megváltozott környezeti feltételekhez. Az adaptáció mechanizmusa két eltérő mechanizmusra vezethető vissza. Az egyik nem genetikai természetű, tehát az előbb említett fiziológiai mechanizmus a mikroorganizmus meglévő genetikai potenciálján belül hoz létre megváltozott metabolikus tevékenységet (enzimindukció: kometabolizmus).

Az adaptív folyamat létrejöhet viszont genetikai mechanizmussal is, vagyis mutáció és olyan organizmusselektió révén, amellyel az új mikrobiális sejt az adott környezeti feltételeknek már megfelel.

E szabályozásnak három szintjét különíthetjük el. A genetikai szabályozást (G), mely a sejtek örökítőanyagának, a DNS-nek mennyiségi és/vagy minőségi megváltozásával kapcsolatos. Az enzimszintű szabályozást (E), mely a sejten belüli metabolikus folyamatok változásaiban nyilvánul meg. Végül a külső, környezeti szabályozást (K), mely a sejtbeli és a sejteken kívüli környezet közötti kapcsolatot jelenti, és elsősorban ökológiai jellegű.

A kedvező természetű mutációt hordozó sejtek gyorsabban szaporodnak, mint az eredeti sejtörmeg, és így átalakul az egész sejt kultúra. Mesterségesen két irányból lehet előmozdítani az adaptációt:

- szaporodást elősegítő beavatkozásokkal (megfelelő tápanyag-összetétel, kometabolizmus biztosítása),
- a genetikai adaptációs folyamat elősegítésével, ami lehet beoltás, in situ mutagenézis (pl. UV-sugárzás vagy kémiai mutagén anyag beadagolása a rendszerbe).

Az adaptív és a nem adaptív jelenségek kialakulásában a mutációnak – a sejt génapparátusában bekövetkező változásnak – igen fontos a szerepe. Az indukált mutációk akkor lehetségesek, ha a mikroorganizmusokra fizikai vagy kémiai mutagén faktorok hatnak. A szintetikus szerves vegyületek lebontásánál gyakran előfordul, hogy a mutáció során a baktériumkultúra enzimsziszteme átépül, ami a mikrobapopulációnak lehetőséget ad egy új szintetikus vegyület hasznosítására, akkor is, ha ez a tulajdonság nem örökletes (Blaim et al., 1984).

Sok esetben egy új szubsztrát (pl. klórfenol) lebontóképességének kialakulásához a baktériumsejt biokémiai apparátusának igen bonyolult átalakulása szükséges, amihez egyetlen mutáció nem elegendő. Ilyen körülmények között mutációk egész integrált sorozata megy végbe, ami a baktériumok fokozatos alkalmazkodását eredményezi.

A mutáció során a kromoszómák újrendeződésének („crossing over”) egyik fontos esetében a két kettős láncú DNS-molekulában rekombináció játszódik le.

4. Az eleveniszapos rendszerek lebontási hatásfokának ellenőrzése

A fentiekben már ismertetettek alapján előfordul, hogy a POP-anyagok nehezen bontható és toxikus hatása következtében a biológiai egység lebontási hatásfoka jelentősen csökken, és az elfolyó, tisztított szennyvíz minősége romlik. Ma már könnyen beszerezhető oxigénmérő készülék segítségével az MSZ EN ISO 8192 szabvány alapján az eleveniszapos rendszer lebontási sebessége (lebontott kgKOl/kgiszap óra) megbízhatóan meghatározható (Oláh et al., 2011).

Az oxigénmérő műszerrel egyszerű program segítségével közvetlenül a lebontási sebesség értékét tudjuk mérni. Tehát a mérés gyors (kb. 20 perc), egyszerű, és nem igényel különösebb felkészülést. Az eleveniszap lebontási sebességének mérésére többféle módszer alakult ki. Sokszor enzimaktivitási méréseket is alkalmaznak. A heterotróf biomassa lebontóképességének mérésére a különböző enzimaktivitási módszerek alkalmatlanok, mert az enzimméréssel mindig csak egy adott lebontási folyamat (pl. fehérje) hatékonyságát mérjük, és nem az eleveniszap komplex szubsztrátlebontó (KOl; BOl) képességét. A légzésméréssel a biológiai bonthatóságot gátló vagy lassító POP-anyagok eleveniszapra kifejtett hatását mérjük. A rendszeres lebontásisebesség-mérések birtokában az üzemeltető el tudja dönteni, hogy milyen aktivitási érték tartományában biztosítható a zavartalan üzemelés.

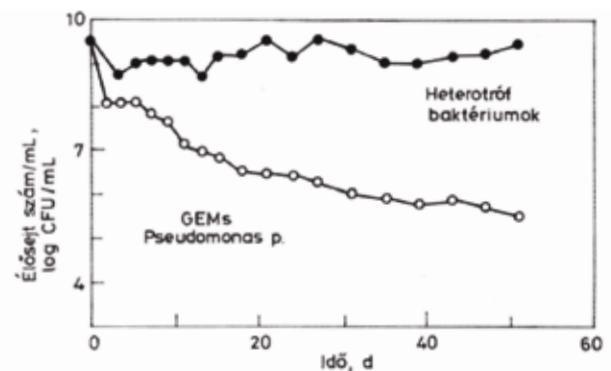
A lebontási sebesség mérésével a szennyvizek biológiai bonthatóságára és egyúttal azok toxikus hatására is következtethetünk. A két mérési módszer elve nem különbözik egymástól, csak az értékelés módjában van eltérés.

5. A POP-anyagok lebontása eleveniszapos rendszerrel

Néhány kísérleti eredmény ismertetése a szakirodalom alapján

Fujita et al. (1994) genetikailag módosított (GEMs) *Pseudomonas putida* és *Escherichia coli* készítményekkel eleveniszapos körülmények között fenoltartalmú szennyvizet kezeltek. A kétfajta baktériumtenyésztetbe plazmidkezeléssel (pBH 500) catechol 2,3-oxigenázt tartalmazó gént vittek be. A készítményt szakaszos és folyamatos eleveniszapos egységekbe adagolták, majd vizsgálták a sejtszám alakulását. A szakaszos körülmények közötti sejtszámváltozást a 2. ábra (Fujita et al., 1994) mutatja be.

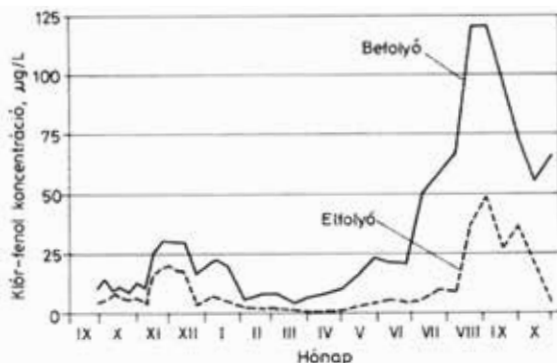
Megállapítható, hogy a szakaszos kísérleti körülmények között 5–10 napig a *P. putida* sejtszáma gyorsan csökkent, ezt követően viszonylag stabil sejtszám állandósult. Folyamatos körülmények között a sejtszámcsökkenés nagyobb mértékű volt, de egy csökkent szinten a sejtszám beállt. Az eleveniszapos rendszerben a genetikailag módosított baktériumok számának csökkenése visszavezethető a folyamatos kimosódásra, a heterotróf baktériumok szelektív versenyére, a külső körülmények gyakori változására és a protozoák sejtfaló tevékenységére. A nagy terhelésű eleveniszapos rendszerben a baktériumflóra diverzitási foka lényegesen nagyobb, mint a nagy tartózkodási idővel üzemelő kis terhelésű egységben, tehát a nagyobb tartózkodási idő kedvezően befolyásolja a GEMs-készítmények sejtszámának szinten tartását. A kísérleteknél a GEMs-készítmény sejtszámát fenolbeadagolással nem lehetett növelni. A GEMs-technika egyik legfontosabb alkalmazása, amikor a DNS vagy gének egy jellemző tulajdonságát rekombináns plazmidátviteli technikával egy új baktériumtenyésztetbe visszük át. A szerzők véleménye szerint a POP-anyagok biológiai lebontásában, a szennyezett területek remediációs helyreállításában a GEMs-készítményeknek a jövőben nagy szerepük lesz.



2. ábra: Genetikailag módosított *Pseudomonas putida* (GEMs) sejtkoncentrációjának alakulása az eleveniszapos rendszerben

A 3. ábra (Ettala et al. (1992) a karkölä-i (Finnország) szennyvíztelepen a befolyó és az elfolyó klórfenol-koncentráció alakulását mutatja be. A befolyó- és az elfolyógörbék lefutása jól követi egymást. Ez azt jelenti, hogy ha a befolyókoncentráció 100 µg/L érték fölé nőtt, ezt jól követte az elfolyókoncentráció 50 µg/L értékre történő növekedése. A fajlagos klórfenol-eltávolítási sebesség az üzemelési idő hosszának növekedésével egyértelműen növekedett (29 mg/kg-nap), ez feltehetően a baktériumkultúra adaptációjára vezethető vissza. A vizsgálataik alapján megállapítható, hogy a teljes oxidáció felső terhelési (<0,1 kgBOl/kglebegőa-nap) tartományában valamennyi klórfenolszármazék jó hatásfokkal lebontható. Ennek alapfeltétele, hogy a biológiai terhelés <0,1 kgBOl/kg-nap érték alatt és ezzel egy időben az iszapkor értéke >10 nap legyen. A nagy iszapkor hatására a lassan szaporodó, nagy generációs idejű baktériumok szaporodnak el. Általában ezek a baktériumok képesek a nehezen lebontható anyagokat tovább bontható intermedier termékekké átalakítani vagy

lebontani. Az 5,6 nap iszapkor (biológiai terhelés 0,1) esetében a lebontási hatások csak 22% volt. Az iszapkor 70 napra (biológiai terhelés 0,01) történt emelésével a lebontási hatások 96%-ra nőtt.



3. ábra: A be- és elfolyó összes klórfenol koncentrációjának időbeli alakulása a kárkölä-i (Finnország) szennyvíztelepen

Hickman et al. (1984) a pentaklór-fenol eleveniszapos lebontását tanulmányozták. Az eleveniszapnak a pentaklór-fenolhoz történő adaptációja igen hosszadalmas volt, mintegy 40 napot vett igénybe. Az adaptált iszap még 100 mg/L pentaklór-fenol szennyezőanyag-koncentráció lebontására is alkalmas volt. Kiegészítő kosubsztrátként dextrózt használtak. A folyamatos kísérletek során az eleveniszapos biológiára vezetett 15 mg/L pentaklór-fenol-koncentráció az elfolyó szennyvízben az első tíz nap során alig mutatott csökkenést. Az adaptáció hatására azonban a 30. napon megkezdődött a lebontás, és a 38. napon az elfolyó szennyvízben 1 mg/L érték alá csökkent a pentaklór-fenol koncentrációja. A pentaklór-fenol-adagolást tovább folytatva az 50. nap körül elkezdett romlani az elfolyó tisztított szennyvíz minősége, ami annyit jelentett, hogy a pentaklór-fenol-rátáplálás meghaladta a kritikus pentaklór-fenol-koncentrációt, és a biológiai rendszer kezdett „lemérgeződni”. A pentaklór-fenol-lebontás növekedésével a dextrózfogyasztás értéke csökkent, mert a baktériumok dextróz helyett részben pentaklór-fenolt bontottak le. Az elfolyó vízben a pentaklór-fenol koncentrációjának növekedésével (kritikus koncentráció) a baktériumok dextrózfogyasztása megnő, mert pentaklór-fenol helyett a dextróz bontására állnak vissza.

Kim et al. (1986) az eleveniszapnak a 3,5-diklór-benzoáthoz történő adaptációját vizsgálták. Külső tápanyagforrás jelenlétében az adaptáció felgyorsul, vagyis nő a lebontási sebesség. Tápanyag-kiegészítés esetében az adaptáció és a lebontás lényegesen eredményesebb, mint anélkül. Pl. 90 mg/L diklór-benzoát-betáplálást követően a 4 mg/L elfolyókoncentráció 65 óra után állt be, kiegészítő tápanyag nélkül viszont csak 140 óra üzemelés után lehetett ezt a koncentrációértéket elérni.

Park és Sang (2007) eleveniszapot egymás követően adaptáltak benzol-, toluol- és o-xilol- (BTX-) vegyületekhez annak érdekében, hogy tanulmányozzák a mikrobiális közösség változását. Az adaptált iszapok különböző sebességgel bontották a BTX-vegyületeket. A lebontási sebésnéél az alábbi sorrend alakult ki: toluol > o-xilol > benzol. Az adaptációt mindhárom vegyületnél 50, 100 és 250 mg/L koncentrációjú BTX-vegyület adagolása mellett kettőhetes időtartamig végezték. A mikrobaközösség analízisére modern PCR-DGGE közösségi ujjlenyomatmódszert alkalmaztak. Az 50 mg/L-es koncentrációjú benzoladagolásnál a *Dechloromonas* sp. volt a meghatározó baktériumflóra. Az iszapban az 50 mg/L koncentrációjú xiloladagolásnál a *Thaueria* sp., a 100 mg/L koncentrációjú xiloladagolásnál viszont inkább a *Flexibacter* sp. volt a meghatározó baktériumflóra. Ugyanazon vegyület esetében a különböző koncentrációk is befolyásolhatják a kialakuló új baktériumkultúrát.

Dealtry (2013) dolgozatában a peszticidek adaptációjában szerepet játszó katabolikus génekkel foglalkozik. Feltételezhető, hogy az új szennyeződésekhez való bakteriális adaptáció során a katabolikus gének meghatározó szerepet játszanak. A vizsgálatok célja annak feltárására volt, hogy a szennyezés milyen mértékben befolyásolja a mobil genetikai elemek (pl. plazmidok) mennyiségét és sokféleségét. Az eleveniszapos biológiai rendszer szokatlanul nagy mennyiségű IncP-1 plazmidot tartalmazott. Feltételezhető, hogy az IncP-1 alapvető szerepet játszik a peszticidek lebontásában. Úgy tűnik, hogy az IncP-1 plazmidok széles körben elterjedtek a különböző környezetekben, ami a stabilitásukat és fontos szerepüket jelzi a biológiai lebontásban.

Andrade és Buitrón (2004) szakaszos átfolyású eleveniszapos szennyvíztisztító rendszerben (SBR) vizsgálta a 4-klórfenol (4CP) biológiai lebontását. Az adaptációs folyamat során az eredmények a lebontási idő csökkenését mutatták. Például 71 óra után 50 mg 4CP/L kezdeti koncentráció esetén a lebontás 10 ciklus után 40 órától 50 percre csökkent. 100 mg/L koncentrációjú adagolás esetében (105 óra elteltével) 10 ciklus után a lebontási idő 52 órától 1,16 órára csökkent. A kezdeti koncentráció megduplázásakor az adaptált iszap esetében csak kismértékben növekedett a lebontási idő. Azt találták, hogy akklimatizáció során a 4-klórfenol bontási aktivitása növekszik. A kosubsztrátlebontási sebesség és az adaptációs idő korrelációja exponenciális összefüggést mutatott. Azt is megfigyelték, hogy az adaptáció során keletkező metabolitok csökkentették az iszap térfogati indexét (SVI).

Genetikailag módosított baktériumkészítmények (GEMs) adagolásának lehetősége

A szennyvíztisztításban a komplex szennyeződések lebontása céljából a mindent lebontó „szuperbaktérium” génmanipulációs eszközök alkalmazásával történő létrehozását a következő tényezők korlátozzák (Fleit, 1988):

- A szennyvíz nagyon komplex kosubsztrát (fehérjék, zsírok, ipari szennyeződések stb.). A genetikailag módosított (GEMs) baktériumok adagolásával általában csak egy szennyezőanyag-féleség lebontását lehet megcélozni, más szennyező anyagot az adott készítmény nem bont. Ezek a készítmények elsősorban olyan esetekben alkalmazhatók, ahol a tisztítandó szennyvíz vagy az elszennyezett talaj egy vagy esetleg kettő POP-vegyületet tartalmaz. A GEMs-baktériumok különösen a talajszennyeződések (klórbenzol; monoklór-benzol, BTX-vegyületek stb.) remediációs kezelésénél alkalmazhatók eredményesen. A különféle szennyezőkhöz, legalábbis lebontásuk kezdetén, egyedi baktériumok létrehozása szükséges.
- A soklépéses lebontási folyamatoknak ismeretlen az enzimrendszerük.
- A genetikailag módosított baktériumkészítmények előnytelen tulajdonságai: érzékenység a környezet változásaira, gyenge túlélőképesség szabadföldi környezetben.
- A GEMs-baktériumok környezetbe történő kijutásával kapcsolatban komoly aggodalmak merülnek fel az elért eredmények ellenére is. Például az, hogy a genetikailag módosított baktériumtörzsek, amelyek a POP-anyagokat lebontják, egyúttal – nem egy esetben – a forgalomban lévő egyes antibiotikum gyógyszerekkel szemben is ellenállóvá válnak. Ismeretes, hogy a baktériumok nagy változékonysága és nagy szelekciós képessége az antibiotikum-gyártásban komoly nehézségeket okoz.
- A szennyvíz összetételének gyakori változásával a biológiai rendszer gyakran adaptációs szakaszba jut, és így a POP-anyagok biológiai lebontási hatásoka rendszerint csökken.

6. Biológiai bonthatósági vizsgálatok

A vizsgálatokat az Élő Bolygó Kft. a saját (belső) kutatási K+F programja keretében 2015 és 2018 évek között végezte. A biológiai bontási kísérleteket a szentendrei szennyvíztelepről származó eleveniszappal végeztük. A

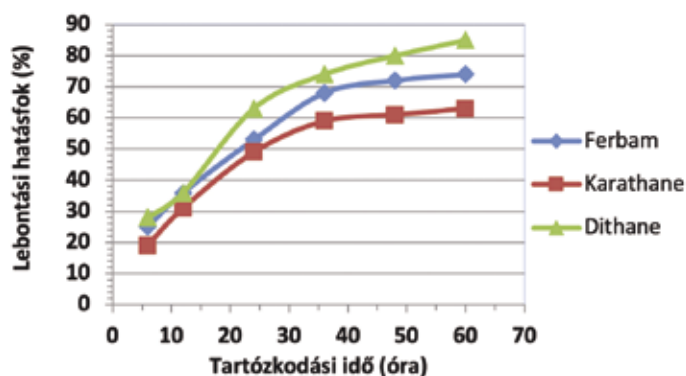
szennyvíztelepre számottevő ipari eredetű szennyvíz nem érkezik, vagyis kommunális eredetű szennyvíz tisztítása folyik a telepen. A kommunális eredetű eleveniszap mellett azért döntöttünk, hogy az adaptációnál ne érvényesüljenek az ipari szennyvíz tisztításából származó előnyös hatások. Az ipari szennyvizek tisztításakor sokszor előnyösen jelentkeznek olyan baktériumkultúrák, melyek eleve könnyebb adaptációs készséggel rendelkeznek, vagy már az új szubsztrát lebontásához szükséges baktériumok is jelen vannak. Ez természetesen előnyként jelenik meg a szennyvíztisztító telepen. A kísérleteknél a cél az volt, hogy természetes állatból kiindulva adaptáljuk a baktériumpopulációt az új szubsztráthoz. Az eleveniszapnak az új szubsztráthoz történő „szoktatását” (adaptáció) minden vegyület esetében előzetesen, a bonthatósági vizsgálat megkezdése előtt 2–5 napon át folytattuk. A kísérleteket szakaszos eleveniszapos rendszerben végeztük. Néhány POP-vegyület biológiai bonthatóságának kísérleti eredményeit a 2. táblázatban mutatjuk be.

A vegyület és eleveniszap eredetének megnevezése	Maximális lebontási sebesség adaptációt követően (mg vegyület/gVSS·óra)	Megjegyzés
Dithane M-45 (gombaölő szer) (Ditiokarbamát-származék)	0,9	a bontási kísérletet megelőzően 5 napos adaptáció
Ferbam (gombaölő szer) [vas (III) dimetil-ditiokarbamát: $\text{Fe}(\text{S}_2\text{CNMe}_2)_3$ (Me = metil)]	0,6	a bontási kísérletet megelőzően 5 napos adaptáció
Karathane (gombaölő szer) (mepitldinokap, dinitrofenol-származék)	0,5	a bontási kísérletet megelőzően 5 napos adaptáció
Piridín (aerob lebontás)	100 – 200	a bontási kísérletet megelőzően 2 napos adaptáció
Piridín (anaerob lebontás)	300 – 400	a bontási kísérletet megelőzően nem volt adaptáció
Eleveniszap (Szentendre) szubsztrátléggzése KOI-ban kifejezve	63 mg KOI/gVSS·óra	adaptáció nélkül

2. táblázat: POP-vegyületek lebontási sebességi értéke (VSS – az eleveniszap szerves hányada)

A 2. táblázat adatai alapján megállapíthatjuk, hogy a POP-vegyületek biológiai lebontási sebessége viszonylag kis érték. Ez különösen a klórozott szénhidrogénekre (monoklór-benzol; 1,2-diklór-benzol) vonatkozik. A gombaölő szerek biológiai bontása nagyobb sebességgel (0,6–0,9 mg vegyület/gVSS·óra) megy végbe, mint egyéb POP-vegyületek bontása.

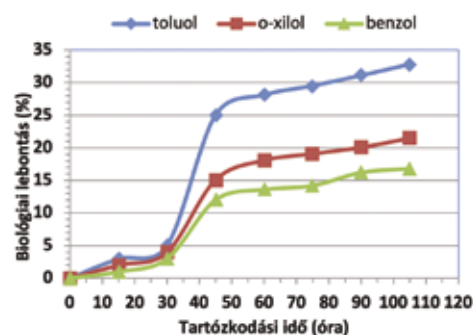
A 4. ábra különböző gombaölő szerek biológiai bonthatóságát szemlélteti. Legnagyobb hatásfokkal a Ferbam bontható. 60 órás tartózkodási idő mellett 85%-os hatásfokkal lehetett bontani. A Karathane 72%-os, a Dithane 61%-os hatásfokkal bontódott. A vizsgált növényvédő szerekre meghatározott lebontási hatásfok jónak számít.



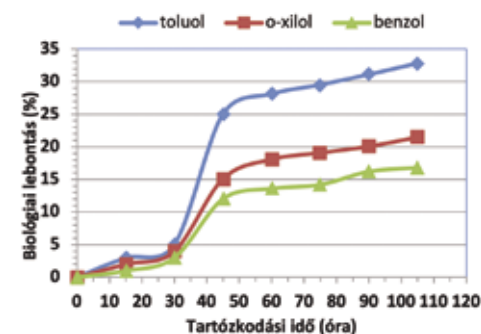
4. ábra: Különböző gombaölő szerek biológiai bonthatósága

A benzol, toluol, xilol (BTX-vegyületek) bonthatóságát – a bonthatósági kísérleteket az egyes vegyületekre külön-külön adaptált iszappal végezve – az 5/a. ábra szemlélteti. A 3/b. ábra a három BTX közösen adaptált iszappal végzett bonthatósági kísérleteinek eredményeit mutatja be. A BTX-vegyületeknél a bonthatóság a toluol (33%), o-xilol (22%) és benzol (17%) sorrendjében csökkent. A bonthatósági vizsgálatot mindegyik vegyületnél 3,0 mg/L-es kiindulási koncentrációnál végeztük. Az adaptációs vizsgálatokra mindegyik esetben a megnevezett vegyületekre vonatkoztatva került sor. A nagyobb mértékű biológiai bontás mindhárom vegyületnél kb. 50 óra tartózkodási idő után következett be.

A 5/b. ábra a három vegyület közös adaptálását követő lebontását szemlélteti. Ebben az esetben mindegyik vegyületből egy liter eleveniszapra vonatkoztatva 3,0 mg/L koncentrációt állítottunk be, és vizsgáltuk az egyes vegyületek lebontását. Az adaptációt a három vegyületre együttesen végeztük el. Látható a 3/a. ábra adataihoz viszonyítva, hogy az egyes



5/a. ábra: Benzol, o-xilol és toluol biológiai bonthatósága, az egyes vegyületekhez külön adaptált iszappal



5/b. ábra: A különböző BTX-vegyületek biológiai bonthatósága, a három vegyülethez közösen adaptált iszappal

vegyületek bonthatósága lényegesen csökkent. Elyuló lebontási görbék szerint a benzolnál a lebontás 12%, míg a toluol (21%) és az o-xilol (20%) görbéjének lefutása majdnem azonos. Tehát ha több vegyület van jelen a rendszerben, és az adaptációt a közös vegyületcsoporttal végezzük, az egyes vegyületek biológiai bonthatóságának csökkenésével kell számolni. Az egy vegyületre elvégzett adaptáció esetében, majd az ezt követő eleveniszapos kezelés 15–20%-kal nagyobb lebontást eredményez az adott vegyületre vonatkoztatva.

A 6/a. ábra a piridín és piridinszármazékok [metil-piridín: α (2-es C) és γ (4-es C)] szakaszos aerob, eleveniszapos lebontását szemlélteti. A kiindulási 20 mg/L-es piridinkoncentráció 25 óra tartózkodási idő után <1,0 mg/L értékre csökken. Az induló 20 mg/L-es α - és γ -pikolin 25 óra levegőztetés után 4,0 és 8,0 mg/L értékre csökkent. Megállapítható, hogy a piridinszármazékok lassabban bontódnak le. Hosszabb, 35–40 óra tartózkodási időnél a piridinszár-

mazékok maradékkoncentrációja 1 és 3,5 mg/L érték körül mozog. A piridin-gyűrűn lévő szubsztituensek (α - és γ -pikolin) a biológiai lebontást lassítják.

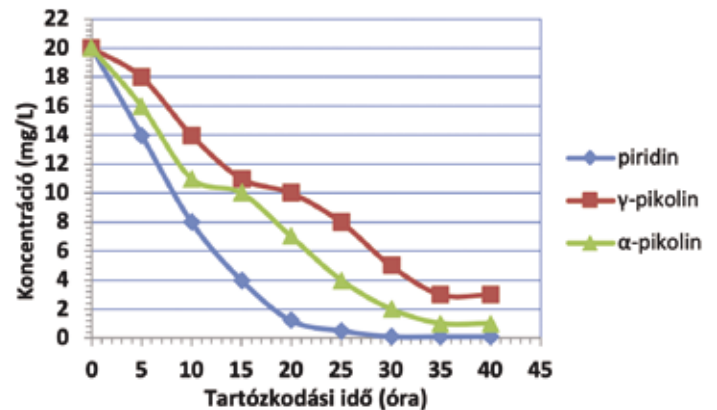
A 6/b. ábra a piridin aerob és anaerob lebontását mutatja. A kiindulási 100 mg/L-s piridinkoncentráció anaerob módon 45 óra tartózkodási idő után 2,0 mg/L koncentrációra csökken. Szembetűnő, hogy az aerob lebontás során ugyanilyen kiindulási koncentrációval 45 óra tartózkodási idő mellett csak 16 mg/L elfolyókoncentrációt lehetett elérni. Az aerob elfolyó kisebb tartózkodási időknél is lényegesen rosszabb minőségű volt, mint az anaerob rendszer elfolyója. A 6/b. ábra jól szemlélteti, hogy az anaerob biológiai lebontás a piridin esetében lényegesen hatékonyabb, mint az aerob eleveniszapos rendszer általi lebontás. Az irodalmi hivatkozások is egyértelműen arra utalnak, hogy sok esetben a POP-anyagok (pl. klórozott szénhidrogének) lebontásában az anaerob biológiai rendszer hatékonyabb, mint az aerob rendszer (de Best, 1999).

A 7. ábra az antracén biológiai bonthatóságát szemlélteti tápanyag nélkül és tápanyag-adagolás mellett. A kiindulási 2,0 mg/L-es antracénkoncentráció 70 óra tartózkodási időnél tápanyag-adagolás (300 mgKOI/L kommunális szennyvíz) mellett 0,2 mg/L, tápanyag nélkül 1,3 mg/L koncentrációra csökken. A mérési eredményekből látható, hogy a tápanyag-adagolás egyértelműen javítja a biológiai lebontást.

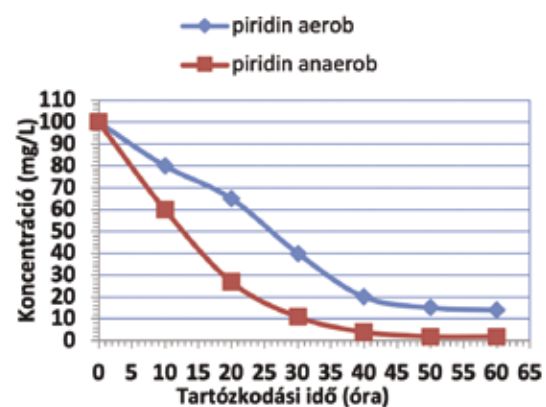
7. A POP-anyagok biológiai lebontásának javítása

A POP-anyagok biológiailag nehezen bonthatók, kicsi a biológiai lebontási sebesség értéke, és a bonthatásuknál a kosubsztráteffektus érvényesül, ezért a biológiailag jól bontható szubsztrát (kommunális szennyvíz) jelenléte is nagyon fontos. Az ipari és az ipari-kommunális szennyvizekkel a biológiai tisztítótelepekre befolyó POP-anyagok a biológiai rendszer nem teljes mértékű lemérgezését, hanem általában a telep tisztítási hatásfokának csökkenését idézik elő. Az ilyen nehezen bontható és toxikus anyagok lebontási hatásfokának javítására és mérgező hatásának csökkentésére alkalmas technológiai megoldásokat az alábbiakban foglaljuk össze (Öllös, 2006):

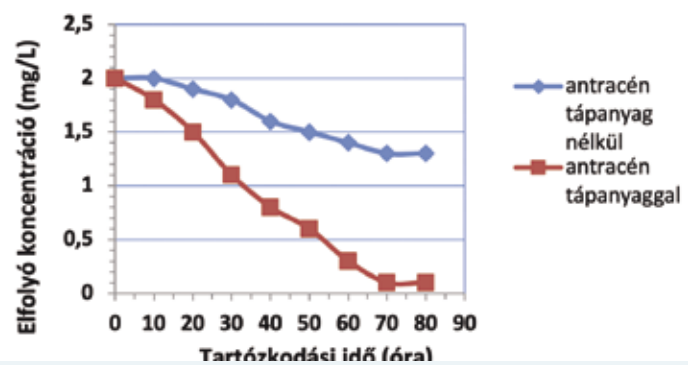
- A biológiailag nehezen bontható anyagok (Cl-fenolok, benzol stb.) megfelelő lebontása érdekében az iszapkor értékét 20 nap felett kell tartani. Biológiailag különösen nehezen bonthatóak a többszörösen klórozott (tri-tetra-penta) szénhidrogének, a szubsztituált aromás, poliaromás és peszticidyszármazékok, olajszennyeződések, felületaktív anyagok. A POP-anyagokat tartalmazó szennyvíz biológiai kezelésénél sok esetben 20–40 napos iszapkort is szükséges lehet fenntartani a rendszerben. Természetesen a szükséges iszapkort nagyon sok tényező együttesen határozza meg (szennyezés minősége, koncentrációja, lebontási sebesség, egyéb tápanyagkínálat stb.). Az iszapkor és a terhelés egymástól nem független paraméter. Például ha a terhelést kis értékre ($<0,05$) állítjuk, előfordulhat, hogy az F/M (tápanyag/baktérium) arány ($\sim 0,18$) a kívánatosnál kisebb lesz, vagyis az optimális kosubsztráteffektust nem tudjuk biztosítani, azaz nagyon alacsony terhelésnél nem jut a rendszerbe elegendő egyéb szubsztrát, ami a POP-anyag lebontásához szükséges volna.
- Az általános üzemi paraméterek (oxigénkoncentráció, hőmérséklet, pH, a rendszer pufferkapacitása) optimális értéken tartása
- Toxikus ipari szennyvizek kezelése esetén az egyfokozatú aerob biológiai rendszer helyett kétfokozatú aerob-aerob vagy anaerob-aerob rendszert kell alkalmazni. Esetleg a meglévő egyfokozatú rendszert kétfokozatúvá kell átalakítani. Kétfokozatú biológia nélkül a nehezen bontható ipari szennyvizek kezelése ma már szinte el sem képzelhető. Alkalmazásával széles körben számolni kell.
- Adsorbensek (aktív szén, aktivált zeolit) adagolásával (levegőztetőmedence) az ipari szennyvizek toxikus hatása kiküszöbölhető, és a tisztított szennyvízzel elfolyó toxikus anyagok koncentrációja csökkenthető. Az ad-



6/a. ábra: A piridin és a piridinszármazékok szakaszos aerob, eleveniszapos lebontása



6/b. ábra: A piridin aerob és anaerob lebontása



7. ábra: Az antracén biológiai bonthatósága tápanyag nélkül és tápanyag-adagolás mellett

szorpciós hatáson túlmenően az aktív-szén- és egyéb adsorbensek (zeolit) nemcsak az adsorbens, hanem egyúttal a baktériumhordozó szerepét is betöltik.

- A nehezen bontható szennyvizek előkezelésére ma már egyre gyakrabban alkalmaznak előoxidációt. Az előoxidációnál hidrogén-peroxid és UV-sugárzás, továbbá ózon és UV kombinációját eredményesen alkalmazzák. Az előoxidáció alkalmazása kizárólag a tömény ipari szennyvíz keletkezésének helyén, az iparvállalat telephelyén képzelhető el. A toxikus ipari szennyvizek üzemi előkezelésének (oxidálás, hidrolízis) a biológiai szennyvíztisztítók védelme szempontjából nagy jelentősége van.
- A biológiai hordozóanyagok szerepe az utóbbi időben megnőtt. Számos aerob és anaerob (pl. UASB) technológiát fejlesztettek ki, amely eredményesebb, mint a hagyományos eljárások. Ezeknél a technológiáknál a

jelentős aktivitásnövekedést a térfogategységben lévő nagy biomaszátömeggel, a hatékony tápanyag- és oxigénellátással lehet magyarázni. A lebontási sebesség növekedése ezeket a technológiákat alkalmassá teszi arra, hogy nehezen bontható ipari szennyvizek kezelésére is használják.

- Egyes esetekben több módszer kombinációja – pl. kétfokozatú biológia (A-B) és abszorbensadagolás vagy kétfokozatú biológia (A-B) és előoxidáció alkalmazása – szükséges ahhoz, hogy az ipari szennyvizek mérgező hatását és a tisztított vízben ezen anyagok koncentrációját csökkentjük.

5. Összefoglalás

Az ipari szennyvizek viszonylag magas koncentrációban (>1,0 mg/L) tartalmaznak biológiailag nehezen bontható és toxikus szerves vegyületeket (persistent organic pollutants – POPs). Példaként megemlíjtük, hogy ide tartoznak a fenolok és fenolszármazékok, a halogénezett aromás szénhidrogének, a PCB-származékok, a policiklikus aromás szénhidrogének (PAH), a halogénezett alifás szénhidrogének és a növényvédő szerek.

A POP-anyagoknak az eleveniszapos rendszerben történő biológiai bonthatóságát akadályozó tényezőket a következőkben foglaljuk össze:

- Biológiailag nehezen bontható anyagok (klór vagy egyéb halogén szubsztituensek jelenléte)
- A sejten belüli membrántranszportot szabályozó permeáz enzim hiánya (molekuláris diffúzió szabályozása)
- A vegyület annak oldhatatlansága vagy adszorpciója miatt nem hozzáférhető a mikrobák számára
- Az elektronakceptorok vagy a biológiailag bontható szerves anyag hiánya
- Kedvezőtlen környezeti faktorok (hőmérséklet, fény, pH, O₂, nedvesség vagy redoxpotenciál)
- Tápanyagok (N, P) és nyomelemek hiánya
- Nagyon alacsony szubsztrátkoncentráció (POP) esetében igen kicsi a biológiai lebontás sebessége

A POP-vegyületek bontásánál a kometabolizmus elve érvényesül. A kometabolizmus egy szerves anyag mikrobiális átalakítása anélkül, hogy az átalakítandó (lebontandó) vegyület energia- vagy esszenciális tápanyag-forrásként szolgálna a sejtek számára. A baktériumok energiát és szenet az elsődleges szubsztrátból vesznek fel, de nem a POP-vegyületekből. A kometabolizmus magában foglalja a dehalogénezést, a hidroxilcsoport bevitelét a benzolgyűrűbe és a metilcsoport oxidációját.

A xenobiotikus anyagok biológiai lebontásában meghatározó szerepe van a baktériumok plazmidfelvételének. A plazmidok extrakromoszomális genetikai elemek (DNS-hurkok). A POP-vegyületek katabolizmusát plazmidok szabályozzák. A katabolikus (lebontó) plazmidok (degradációs plazmidok) a xenobiotikus vegyületeket áttranszformálják. A katabolikus plazmidok elvésznek, ha a mikroorganizmusokat nem a plazmid által kódolt enzimre specifikus szubsztráton tartják fenn.

Az adaptáció a baktérium populációjában létrejövő olyan változás, pl. fiziológiai módosulás, amely révén az organizmus alkalmazkodik a megváltozott környezeti feltételekhez. Az adaptáció lehet nem genetikai természetű, amikor a fiziológiai mechanizmus a mikroorganizmus meglévő genetikai potenciálján belül hoz létre megváltozott metabolikus tevékenységet (enzimindukció: kometabolizmus). Az adaptív folyamat létrejöhet genetikai mechanizmussal is, vagyis mutáció és olyan organizmusselektió révén, amellyel az új mikrobiális sejt az adott környezeti feltételeknek már megfelel.

A szintetikus szerves vegyületek lebontása során gyakran előfordul, hogy a baktériumkultúránál csak fenotipikus (az élőlény érzékelhető külső és belső tulajdonságai) változékonyság következik be. Ezt az enzimszintézis átépülése kíséri, ami a mikrobapopulációnak lehetőséget ad egy új szinte-

tikus vegyület hasznosítására akkor is, ha ez a tulajdonság nem örökletes. Valamilyen anyag lebontásának biológiai oldalról három feltétele van:

- a „megfelelő” mikroorganizmus jelenléte,
- a reakció végbemenetelét biztosító enzim jelenléte,
- olyan környezeti feltételek biztosítása, amelyek az enzimreakció végbemeneteléhez szükségesek (pl. pH, hőmérséklet).

A szennyeződések elhárításában a génmanipulációs eszközök gyors térhódítását – a mindent lebontó „szuperbaktérium” létrehozását – a következő tényezők korlátozzák:

- a lebontási reakciók gyakran sok lépésből állnak, és az enzimeiket alig ismerjük,
- az újonnan létrehozott organizmusok sok esetben nagyszámú előnytelen tulajdonsággal rendelkeznek (pl. érzékenység a környezet változásaira, gyenge túlélőképesség szabadföldi környezetben),
- különféle szennyezők biológiai bontására „egyedi” baktériumokat kellene létrehozni,
- számos súlyos aggály merülhet fel a génszerkezeti úton előállított baktériumok környezetbe történő bejutásával kapcsolatban.

A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a gombaölő szerek (Ferbam 85%; Karathane 72%; Dithane 61%) 60 órás tartózkodási idő mellett viszonylag nagy hatásokkal bonthatók. A BTX-vegyületek (benzol 17%; toluol 33%; xilol 22%) hosszú tartózkodási idő (90 óra) esetében is rosszul bonthatók. Amennyiben több POP-vegyülethez adaptáljuk az eleveniszapot, a biológiai bonthatóság csökken az egy adott vegyülethez történő adaptációt követő bonthatósághoz képest.

A szakaszos aerob, eleveniszapos rendszerben a piridint 95, a γ -pikolint azonban (metil-piridin) csak 60%-os hatásokkal lehetett lebontani. A piridin aerob és anaerob lebontását összehasonlítva megállapítható, hogy anaerob viszonyok között a lebontás hatékonyabb, mint az aerob rendszerben. 40 óra tartózkodási időnél az aerob viszonyok között 80%-os, az anaerob rendszerben 98%-os hatásfokot lehetett elérni.

Összefoglalva megállapítható, hogy a jelenlegi ismeretek szintjén az eleveniszapos szennyvíztisztításban a POP-anyagok biológiai lebontásának javítását csak az üzemi paraméterek megfelelő megválasztásával lehet elérni. A biológiai tisztításnak meghatározó szerepe van, de csodamódszerek, mint „szuperbaktérium-adagolás”, az eleveniszap baktériumpopulációjának POP-anyagokra történő gyors átállítása nem lehetséges.

Az eleveniszap kevert populációjának POP-anyagokra vonatkozó bontási hatásfoka az eleveniszap akklimatizációjával (hozzászoktatás) jelentősen növelhető, de ezt a hatást a gyakorlatban alkalmazható üzemi paraméterek nagymértékben korlátozhatják. Jól ismert, hogy a telepre befolyó szennyvizek minősége, a kommunális szennyvizek és különösen az ipari-kommunális szennyvízkeverékek esetében a POP-vegyület koncentrációja gyakran változik. Fentiek miatt az eleveniszap akklimatizációja nagymértékben a befolyó szennyvíz minőségétől függ. A POP-anyagok biológiai kezelésénél a legfontosabb optimalizálandó üzemi paraméterek a következők: a terhelés, tartózkodási idő, tápanyag-kiegészítés, az oxigénkoncentráció, a hőmérséklet és a pH, valamint a tápanyag/baktérium arány (F/M). A biológiai fokozat nem megfelelő tisztítási hatásfoka esetén a biológiai fokozatot követően a POP-anyagok eltávolítására a kétfokozatos biológiai tisztítás (aerob – aerob; aerob – anaerob), az utóoxidáció (UV; ózon) és az adszorpció (aktív szén; zeolit) eljárások jöhetnek számításba.

Irodalomjegyzék

A szerkesztőség címén elérhető.



PASCAL, BLAISE

(1623–1662)

Kérdezhetjük magunktól, vajon Pascal filozófusként – a mai és széles értelmében a szónak –, íróként, tudósként, matematikusként vagy fizikusként szerzett-e nagyobb hírnevet. A hidraulika területén Pascaltól, a folyadékstatika egyik úttörőjétől származik a híres Pascal-törvény, amiből megszületett a hidraulikus prés. A matematikus Pascal a valószínűség-számítás, a goniometria, illetőleg az infinitezimális analitika területén alkotott nagyot; az író a „Gondolatok”, illetve más művek alkotójaként, valamint irodalmi vitáival vált híressé. A mai idők „tisztességes embere” számára nagyon nehéz Pascal különleges eklekticizmusának megnyilvánulásait elválasztani a XVII. század talán legkülönösebb zsenijének alkotásaitól. Valóban meglepő zseni volt, aki gyermekkorának 11. évében dolgozatot írt a hangokról, és a következő esztendőben egyedül, kézikönyvek nélkül rekonstruálta Eukleidész 32. tételét.

Pascal 1623. június 19-én született Clermont d’Auvergne-ben, 3 éves korában elveszítette édesanyját. Elég szomorú, ugyanakkor sok tanulóval töltött ifjúsága volt apja mellett, aki a pénzügyek területén dolgozott magas beosztásban, és egyébként tanult és tudós ember hírében állt. 16 éves korában írta meg a kúpokról szóló esszéjét, 19 éves, amikor megszerkesztette az „arithmométert”, az első számológépet, és 25 éves, amikor a folyadékok egyensúlyáról disszertált. 1646-ban kezdett különbséget tenni az atmoszférikus nyomás és a folyadékokra ható nyomások között, az erre vonatkozó összefüggései 1663-ban kerültek végleges formába. Híres törvénye megállapítja, miszerint a nyugvó folyadék belső felületén a folyadéknyomás eredője bármely pontban merőleges a benne elhelyezett felületre, független a felület irányításától. Ezt a törvényt később általánosították a mozgó folyadék esetére is.

Pascal tudós maradt volna talán, mai szóhasználattal „tudós ember”, ha betegsége és különböző nagyobb balesetek, amelyek egész életében előfordultak vele, lassanként nem térítették volna el spekulációk irányába a filozófiai tudatról egy bizonyos miszticizmusba és a janzenista (reformmozgalom a katolikus egyházban) vita felé. A vele kortárs neves tudósok közül személyiségével, gondolatainak és elveinek megfogalmazásával tűnt ki. Széles körű műveltsége volt, a vitákban szellemi élményt nyújtó, utánozhatatlan nyelvezettel vett részt, különös sorsa tevékeny emberbaráttá formálta. Állandóan arra törekedett, hogy a csak néhány ember birtokában lévő felismeréseket népszerűsítse, közkinccsé tegye. Pascal 1662. augusztus 19-én Párizsban halt meg.

Ő mondta

A titkolt szép cselekedetek a legbecsesebbek.
A világegyetem egy olyan gömb, amelynek bárhol tekinthető a középpontja, a felszíne azonban sehhol sem.
Akarod, hogy dicsérjelek? Akkor ne dicsérd tenmagad.
Az embernek leleményei évszázadról évszázadra haladnak. A világ jósága és gonoszsága általában ugyanaz marad.
Az igazság hatalom nélkül tehetetlen, a hatalom igazság nélkül zsarnokság.
Kevésre és sokra, mindenre és semmire képes; nem angyal, nem állat: csak ember.
Minél többet érintkezem emberekkel, annál jobban szeretem a kutyámat.

TOLNAI BÉLA
gépészmérnök

Nem rendkívüli teljesítményeiből, hanem hétköznapi viselkedéséből alapítjuk meg, mire képes valakinek az erénye.

Rendszerint jobban meggyőznek minket azok az érvek, amelyekre magunk jövünk rá, mint azok, amelyek másoknak jutnak eszükbe.

Talán még soha senkinek nem jutott eszébe amiatt bánkódni, hogy nincsen három szeme, de vigasztalhatatlanok vagyunk, ha egy sincs.

Ezt a levelet hosszabban fogalmaztam, mint szoktam, csak azért, mert nem volt elég időm ahhoz, hogy lerövidítsem.

A természet titkai rejtve vannak előttünk; jóllehet állandóan alkot, nem látjuk mindig az eredményt; csak idővel s koronként ismerjük meg, s bár a természet mindig egyforma, mi sem ismerjük mindig egyformán. Egyre többet tapasztalhatunk, mert elménk egyre fejlődik...

...nem vagy kevésbé Isten akkor, ha sújtasz és ha büntetsz, mint amikor vigasztalsz, és kegyelmet gyakorolsz.

Hogyan is ismerhetné meg a rész az egészet?

Semmi sem olyan fontos az ember számára, mint a sorsa, semmi sem olyan félelmetes, mint az örök élet.

Csak az a szegény, ha valaki nem ismer szegényt.

...a túlzott jóindulat is zavarja az embert.

...a testi fájdalom csak a lelki fájdalom büntetése és tükörképe.

Tudnunk kell, mire vagyunk képesek: több vagyunk a semminél, de nem vagyunk minden...

A szeretet vagy a gyűlölet megváltoztatja az igazságot.

Nevét viseli

A nyomás mértékegysége

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

Pascal-törvény

A nyomás a folyadékokban minden irányban egyenletesen terjed.

Pascal-háromszög

a binomiális együtthatók ábrázolása

Pascal számológépe

			1							
			1	1						
			1	2	1					
		1	3	3	1					
	1	4	6	4	1					
1	5	10	10	5	1					
1	6	15	20	15	6	1				
1	7	21	35	35	21	7	1			



Pascal-féle csiga

Az r sugarú körhöz tartozó konchoid

Pascal tétele

Bármely (nem elfajult) kúpszeletbe írt hatszög átellenes oldalainak metszéspontjai egy egyenesre, az ún. Pascal-egyenesre illeszkednek.

Forrás

La Houille Blanche, Grenoble, 1958

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Pascal.html>

http://schools.keldysh.ru/sch444/MUSEUM/1_17-17.htm

Távleolvasási- adatgyűjtési rendszerek járulékos költségek nélkül **LoRa** kommunikációval!



- ▶ vízfogyasztás távleolvasása
- ▶ víznyomás mérése
- ▶ vízbetörés távjelzése
- ▶ több 10 km-es területen

A rendszerelemekről és a kommunikációs hálózat kiépítésének lehetőségeiről érdeklődjön elérhetőségeinken!



ARZÉN MAGYAR VIZEKBEN?



KIVONAT Jelen írásomban az arzéntartalomnak a hazai ivóvizekben való előfordulásának felfedezésével, az első felméréssel, a kockázat akkori, majd későbbi értékelésével és az egészségkárosító hatás csökkentésére tett első intézkedésekkel foglalkozom. Ez ma már egy kissé szakmatörténelem, de talán érdemes ezt a hőskorszakot feleleveníteni!

KULCSSZAVAK az előfordulás felismerése, országos felmérés, érintett lakosság, észlelt egészségkárosodás, beavatkozás

DR. CSANÁDY MIHÁLY vegyészmérnök, vízellátás-csatornázás egészségügyi szakmérnök, az OKI ny. osztályvezetője

Az arzén-előfordulás „felfedezése” és első felmérése

Munkahelyemen, az Országos Közegészségügyi Intézetben az 1970-es évek második felében olyan kutatási témákkal is foglalkoztunk, amelyeknek a konkrét gyakorlati célja még nem nagyon volt látható, de segítette, segíthette, hogy szélesebb adatbázisunk legyen például arra nézve, milyen, eddig még nem vizsgált anyagok fordulnak elő természetes vizeinkben. Vizsgáltuk például egyes nehézfémek (pl. réz, ólom, kadmium, cink, nikkel) és egyéb mikroelemek előfordulását különböző eredetű, vízművek táplálására szolgáló vizekben. Kiugró vagy egészségügyi szempontból veszélyes értéket megközelítő arányt a kutaknál sehol sem találtunk. 1981-ben az volt a javaslatom, hogy a vizsgálatokat olyan elemekre terjesszük ki (szelén, higany, arzén), amelyeket eddig nem vizsgáltunk. A mélységi vízként vizsgált egyik vízmű addig Mezőtúr volt. Azt javasoltam, menjünk egy kicsit messzebb, és nagyobb mélységből származó vizet vizsgáljunk. Így esett a választás Mezőtúr helyett Szarvasra. Mind a vizsgálandó elemek, mind a mélységi vízként mintázandó vízműkút kiválasztása szubjektív ötlet volt, és ennek a véletlennek volt köszönhető az a meglepetés, ami az arzén jelenlétének felfedezéséhez és az ebből adódó, országos jelentőségű feladathoz és programokhoz vezetett.

E program megindulásakor a szarvasi vízműnek e célra kiválasztott kútjának vizében az akkori egészségügyi határértéket: az 50 µg/L-t lényegesen meghaladó mennyiségben találtunk arzént. (A vizsgálatokat az általam vezetett laboratóriumban dr. Bozsai Gábor végezte atomabszorpció módszerrel.) Nem akartuk az eredményt elhinni. Nem is adtuk tovább ezt az adatot addig, amíg alaposan nem ellenőriztük. Intézetünk egy másik osztályán, ahol egyébként elsősorban talajvizsgálatokkal foglalkoztak, korábban végeztek arzénmeghatározást is. Először itt kértünk ellenőrző mérést, aztán hoztunk be Szarvasról újabb vízmintákat is.

Mindkét vizsgálat megerősítette, hogy a szarvasi vízműkút vizében sok az arzén. Ekkor értesítettük az Országos Vízügyi Hivatalt (OVH) mint a vízellátásért felelős szolgálat központi szervét. Számukra is valószínűtlen volt ez, nem akarták elhinni. Ők a Szegedi Egyetemen végeztettek ellenőrző mérést. A Békés megyei Vízmű Vállalat, amelyhez akkor a szarvasi vízmű tartozott, ekkor megvizsgáltattott egy a békéscsabai városi vízműből származó mintát is. Ebben is találtak határértéket meghaladó mennyiségben arzént, ha nem is olyan sokat, mint a szarvasiban. Ezzel a hírrel jöttek el hozzánk az OVH szakemberei. Jött velük hidrogeológus is, aki a hírt úgy kommentálta, hogy ha a szarvasi és békéscsabai vízben is sok az arzén, akkor ez az Alföld jelentős részére is érvényes lehet, mert annyira eltérő e két vízmű vízádjának a jellege. És sajnos ezt igazolta a későbbi felmérés is. A

kérdés az volt, mi a további teendő. Az világos volt, hogy országos felmérést kell majd végezni annak tisztázására, hány vízművet és mennyire érint ez a probléma. Ebből az alföldi terület felmérése volt sürgős, hiszen a határértéket lényegesen meghaladó koncentrációknál káros egészségügyi hatással lehetett számolni. (Ezt a később gyűjtött egészségügyi adatok igazolták is.) Hol van vizsgálati kapacitás erre a felmérésre, ki rendeli el?

Mennyire kell ezt nyilvánosságra hozni, kit kell, kit szabad erről értesíteni? Az Egészségügyi Minisztériummal is konzultálva abban állapodtunk meg, hogy amíg a felmérés meg nem történt, még nem tudjuk, mekkora terület és hány ember lehet érintett, és a beavatkozás, vagyis a vízminőség-javítás lehetőségei nem körvonalazódnak, a sajtót, a nagy nyilvánosságot nem volna jó tájékoztatni. Féltünk attól, hogy a hír újságírók tollára kerülve pánikot keltene, és amíg nem világos, hogy hol mit kell és mit lehet tenni, ez csak zavart okozna, és késleltetné a megoldás szakmai megvalósulását. Az érdekelteket (vízügyi hatóság, vízművek, tanácsok) persze tájékoztattuk, és bevontuk a további munkába.

A felmérés előkészítésére megnéztük, hol vannak olyan laboratóriumok, amelyeknek van gyakorlatuk arzénvizsgálatban, milyen ezek felszereltsége, műszerezettsége. A KÖJÁL-ok mellett két vízművállalati laboratórium és néhány egyetemi intézet jött csak szóba. Ezek együttes száma is csak 12 volt, és ezek sem voltak egyforma felszereltségűek. Korszerű műszer a legtöbb helyen nem volt, ezek a laboratóriumok csak egyszerű fotometriás módszerekkel tudtak dolgozni. A munka megkezdése előtt körvizsgálatokat szerveztem, hogy meggyőződjünk a laboratóriumok alkalmasságáról. (Akkor még nem létezett olyasmiről, mint amilyen ma a laboratóriumok akkreditálási módszere, de én egy korábbi angliai tanulmányúton kaptam felkészítést ilyen feladatra.) A szűk laborkapacitás jó kihasználása céljából kidolgoztam egy olyan, minőségi kimutatáson alapuló félkvantitatív módszert, amellyel meg lehetett állapítani, hogy van-e a vízben 20-25 µg/L-t, vagyis a határérték felét meghaladó mennyiségű arzén. Ahol ez negatív eredményt mutatott, nem kellett a mennyiségi mérést elvégezni. Ha nem is könnyen, de megindult a felmérés.

Az 1984-es év közepéig elvégzett mérések szerint a leginkább érintett öt megyében (Bács-Kiskun, Békés, Csongrád, Hajdú-Bihar, Szolnok) 97 településen találtunk arzént határérték fölötti koncentrációban. 61 település vízművére volt jellemző a határérték fölötti koncentráció, ebből 29 esetben a határérték duplájánál is nagyobb értéket mértek. 36 vízművel el nem látott településen közutak vizében találtunk határérték fölötti arzéntartalmat. Az érintett lakosság száma összesen kb. 400 000 volt. Városi vízmű vizében a határérték 4-szerese, községi vízmű vizében csaknem 7-szerese volt a legnagyobb érték. Intézményi kis vízmű vizében 11-szeres,

ipari vízben később 15-szörös értéket is mértek. Ez megdöbbentő adat volt. (És mindez az akkori, a jelenleginél 5-ször enyhébb, 50 µg/L-es határértékre vonatkozik!)

Mit kell, mit lehet itt tenni? Szerencsére mind a vízművek, mind a vízügyi hatóság, mind a tanácsi szervek szakemberei kezdettől fogva komolyan vették a dolgot, és segítőkészen álltak hozzá. Nyilvánvaló volt, hogy az arzén mennyiségét az ivóvízben sürgősen csökkenteni kell. Erre az első lehetőség az volt, hogy ahol a vízmű kútjai nem ugyanarra a vízadó rétegre voltak telepítve, és a különböző rétegekből nyert víz arzéntartalma eltérő volt, a vizek keveredési arányát lehetett változtatni azzal, hogy a kisebb arzéntartalmú vizet adó kutakat állandóan szivattyúzzák. Ezzel – a helyi viszonyoktól függően – a vízművek egy részénél 20-30%-kal lehetett csökkenteni az arzéntartalmat. Volt, ahol a kisebb város (Békés) vízművét teljesen leállították, és a közeli nagy város (Békéscsaba) víztermelő telepéről vezettek oda vizet. (Ennek még mindig határérték fölött volt az arzéntartalma, de így is sokkal alacsonyabb volt, mint az ottani korábbi érték.) A legnagyobb beavatkozást az tette lehetővé, hogy Békéscsabától délre folyamatban volt a Maros hordalékkúpjának hidrogeológiai kutatása. Ezt meg lehetett gyorsítani, és Békéscsabának innen biztosítani vizet. Megindult persze az arzéneltávolítási technológia kidolgozása (Csanády, Kelemen, 1982), és ezt néhány vízműnél elég hamar sikerült a gyakorlatban is bevezetni (makkosháti vízmű, Ecsegfalva, Bucsa).

Amikor a felmérés megtörtént, és ezek a beavatkozások megkezdődtek, a hírzárlat is megszűnt, és megkezdődött a közvélemény tájékoztatása. Például a Magyar Hírlap hasábjain jelent meg cikksorozat, amely persze hangsúlyozta, hogy nem emberi mulasztásról, nem környezet-szennyezésről van szó, hiszen az arzén geológiai eredetű, vagyis természetes előfordulás.

Azelőtt erről nem tudtak?

A vízművek vízének arzéntartalma addig ismeretlen volt. A rendszeres vízminőség-ellenőrzés az arzén vizsgálatára hazánkban addig nem terjedt ki. Utólag aztán, amikor ez már ismertté vált, találtunk olyan jeleket, amelyek gyanúsak lehettek volna.

Békés megyében a nagyobb mélységű közkutak létesítése a 19-20. század fordulóján kezdődött meg. Ezek vízének arzéntartalma nyilván ugyanolyan, mint az azonos mélységű vízműkutaké. A megyét járva előfordult, hogy idős emberektől olyan információt kaptunk, hogy pl. egy adott mélyfúrású kút attól különleges, hogy régen, ha egy lovat el akartak adni, előzőleg néhány hónapig odavitték a lovat itatni, mert akkor kifényesedett a ló szőre, és drágábban lehetett eladni.

Ma már tudjuk, hogy ezt a víz arzéntartalma okozta. Az arzén jelentős része ugyanis a szervezetből a szőrrel együtt ürül. Mi is ki tudtuk mutatni, hogy az arzénos vizet fogyasztó személyek hajának lényegesen nagyobb az arzéntartalma, mint a kontrollcsoporté (Bozsai, Deák, Csanády... 1989). A hajvizsgálat jó indikátora annak, hogy az illető személyt a közelmúltban érte-e arzénexpozíció. Így a lovak fényes szőre is az arzén jelenlétének indikátora lehetett volna.

1970 táján a kecskeméti kórházban néhány betegnél heveny arzénmérgezésre utaló tüneteket (elsősorban bőrelváltozásokat) találtak. Az intézetünk munkatársa (dr. Horváth Amanda) által irányított feltárómunka során kiderítették, hogy az arzén az illető személyek ásott kútjának vizéből származott (Kis-Bugac). Hogyan került a kútvízbe az arzén? Permetezőszer elásása vagy más, arzénos hulladék talajba kerülése látszott az arzén forrásának. Hosszú ideig keresték ezt. Az arzénnek a talajvízzel való áramlására vonatkozó mérésekből számítógépes modellezéssel próbálták megtalálni a szennyezés helyét, de nem találtak ilyet. Nem volt olyan pont, ahol erősebben koncentrált előfordulás lett volna. Akkor azt nem föltételez-

ték, hogy a felszínközeli talajvízben az arzén esetleg természetes eredetű mélységi vizeknek a feláramlásából származhat. Ma már tudjuk, hogy pl. a Kecskemét–Szeged közti területen az arzénos víz kis mélységben is előfordul, de pl. a soltvadkerti tó vízének arzéntartalma is jelentős. Eszerint a kis-bugaci ásott kutak vízének arzéntartalma is minden bizonnyal természetes eredetű volt, ezért nem találták meg a szennyezés forrását.

Hogyan értékeltük akkor a kis mennyiségű arzén egészségkárosító hatását?

Az egészségügyi hatás persze nem függ attól, hogy milyen eredetű az arzén. Az közismert, hogy a jelentős mennyiségű arzén mérgező, hiszen a szándékos arzénmérgezések a kriminalisztikából is ismertek. Kis mennyiségben viszont gyógyszerként is használatos volt, sőt roboráló-kúrák (erősítő-kúrák) formájában emelkedő dózisokban elég nagy mennyiségben adagolták a múlt század elején.

Hogyan lehetett akkor értékelni az ivóvízben lévő arzént? 1958-ban és 1961-ben az Egészségügyi Világszervezet (WHO) még 0,2 mg/L-t is megengedett az ivóvízben, de 1970–72-ben ezt már 4-szeresen megszigorította. Ennek megfelelően a WHO határértéke és a hazai határérték az 1990-es évek végéig 50 µg/L volt. Ez azt jelentette, hogy az 50 µg/L-nél kisebb koncentrációban jelen lévő arzénnek nem tulajdonítottak mérgező hatást. A szakirodalom Tajvan szigetén súlyos megbetegedések előfordulását (elsősorban bőrrák, de hólyag- és veserák is) és a Chilében (rézkohászattal összefüggésben) környezetszennyezésként előfordult eseteket értékelte részletesen. Tajvanon különösen súlyos megbetegedéseket írtak le, amiben annak is szerepe volt, hogy a nagyon szegény falusi környezetben élő, fehérjeszegény táplálékot fogyasztó szervezetnél a máj szokásos detoxikáló mechanizmusa kevésbé működik. Leírták ugyanis, hogy egészséges szervezetnél a bejutó arzén napi 200-250 µg-ig átalakul (főleg metil-arzéná), és ez a vizelettel ürül, nem halmozódik. Ha ez így van, akkor csak az ennél nagyobb bevitt mennyiség esetén kellene halmozódással és ennek nyomán daganatkockázattal számolni. Ha viszont ezt nem fogadjuk el, akkor a daganatkeltés szempontjából nincs biztonságos határ, a kockázat a bevitt mennyiséggel arányos kis mennyiségek esetén is. Nem mindenben volt összhang a megállapítások között, de akkoriban ezt a határértéket elég biztonságosnak tartották.

Hazánkban azokon a településeken, ahol a koncentráció meghaladta az 50 µg/L-es határértéket, az egészségügyi statisztika számai alapján megpróbáltunk adatokat gyűjteni, vajon nálunk milyen megbetegedések létrejöttében lehetett szerepe az ivóvíz arzéntartalmának. Megbízható számok a daganatos megbetegedésekkel kapcsolatban csak a halálzási statisztikából voltak nyerhetők, és ezekből a bőrrák eseteinek halmozódására nem lehetett következtetni. (Tajvanon ez volt a leggyakoribb kórkép.) A bőrrák ritkán okoz halálzást, az ilyen számok kicsik voltak, szignifikáns összefüggést nem lehetett megállapítani. Az egyéb, az arzénal esetleg összefüggő daganatok száma az akkori vizsgálatok szerint szintén nem mutatott ilyen összefüggést. Új, a szakirodalomban korábban még le nem írt összefüggést találtunk viszont: a halvaszületések és a spontán abortuszok száma egyértelműen nagyobb volt az arzénos vizet fogyasztók körében, vagyis az ilyen esetek létrejöttében az ivóvíz arzéntartalmának volt szerepe (Börzsönyi, Bereczky, Rudnai, Csanády, Horváth, 1992). A húsz-egynéhány évvel később Rudnai doktor által megismételt vizsgálatok azt is szépen megmutatták, hogy ugyanezek a települések az ivóvíz arzéntartalmának csökkentése meghozta a kívánt hatást. E rendelkezések száma a kontrolltelepülések szintjére csökkent, vagyis ezt az egészségkárosodást sikerült kivédeni.

Az arzéntartalom megítélésében később az hozott lényeges változást, hogy a WHO 1993-ban kiadott irányelve a korábnál 5-ször szigorúbb, 10

µg/L-es határértéket javasolt. Ezt a határértéket átvette az Európai Unió, így 2001-ben hazánkban is ezt kellett átvenni. A szigorítás egyik indoklása az volt, hogy a toxikus anyagok egészségügyi hatásával foglalkozó nemzetközi ajánlás (FAO és WHO) – elég szűk biztonsági sávot tartva – felnőtt személynél napi 100 µg bevitelét még megengedhetőnek tartotta. Ebből 80 µg-ot vihetnek be étellel, 20-at ivóvízzel (napi 2 literes vízfogyasztással számolva). Ahol sok tengeri eredetű étellel fogyasztanak, ott a 80-as érték reális lehet.

Nálunk viszont a tengeri eredetű élelmiszerek szerepe a nyugati országokban szokásosnak a töredéke. Ilyen alapon hazánkban az ivóvízben jóval nagyobb koncentráció is megengedhető lenne. Ezzel mint javaslattal éltem is (30 µg/L-es határértéket ajánlva), de ezt elfogadtatni nem sikerült. Egyrészt az EU előírásától nem engedtek eltérni, másrészt az a vélemény is újra előtérbe került, hogy az arzén rákkeltő volta miatt biztonságos koncentráció nincs, a kockázat csökkentése érdekében minél

kisebnek kell lennie az ivóvíz arzéntartalmának. Rudnai doktor későbbi kutatásai kisebb koncentrációk esetén is mutattak némi korrelációt bizonyos kórfarmákkal. (Másrészt a tengeri élelmiszerekben lévő, szerves kötésű arzén kevésbé felszívódó volta is vitathatóvá teszi az előbbi számításból adódó következtetést.)

Lezárás

Az ivóvizek arzéntartalmának „felfedezése” óta több mint 3 évtized telt el. A szakmán kívül a közvélemény is eléggé megismerte a témát, hiszen a vízminőség-javító programok egyik legsúlyosabb problémáját képezte és még képezi ma is. Talán érdekes volt visszatekinteni a kezdetekre, és bizaskodással nézni a jövőbe...

Felhasznált irodalom

A szerkesztőség címén elérhető.

ELISMERT VÍZMŰVES ÉLETUTAK



Legutóbbi számunkban interjúkat olvashattak azon kollégák egy részével, akik a víz világnapja alkalmából Kontrát Károlytól, a Belügyminisztérium parlamenti államtitkárától, miniszterhelyettesétől kitüntetést vehettek át. Most ezt a „sort” folytatjuk Neubauer Jánossal, a Soproni Vízmű Zrt. üzemirányítójával, aki Kvassay Jenő-emlékéremben részesült.

1. Melyik volt a legfontosabb impulzus vagy motiváció a vízműves pálya irányába?

Mindig műszaki beállítottságú voltam, szerettem megfigyelni, szétszerelni, majd újra összerakni a játékaikat. Emellett sok időt töltöttem a természetben, már ekkor érdekelt, hogy jut el a víz a föld alól a vízcsapokba. 1976-ban fiatalon, katonaság előtt kerültem a Soproni Vízműhöz. Beosztásom víznyomócső-hálózati ellenőr volt, kerékpárral jártam a várost, és ellenőriztem a vízvezeték hálózatot. Leszerelés után a vízmű új, modern épületébe

tértem vissza, ahol sok régi és új kolléga várt. Azóta 43 év telt el.

2. Pályafutásából mire a legbüszkébb?

1995-ben a társaság vezetősége az automatizálás mellett döntött. Ekkor kaptam a lehetőséget, hogy üzemirányítóként dolgozhassak. A számítógépes vezérlés, az új programok elsajátítása nem volt zökkenőmentes, de örülök, hogy a fejlődést választottam, és egy olyan csapatnak lehetek tagja, amely a város biztonságos vízellátásán és szennyvízelvezetésén dolgozik.

3. Pályafutása során mi volt az az esemény, hiba, melyből tanult, és a következő nemzedékek figyelmébe ajánlana?

A telefonos hibabejelentés is a munkám része, sokszor kudarcként élem meg, ha nem tudok segíteni rászoruló embereken, mert a szabályok nem engedik. Így is megpróbálok tanácsokkal, információkkal ellátni őket, legyen szó akár a víztakarékosságról, akár a megfelelő csatornahasználatról.

A fiataloknak azt üzenem, amire az unokáimat is tanítom: a víz az egyik legnagyobb értékünk, vigyázzunk rá, takarékoskodjunk vele, hogy még nagyon sokáig élvezhessük!

MOZGÓSÍTÁS EGY VÍZBIZTOS VILÁGÉRT, A GWP STRATÉGIÁJA 2020–2025-RE

A fenyegető vízválság elkerülésére 1996-ban létrehozott világhálózat, a Global Water Partnership (GWP) ma már 13 nagyrégióban működik több mint 3000 taggal. A szervezet jövőképe egy vízbiztos világ, melynek elérése érdekében a GWP a vízügyi intézményi rendszer és a vízgazdálkodás egészének fenntartható és méltányos fejlesztését tekinti küldetésének. A GWP az érdekeltek bevonásával törekszik a vízügyi problémák megoldására, és hagyományosan hatévenként megújítja stratégiáját a vízgazdálkodás terén aktuálisan fennálló helyzethez igazítva.

A GWP 2020–2025-re vonatkozó, Mozgósítás egy vízbiztos világért címet viselő stratégiáját egy több mint egyéves konzultációs folyamat



GAYER JÓZSEF

a GWP Steering Committee tagja

eredményeként a hálózat 2019-es értekezletén, június 25-26-án fogadták el a partnerek. A stratégia alapján a GWP a következő hat évben három fő területre (sarokpontra) koncentrálja tevékenységét: (i) a Fenntartható Fejlődési Célok (SDGs) vízügyi megoldásai, (ii) klímazilencia (rugalmas ellenálló képesség) a víz segítségével és (iii) a határokon átvivő vízügyi együttműködés.

A GWP fontosnak tartja az egymással versengő vízhasználatokból eredő feszültségek oldását, mert enélkül mind a 17 SDG elérése veszélybe kerül. A stratégia hangsúlyozza az élelmiszertermelés-ökoszisztéma-energiatermelés összefüggésrendszerét figyelembe vevő felfogás fontosságát, a víz többféle értékét, a víz szerepét a többi cél elérésében, az integrált vízgazdálkodás jelentőségét.

A klímaadaptáció terén a víznek különösen fontos szerepe van, ennek felismerését sürgeti a stratégia az egyes országok alkalmazkodási tervei kidolgozásánál, rámutatva a határokon átnyúló vízgyűjtők szempontjaira is. Fontos, hogy az országos és regionális GWP-partnerek támogassák a rezilienciát erősítő vízügyi beruházások létrejöttét, a társadalom leginkább sebezhető rétegeinek védelmében is.

A GWP ágazatokon és politikai/adminisztratív határokon átívelően segíti a fenntartható vízgazdálkodást. Ennek érdekében kezdeményezi az érdekelteltek közötti dialógusokat; támogatja a vízügyi kormányzásra, nemzetközi vízjogra vonatkozó tanulási folyamatokat, bevonva kormányokat és más fontos szereplőket is; és támogatja a nemzetközi vízügyi kormányzást (pl. elősegítve intézményi mechanizmusok kialakítását, akciótervek kidolgozását stb.).

A fenti három fő terület sikere érdekében a GWP forszírozza a magánszektor kötelezettségvállalását, a társadalmi nemek közötti egyenlőtlenség felszámolását és a fiatal generáció bevonását, mozgósítását.

A magánszektor vízhasználó, vízszennyező, érdekelt a finanszírozásban, biztosításban, és mint ilyen jelentősen befolyásolja a vízkészletek elérhetőségét, a vízzel kapcsolatos kockázatok és lehetőségek kezelését. A GWP egyrészt a vízhez leginkább kötődő ágazatokra koncentrálna (bányászat, textilipar, élelmiszer-termelés, pénzügy, biztosítás, vízszolgáltatás, gyártás), másrészt olyan területekre (monitoring, adatmegosztás, innovatív megoldások, integritás, átláthatóság stb.), ahol bizalmat élvező közvetítőként tud fellépni.

A GWP a 2015-ben elfogadott, társadalmi nemekkel kapcsolatos stratégiája alapján a „soha nélkülük, ha róluk van szó” elv szem előtt tartásával dolgozik a következő hat évben is, túllépve az egyszerű szándéknyilatkozatok szintjén. Szükséges az akadályok lebontása az egyenlő alapokon nyugvó, inkluzív vízgazdálkodás megvalósítása érdekében, a nők, a marginalizált és sebezhető csoportok szempontjainak figyelembevételével.

A stratégia megvalósítása három „dimenzióban” – mozgósítás, cselekvés, tanulás – képzelhető el.

A jó vízügyi irányításhoz és gazdálkodáshoz minden érdekelt bevonására, mozgósítására szükség van. Ezért a stratégia célja a meglévő hálózat kiterjesztése a hagyományos vízügyi ágazaton kívüli szereplőkre is, megtartva a GWP semleges platform jellegét. Földrajzi értelemben vett bővítés is elképzelhető az igények és lehetőségek függvényében. A kulcsszereplőkkel való együttműködés olyan új formáit is keresi a GWP, mint a „napirendszövetség” a globális témákkal kapcsolatban; a „stratégiai tanulási szövetség” a tudásszerzés támogatására és a „szállítmányszövetség” konkrét programok esetén.

A vízválság kezelését és az integrált vízgazdálkodás (IVG) gyakorlatba ültetését a GWP konkrét és összehangolt cselekvések alapján tervezi. Ennek során feladatául tekinti a döntéshozók támogatását és az intézményi kapacitások fejlesztését a tényleges változások kikényszerítésére; a vizes infrastruktúra befogadó jellegű beruházásainak az elősegítését, rámutatva a víz értékére a gazdaságban és a munkahelyteremtésben; megismételhető, kézzelfogható eredményt hozó kísérleti és demonstrációs tevékenységek végrehajtását, melyek később nagyobb léptékben is megvalósíthatók.

A tanulás eredménye a vízgazdálkodás folyamatos jobbá tétele kell legyen, folytonos visszajelzéssel a tanulságok levonására. Szem előtt kell

tartani, hogy nincs egy az egyben lemásolható megoldás az IVG megvalósítására. Fontosak a „stratégiai tanulási szövetségek”, mint például a már meglévő, a GWP és a UNDP Cap-Net között fennálló kapcsolat. A tanulási lehetőségeket vonzóbbá, könnyen elérhetővé és felhasználó-központúvá kell tenni, ennek szellemében megújul a GWP integrált vízgazdálkodási „eszköztára”, a ToolBox. Felmérés készül annak megállapítására is, hogy mely új technológiák (big data, gépi tanulás) alkalmasak a vízgazdálkodás különböző területeinek támogatására.

A GWP új stratégiája igencsak ambiciózus. Végrehajtásához erősíteni szükséges az egész hálózatot, a partnereket, valamint a regionális és országos szinteket is. A globális programok ezért olyan elemeket fognak tartalmazni, melyek lehetőséget kínálnak utóbbiaknak a bekapcsolódásra. Megnöveli a GWP Műszaki Bizottságának szerepe a régiókkal való szorosabb kapcsolattartás, mentorálás, útmutatás, minőségbiztosítás révén. Törekedni kell a hálózat tagjainak aktívabb kapcsolattartására, a szerzett tapasztalatok szisztematikus megosztására.

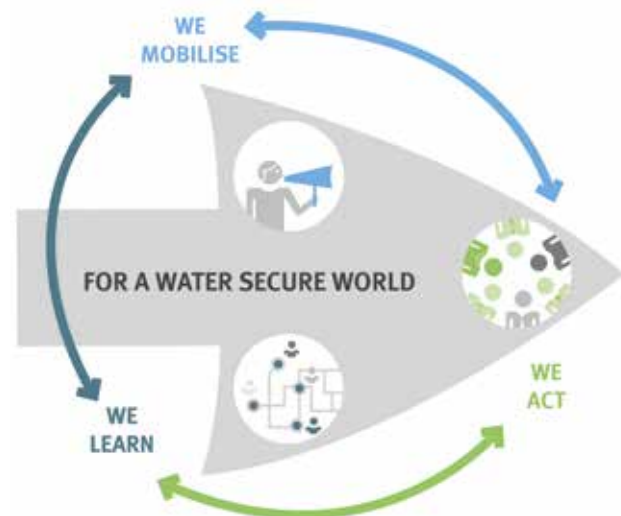
Megújul a GWP többszintű irányítási rendszere annak érdekében, hogy egyensúly alakuljon ki a legitimitáció és a hatékony döntéshozás között, egyben több lehetőség adódjon az országos és regionális egységeknek a rendszer befolyásolására. Ugyanakkor megmarad a mindennapos, gyakorlati koordinálást végző globális titkárság, mely kormányközi státuszt élvez.

Az ambiciózus stratégia az anyagi támogatások jelentős – konkrétan évi 16%-os – növekedését igényli. Ebben a programokhoz kötődő források megnövelése a legfontosabb, de szükséges a helyi (országos, regionális) szponzorok megnyerése is.

A stratégiához tartozó kiegészítő dokumentumok:

- Társadalmi nemek stratégiája (2015)
- Társadalmi nemek – akcióprogramok (2017)
- Ifjúsági stratégia (2015)

A stratégia bemutatására július 11-én került sor New Yorkban, az ENSZ Magas Szintű Politikai Fórum a Fenntartható Fejlődésről helyszínén egy kísérőrendezvény keretében. Az év hátralevő részében további helyi bemutatásokat is terveznek, például a Budapesti Víz Világtalálkozóhoz kötődően.



AZ ÉLTETŐ VÍZ BESZÉDES FESTMÉNYEI

A VASZARY GALÉRIA AZ ÖT ALAPELEM EGYIKÉRŐL RENDEZETT TÁRLATOT A BALATON PARTJÁN

Manapság, amikor a legsúlyosabb ökológiai problémát az édesvíz hiánya jelentheti, a balatonfüredi Vaszary Galéria közelmúltban megnyílt tárlata a művészet nyelvén próbálja felhívni figyelmünket a nélkülözhetetlen folyadékra. A „Folyók, tavak, tengerek” című kiállítás főleg a 19. századi magyar és nemzetközi, leginkább francia mesterek műveiből merít.

Idéznék a Magyar Nemzet napilap egy cikkének néhány gondolatát.

A balatonfüredi reformkori városrész centrumában áll a kerektemplom. Az épület belső oltárképe Henriette Karling munkája, amely a szamáriai asszony és Jézus találkozását idézi meg: a nő vizet ad a Messiásnak. A bibliai történet a füredi savanyúvíz-forrásra, de a balatoni víz közelségére, az éltető energiára és a teremtésmítoszok kimeríthetetlen forrására is utalhat.

A kiállításra döntően 19. századi alkotásokat válogattak magyar és nemzetközi mesterektől egyaránt, elsősorban a mindennapi élethez kötődő motívumokkal. A Szépművészeti Múzeum és a Magyar Nemzeti Galéria közös kiállításának egyik kuriózuma a kecskeméti Bozsó-gyűjteményből erre az alkalomra restaurált Benczúr Gyula-kép, a Sarnbergi-tó. A tárlat további különlegessége Gustave Courbet 1872-ben született sziklás tájképe, de láthatóak a francia barbizoni iskola néhány meghatározó mesterének képei is. A magyar remekművek mintegy párbeszédbe elegyednek a külföldi művekkel. Paál László élete utolsó hat évét töltötte ezen a vidéken, illetve a Munkácsy-életmű egyik fontos darabja is a falra került, a vízhordó leányt ábrázoló festmény.

A villa egykori tulajdonosa, Vaszary Kolos hercegprimás unokaöccse, Vaszary János kiemelt helyet kapott a kiállításon. Külön teremben is megmutatkozik a festő élénk színvilága, a művészt főleg az Adria kétsége és a fürdőzők ihlették meg. A galéria tematikus szekciói között a fürdők, az élményt és táplálékot adó víz, a mitológiai vonatkozású vízi képek önálló termet kaptak. A tárlat november 17-ig látogatható.

A kiállítással és azon belül Munkácsy festményével kapcsolatban eszünkbe kell, hogy jusson két híres spanyol festő és az ivóvíz kapcsolata. Bár a két művész életének folyása között 150 év telt el, érdekes, hogy az ivóvíz és annak fogyasztókhöz való eljuttatása mindkettőjüket meghihlette. Bár Francesco Goya jóval később élt, mint Diego Velázquez, térjünk ki

VÁRSZEGI CSABA

MaVíz



Goya: A vízhordó lány

először Goya művére. Miért? Mert A vízhordó lány, a spanyol művész egyik legismertebb alkotása a mi Szépművészeti Múzeumunk kincse.

Annak ellenére, hogy a képzőművészeti alkotásokon szinte mindig hölgyek láthatók mint az ivóvizet (hol a karjukban, hol a fejük felett) a fogyasztókhöz juttató cipekedők, a 17. század nagy festője, Diego Velázquez szinte egyedülállóan egy férfi kezébe adta az amforaszertű tárgyat.

A másik nevet talán maga a mester találta ki, mert ő Sevilla szülőtte volt. A festmény egy londoni képtár tulajdonosa.

Tudják, a Madridi Vízművek illemhelyeinek ajtaján mi a megkülönböztető jel? A férfivécét a vízhordó férfi, a nőit a vízhordó leány jelzi. Legalábbis így volt a kilencvenes években.



Diego Velázquez: Vízhordó férfi, egy másik elnevezés szerint Sevillai vízárus

EGYEDÜL SENKI SEM VISZI SEMMIRE, EGYÜTT SOKKAL KÖNNYEBB!

INTERJÚ MÁTYUS ZOLTÁNNAL, A KISKUNSAGI VÍZIKÖZMŰ-SZOLGÁLTATÓ KFT. ÜGYVEZETŐ IGAZGATÓJÁVAL

ZSEBŐK LAJOS
a MaVíz munkatársa

Örömmre csapvízzel kínálnak, mint megtudtam, mindenki ezt kapja még a testületi üléseken is. De nemcsak a víz volt valódi, hanem azok a gondolatok, szavak, mondatok és történetek is, amiket Kiskunhalason hallottam.

Zsebők Lajos: Kezdjük most a közepén. Mire a legbüszkébb, amit életében eddig elért?

Mátyus Zoltán: Úgy értsen, hogy szakmailag?

Zs. L.: Akár úgy is, de átléphetünk ezen.

M. Z.: Mindenekelőtt a fiamra és a lányomra vagyok a legbüszkébb, mert azt gondolom, az ember igazán arra lehet büszke, amit maga után hagy. Ha a szakmát vesszük, akkor arra a megtiszteltetésre vagyok a legbüszkébb, hogy engem bíztak meg ennek a cégnek az irányításával. Emellett mint magántervező már 23 éve tervezek, így nagyon sok munkám valósult meg, és mindegyik jól működik.

Zs. L.: És mi jelentette az életében a legnagyobb kihívást, olyan akadályt, amit nehéz volt átugrani, de sikerült?

M. Z.: Volt ilyen, nem is olyan rég, ez pedig az integráció véghezvitele. Erre is büszke lehetek, hiszen dr. Szalóki Szilvia, a MEKH elnökhelyettese minősítette úgy, hogy ez az integráció példaértékű volt.

Zs. L.: Akkor beszéljünk róla!

M. Z.: 1992-ben a Dél-Bács-Kiskun Megyei Vízmű Vállalat négyfelé szakadt, Bajavíz, Halasvíz, Kalocsavíz és Körösvíz Kft.-re, és ezt sikerült újra majdnem egy tető alá hozni. Nem volt egyáltalán könnyű.

Zs. L.: Miben állt a nehézsége, és mégis, hogy sikerült?

M. Z.: A siker kulcsa abban állt, hogy össze kellett hozni a szakmát a politikával. A nehezebb rész az volt, hogy az önkormányzatokat, vagyis a politikai döntéshozókat rá kellett beszélni az 1/3-1/3 tulajdonarányra. Ez azért jelentett nehézséget, mert például Kiskunhalas a maga 28 ezer lakosával messze a legnagyobb település, mégis sikerült elérni, hogy elégedjen meg az 1/3-dal. A szakmai együttműködés volt a könnyebb, mert noha több mint negyedszázada széthullott a régi vízmű, de a személyes, emberi kapcsolatok megmaradtak, végig jóban voltunk egymással. Mi rögtön értettük, miről van szó, de le kellett küzdenünk a „nem adjuk fel a várunkat” álláspontot és a méricskélést: vajon nem a másik jár-e jobban? Ennek jegyében történt a tulajdonarányok megállapítása és az a döntés, hogy Kecelen legyen a központ, és az is, hogy az elején négy ügyvezetője legyen az újraegyesült cégnek Komlósi György, Farkas István, Szigeti Attila személyében, és én voltam a negyedik.



Zs. L.: Ez a felállás nem lehetett könnyű.

M. Z.: Nem is tartott sokáig, egy év elteltével meg tudtuk győzni a politikát és egymást – mert volt bennük olyan emberi tartás –, hogy hosszú távon így nem lehet dolgozni. Az én szememben ilyenek a nagy jellemek. Végül két jelölt maradt a posztra, Szigeti Attila és én. Most ő a műszaki igazgatóhelyettes. A központ átkerült ide Kiskunhalasra, mert fizikailag itt fértünk el, de a szervezeti struktúrát és a működési folyamatokat is a helyére kellett tenni. Végül sikerült a teljes átalakulás, amire nem csak én, de minden érintett méltán lehet büszke.

Zs. L.: Jöjjön akkor az életút.

M. Z.: Hogy a büszkeséggel folytassam, büszke vagyok édesapámra, aki annak idején a semmiből teremtette újra a család egzisztenciáját. A hét gyerek közül öt papnak szánták a nagyszüleim, de földrajz-, testnevelő szakos tanár lett belőle. A történet ott kezdődik, hogy a mai Szlovákiában, Naszvadon éltek, amikor a második világháborút követően a reszlovaki-

záció jegyében annyi magyar családot telepítettek át Magyarországra, ahány itt élő szlovák jelentkezett áttelepülni Csehszlovákiába. Elsősorban a vagyonosabb polgárságot és a módosabb földműveseket választották ki, és bejelentették nekik, menni kell. Egy hónapig kísérgettek édesapámat mindenhova a zsandárok, majd két vagon kaptak, egyet a családnak és egyet az ingóságoknak. Tíz napon keresztül utaztatták őket, mire Kecelre ért a vonat. Itt teherautó várta őket, és indultak Császártöltésre, ahol egy ház előtt megálltak, és azt mondták nekik, hogy ez lesz a ti házatok. A házban korábban magyarországi svábok laktak, akik hasonló sorsra jutottak azzal a különbséggel, hogy nekik még összekölni sem volt idejük. Olyannyira, hogy az ebédre főzött leves még langyos volt, amikor édesapámék bementek a házba. Innen indult a család élete. Édesanyám soltvadkerti és szintén tanár. Ő is földrajzot tanított.

Zs. L.: Akkor biztos tanárnak szánták Önt is.

M. Z.: Pont fordítva. Azt ők sem tudták eldönteni, mi legyenek – mint ahogy én sem –, de egyet tudtak, tanár semmiképpen se. Így aztán ide, a kiskunhalasi Szilády Áron Gimnáziumba kerültem. Az egyértelműen kiderült, a humán szféra távol áll tőlem, valami műszaki pálya az, amerre el kell indulnom. A döntésben az segített, hogy a család barátjával, az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság akkori igazgatójával többször beszélgettem az ő munkájáról. Arra is gondoltam, megyünk a folyóparton, nézzük a vizet, milyen szép lesz az... Szóval így kerültem a Bajai Főiskolára, és az első év után jött a nagy kérdés, merre szakosodjak. A vízügyi vonal is vonzott (sétálunk a folyóparton...), de sorra vettem pro és kontra az érveket, és győzött a racionalitás: a vízellátás-csatornázása a jövő. Tanulmányi szerződést kötöttem a Dél-Bács-Kiskun Megyei Vízmű Vállalattal, és a nyári gyakorlatokat is itt töltöttem. A diplomamunkám a fürdővizek klór-dioxidos fertőtlenítéséről szólt, amit az országban elsőként éppen itt vezettek be, és akkor tartották a próbaüzemet. Én is részt vehettem e folyamatban, aminek az lett a következménye, hogy amikor már alkalmazottként beléptem a céghez, laboránsnak vettek fel.

Zs. L.: Ez azért elég messze van a mostani beosztásától. Mi volt közben?

M. Z.: Belépésem után hamar elvittek sorkatonának, majd a visszatértemet követően, 1991-ben Komlói György – aki akkor főmérnök volt – azt mondta, Kiskőrösre mész vízellátási üzemezőtőnek, és tied lesz az ottani fürdő felügyelete is. Itt Nagy Tamás üzemezőnkőség-vezető alá kerültem, és mondhatom, a szakmából szinte mindent tőle tanultam, máig hálás vagyok érte. Időközben szétesett a cég, és a DBKMV-ből létrejött a már emlegetett négy vízszolgáltató kft. Én Kiskőrösön maradtam, a cég ügyvezetője a korábbi főmérnök, Komlói György lett. Nem volt rossz helyem, szerettem is ott dolgozni, de megkeresett Kocsis Ernő az ugyancsak kiszakadt soltvadkerti vízműtől, hogy menjek hozzájuk dolgozni. A váltásban nagy szerepet játszott, hogy ott új kihívásként a szennyvíztisztító teleppel foglalkozhattam, no és az, hogy Soltvadkerten laktam. Műszaki vezető lettem, de a munkám nagyon sokrétű volt, hiszen összesen 16 főből állt a cég. Tizenhat évet töltöttem ott el.

Zs. L.: Nyugodt időszak lehetett.

M. Z.: Ez részben igaz, részben nem, mert az égvilágon mindent magunknak kellett megoldani, nem volt mögöttünk semmiféle bázis, amire támaszkodhattunk volna, vagy ahonnan akár segítséget kérhettünk volna. Viszont kétségtelen, hogy békeidőben a magunk urai voltunk, elég jól prosperált a cég. Ekkor volt időm és energiám a tanulásra is, szereztem még két diplomát a bajai, illetve a dunaújvárosi főiskolán. Egyet mérnök-közgazdászként – aminek most veszem csak igazán a hasznát –, egyet pedig vízellátás-csatornázás szakmérnökként. Az is igaz, hogy ekkor kezdtem el a magántervezői praxisomat, amit ma is folytatom.



Zs. L.: Emlékszem, a nagyobb vízműveknél mekkora helyeslés kísérte azt, hogy a jogszabály hozta integrációs kényszer letörölte a porondról a kis vízműveket, és húsz év után visszaállt a cégek száma újra negyven körüli. Mi a véleménye erről mint olyan embernek, aki belülről ismerte ezeket a kis vízműveket?

M. Z.: Egyrészt a méret nagyon fontos, de nem egyedüli dolog egy cég képességeinek megítélésekor. Nem tagadom egyáltalán, hogy gazdálkodási és ellátásbiztonsági szempontból létezik optimális üzemméret, és nem állítom, hogy egy 7-8 ezres település vízművének önálló működtetése a legjobb üzemeltetési forma, de az a kis vízmű minden évben az árbevételének 10-12%-át felújításra tudta fordítani, és az üzembiztonságot sem kockáztattuk soha. Most a hárommilliárdos bevételünk 3-4%-át költjük ilyen célokra, de ezt is csak azért, mert az ellátórendszer korából fakadóan elég sok a rendkívüli hibából adódó felújítási kényszer. Szóval én azt mondom, nagyon különbözőek voltak ezek a kis vízművek.

Zs. L.: Mégis eljött onnan.

M. Z.: Igen, Komlói György megkeresett, és visszacsábított a Kőrösvíz Kft.-hez 2010-ben, ahol 2,5 évig műszaki vezetőként tevékenykedtem, azután jött az integráció, amiről már beszéltünk.



Zs. L.: Tehát kezdettől fogva vezetőként dolgozik valamilyen szinten. Milyen az ön vezetői felfogása és gyakorlata?

M. Z.: Én mindig csapatban, feladatleosztásban és visszaellenőrzésben gondolkodom. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy hetente leülök hármásban a műszaki igazgató Szigeti Attilával és a gazdasági vezető Deczkiné Gillich Mártával, és mindenben közösen döntünk. Talán egyszer volt rá példa az elmúlt öt évben, egy személyi kérdésben, hogy a véleményük ellenére egyedül hoztam meg a döntésemet. A helyetteseimnek szabad keze van a döntések megvalósításában. Ennek érdekében hetente váltva vizes és szennyvizes értekezletek zajlanak, ahol alkalmanként én is jelen vagyok. És természetesen minden héten visszakérdezek. Emellett szeretek képből lenni, folyamatosan és közvetlenül is információt szerezni a folyamatokról, szóval sokat járok ki a munkahelyekre. De ez fordított irányban is igaz, az én irodám mindig nyitva áll bármelyik munkatársam előtt. Ez egyben a nyitottságomat is példázza. Én nem tanultam különösebben vezetéseméletet, de ha a 29 év tapasztalatából elvi kivonatot készítek, akkor az így néz ki: meg kell

jelölni egyértelműen az elérendő célt, és szabadságot kell adni a megvalósításhoz, viszont keményen vissza kell kérdezni. Ha jók az eredmények, akkor azt el kell ismerni, és meg kell dicsérni azt, aki elérte. Nem győzőm tanítani a fiataloknak, hogy ne szégyelljék azt mondani a munkagödör mellett, szép ez a csomópont, és ehhez azt is könnyebb hozzátenni, de azért a sisakot ne akkor tegyék fel, ha jövök. Ezenkívül még nagyon fontosnak tartom, hogy a vezető legyen őszinte. Ha baj van, mondja el, ha valami sikerült, akkor pedig ossza meg az örömét a többiekkel.

Zs. L.: Úgy érte, mindenkivel?

M. Z.: Bizony úgy! Amellett, hogy már beszéltem a nyitott ajtómról és a közvetlen munkaterületi képbe kerülésről, évente tartunk egy olyan napot, amin mindenki kötelezően ott van (természetesen az ügyeleket kivéve). Vezetőtársaimmal röviden és őszintén vázoljuk a helyzetünket – akkor is, ha ez rossz –, és ismertetjük az aktuális céljainkat, teendőinket, ezt követően pedig bárki bármit kérdezhet, javasolhat. Közös az ebéd, és közben, valamint utána is beszélgetünk, mert én azt vallom, hogy mindenki felnőtt, és közös a sorsunk. Ezekre a közös napokra azért is szükség volt, mert három különböző cégtől, három különböző vezetési stílust megtapasztalva kerültek ide az emberek. Az első évek igen kemények voltak, mire közel egy irányba tudtuk fordítani a munkahelyi gondolkodást, viselkedést és munkafelfogást.

Zs. L.: Innen már csak egy ugrás, és a HR-kérdéseknél vagyunk. Kik dolgoznak a cégnél, kikre lehet építeni? Van utánpótlásuk? Mekkora a fluktuáció?

M. Z.: Nálunk nincs HR-osztály, sőt ilyen előadó sem, mi magunk, vezetők foglalkozunk ezekkel a kérdésekkel. Összesen 310 főből áll a cég, és bevallom, én magam is meglepődtem, amikor összeszámoltuk, hogy ebből öt év alatt 162 fő kicserélődött! Tehát erős a fluktuáció, így akikre elsősorban lehet építeni, azok az ötven feletti munkatársak, és nem engedjük el a jól dolgozó nyugdíjba vonulókat sem. Azért jönnek fiatalok is, de többségük hamar megy is, amikor megtapasztalja, mennyit és milyen körülmények között kell dolgozni azért a pénzért, ami sajnos nagyon kevés.

Zs. L.: Mennyire?

M. Z.: Az átlagbérszínvonal nálunk 265 ezer forint, amivel az ágazat utolsó harmadában vagyunk. Ez kevés ahhoz, hogy itt maradjanak. Valaha, ha valaki a vízműhöz került, azt mondták, no ez innen fog nyugdíjba menni, ami sokszor így is volt. Ma más világot élünk. És nekünk lehet még rosszabb is. Ha tényleg beindul Paks 2 építése egy új Duna-híddal, akkor ennek az elszívó hatása bennünket is elér!

Zs. L.: Mégis mi tartja itt az embereket?

M. Z.: A mi piacképességünket elsősorban az adja, hogy a céges feladatok mellett munkavállalóink a munkaidő-beosztás miatt más tevékenységet is tudnak végezni, sőt a többséget ehhez a munkaköre is hozzásegíti. Itt a házi közműrendszerek kiépítésére és hibajavításokra gondolok elsősorban, de van, aki a mezőgazdaságban vagy az állattenyésztésben teljesíti ki magát (egésztíti ki a jövedelmét).

Zs. L.: És van, aki emellett tervez, mint mondta.

M. Z.: Igen, de nekem ez szinte kikapcsolódás, ha viccesen akarok fogal-

mazni. Persze az is igaz, nem tudok és nem is akarok kiszakadni belőle. Ráadásul ebből a saját cégem is kamatozik.

Zs. L.: Talán maguknak is tervez?

M. Z.: Nem, egyáltalán nem, szigorúan betartom a szabályokat. Arról beszélek, hogy érdekes módon nálunk, ahol 31 ivóvíztisztító mű épült a KEOP-os és a KEHOP-os pályázatok révén, semmilyen műszaki, működésbeli problémánk nem volt, és mindegyik tisztítómű által produkált vízminőség megfelelő.

Zs. L.: Ritkán hallom dicsérni a vízminőség-javító programot, min múlt a siker?

M. Z.: A szakértelmen és azon, hogy jó kapcsolat alakult ki az önkormányzatok, a kivitelezők – akik hús-vér magyar emberek voltak – és köztünk.

Már az elejétől fogva odaengedtek minket, és a próbaüzemetek is mi felügyeltük. Egyszerűen arról volt szó, hogy a hozzáértésünk megkerülhetetlenné vált, és kivételesen nem tartom szereptelenségnek azt mondani, ebben nekem is szerepem volt. Szóval nekünk jók a tapasztalataink e téren.

Zs. L.: Nem is volt semmi probléma az ellátórendszerben maradt lerakódás, illetve biofilm miatt?

M. Z.: Az elosztórendszereket természetesen kitisztítottuk, de a házi rendszerekben, főleg a bojlerekben ottmaradt a vasiszap, ami egy évig éreztette a hatását, mire lecsengett.

Zs. L.: Mit tudtak tenni?

M. Z.: Panasz esetén mindig kimentünk a helyszínre, és egyedileg vizsgáltuk az okokat, ami

mindig oda vezetett, hogy házon belül van a baj. Emellett folyamatosan tájékoztató kampányt folytattunk az önkormányzati tulajdonú Halas-média Nonprofit Kft. segítségével, rávilágítva az okokra és a teendőkre. Mondhatom, jól jöttünk ki ebből is.

Zs. L.: Korábban emlegette a felújításokat, milyen keveset tudnak rá költeni, és másra sincs elég pénz. Miként látja ezt akár ágazati szinten?

M. Z.: Én azt feltételezem, hogy a döntéshozók a legfelsőbb szinten nincsenek tisztában a helyzet súlyosságával, azt gondolják, nincs ott olyan nagy baj.

Valójában az alacsony bérek miatti szakemberhiány mellett két nagy gondja van az ágazatnak. Egyetlen szókapcsolattal tudom mind a három bajt jellemezni: a fenntarthatóság hiánya. Mert nem tudjuk fenntartani ilyen körülmények között a szakmai színvonalat és ezen keresztül az ellátásbiztonságot. Ez a probléma szintén itt van a nyakunkon, az előbb beszéltem róla.

A következő a szolgáltató szervezetek működőképességének fenntarthatósága, ami ilyen gazdálkodási körülmények között jórészt ellehetetlenülni látszik. Hogy csak a saját példánkat mondjam, tavalyelőtt egyensúlyban volt még a gazdálkodásunk, tavaly már megjelent 40 milliárd körüli veszteség, és idén 100 milliárd körül fogunk járni. És ezzel közel sem vagyunk egyedül! Itt már idén kell lépni! A harmadik a sorban a műszaki pótlások, felújítások elmaradása. Itt sincs biztosítva a fenntarthatóság, de ez egy hosszabb távú folyamat, ami szintén az ellátásbiztonságot veszélyezteti.



Azonban a gondok itt pontszerűen jelennek meg, és időben egyre sűrűsödnek, persze lehetnek azért váratlan nagy botrányok is. Én úgy látom, olyan pályázati rendszer kellene, ahol évente – a másfél milliárd helyett – úgy 30 milliárdot biztosítanának központi költségvetési forrásból, ha már egyszer nincs erre EU-s pénz.

Zs. L.: És a másik két gondra mi lenne a megoldás?

M. Z.: Pénz, pénz, pénz, nem pedig forráskivonás! Ha magunkat nézem, a rezsicsökkentés elvisz évi 200 milliót, a közműadó 300 milliót, és ha ehhez hozzáteszem, hogy a működési területünk 1/3 részén a díj a költségekhez illeszkedően 250 Ft/köbméter, 2/3 részén pedig csak 170 Ft/köbméter – pedig ugyanolyan vizet adunk mindenhol, nagyon hasonló költségekkel –, nos, ha ez utóbbi kétharmad díját a tényköltségekhez illeszkedően felemelnék, az újabb 500 milliót jelentene. Szerintem a díjakat rendszerenként felül kell vizsgálni, mert nagyon különböző módon születtek annak idején a mára befagyasztott díjak. Az előzőeket összeadva jó 1000 millió forint hiányzik évente a kasszánkból. Valamit bizonyosan tenni kell.

Vagy a forráskivonást szüntetik meg, vagy díjat emelnek, vagy valamilyen támogatást kell biztosítani nagyon rövid időn belül. Remélem, ez utóbbi megoldás – mármint a támogatás – csak átmeneti lesz, mert az ágazatnak önmagának kell fenntarthatónak lennie.

Zs. L.: Nekem bizony kétségeim vannak a rezsicsökkentés megszüntetését és a díjemelést illetően.

M. Z.: Pedig öt év alatt például a vegyszerek ára 70%-kal, a villamos energia ára 50%-kal emelkedett. Nem kell közgazdásznak lenni ahhoz, hogy felismerjük, ez nem folytatható tovább. És ahogy a felhasználókkal beszélgetek, mind azt mondják, hogy nem igazán jelentene nekik terhet a rezsicsökkentés eltörlése és a díj rendezése sem.

Zs. L.: Mit kellene tenni, ha a politika részéről nem születik meg valamilyen belátás az ágazat helyzetének rendezése érdekében?

M. Z.: Én azt gondolom, ha maguktól nem jutnak el odáig, hogy tenni kell, akkor a nyilvánosság erejét is fel kell használnunk. Ezt gondoltam akkor is, amikor egy közelmúltban megtartott igazgatói értekezleten azt javasoltam, álljunk ki a sajtó elé, legyenek nyilvánvalóak a gondok. Akkor voltak, akik egyetértettek, de voltak olyanok is, akik megmosolyogtak. Azóta ez a mosoly eltűnt az arcokról, és azt mondják, nem mehet így tovább. A nagy kérdés az – és ki-ki a maga módján válaszol rá –, hogy vajon várjunk-e, hogy valami történjen, vagy tegyünk-e valamit a változtatás érdekében. Én az utóbbi mellett állok, és most is azt mondom, hallatni kell a hangunkat, másként nem lesz valódi változás.

Zs. L.: No de itt van a MaVíz, ami elsősorban érdekérvényesítő szervezet, és sok mindent tett a változtatás érdekében, mégis lepattant a politikáról.

M. Z.: Ez idáig így volt, de a MaVíz főleg attól, hogy egyben szakmai szervezet is, mások a lehetőségei és az eszközei is. A MaVíz-nek az egyeztetésre kell mindig készen állnia, nekünk, szolgáltató szervezeteknek pedig az a felelősségünk, hogy felmutassuk a tényállást.

Zs. L.: Most is kiállna ezt elmondani?

M. Z.: Igen, egyértelműen ezt gondolom, még akkor is, ha én is érzem, hogy fáradok, és a motiváció is halványul bennem, mivel az időm és

energiám 80%-át az teszi ki, hogy állandóan azt figyelem, mit miként ütemezzünk át, honnan lehet pénzt visszatartani, illetve szerezni, vagyis a saját cégünket hogyan menthetem meg. A MaVíz-ről egyébként jó a véleményem, benne vagyok abban a 20-30 főben, aki a kezdetektől támogatja a tevékenységét. Azt is látom, hogy a mostani vezetésnek más a szemlélete, és minden tőle telhetőt megtesz. Nem rajtuk, hanem a politika fogadókészségén múlik, hogy ennek kevés az eredménye. És ez nem róluk, hanem az ágazatnak szól.

Zs. L.: Ennyi gond után azt kérdezem, hogy milyen tanácsot adna egy olyan új és friss igazgatónak, akit most készülnek kinevezni.

M. Z.: Az első tanácsom az lenne, hogy ne vállalja el addig, amíg nem történik változás a feltételrendszerben, mert nagyon nagy bátorság, mondhatnám, vakmerőség kell ahhoz, hogy valaki most vegye a nyakába azt a koloncot, amiről eddig beszéltünk. De ha már vállalja, akkor azt mondom, ne érezze rangon alulinak, hogy kérdezzen azoktól, akik már benne vannak. És azt is mondom, legyen nyitott szemű, de hagyja az embereket dolgozni, és tudja megköszönni azt, amit a munkatársak elérnek. Egyedül senki sem viszi semmire, együtt sokkal könnyebb. Ha a cégen kívülre tekintünk, egy új igazgatónak még inkább szüksége lesz diplomáciai érzékre, hogy tudjon politikusként is gondolkodni és úgy előterjeszteni valamit, hogy befolyásolhassa a döntést. Azért az sem baj, ha ért a szakmához.

Zs. L.: Mindjárt zárunk, a végén mindig megkérdezem: mi a munkán kívül az, ami fontos az életében?

M. Z.: Mindent megelőzően a család, a feleségem, a 22 éves fiam, aki jogi egyetemre jár, és a 17 éves lányom, aki még gimnazista. Imádom otthon lenni a családi házunkban Soltvadkerten, kiülni a kertbe, grillezni. Ha aprópénzre kell váltanom a kérdést, akkor úgy néz ki egy napom munka után, hogy amikor hazaérek, szükségem van kikapcsolásra és átkapcsolásra, ezért 20-30 percet alszom, majd nagyon sokszor belefogok a tervezői munkába.

Ha nem tervezek, és nem is a családdal vagyok, akkor valamilyen közéleti tevékenységet végzek. Részt veszek a helyi önkormányzat munkájában, 20 éve külső tag vagyok a gazdasági bizottságban, de ilyen az is, amikor asztalitenisszel foglalkozom, és évente két nagy versenyt szervezek e sportágban 100 fő feletti részvételekkel. 41 éve magam is igazolt játékos vagyok, és a mai napig versenyzek (korábban országos, manapság már inkább csak megyei szinten), és természetesen edzésekre is járok. Tőlem távol áll a barkácsolás, a motorozás, viszont nagy örömmel megyek a lányommal futni vagy biciklizni, és a legnagyobb apai élményeimhez tartozik, amikor a fiammal végigszurkolunk a helyszínen egy-egy hazai vagy európai topligás futballmérkőzést. Feleségemmel, aki leveszi a vállamról az otthoni gondokat, és a munkámban is támogat, a Pick Szeged mérkőzéseire járunk néha, és kirándulunk – csodálatosnak tartom a tiszai tájat –, és sorra látogatjuk a nekünk tetsző városok műzeumait, mert a művészetek közül elsősorban a festészet vonz. Azt nem mondanám, hogy műgyűjtő vagyok, de sok szép tájképünk van klasszicista stílusban berendezett otthonunkban. Szeretem a zenét is, főiskolás koromban hobbi-DJ voltam, és most is gyakran hallgatok Rolling Stonest és hasonló rockzenét. Kell-e ennél több?

Zs. L.: Nem, nem hiszem, köszönöm az interjút.

FLYGT

a xylem brand

Flygt TOP átemelő- Kulcsrakész megoldás

- Öntisztító kialakítás
- Előregyártott átemelők
- Gyors és egyszerű telepítés
- Problémamentes üzemeltetés