

Balatonfűzfő Szennyvíztisztító Telep (fotó: DRV Zrt.)



Jövőbemutató,
innovatív fejlesztés



VÍZMŰ PANORÁMA

A Magyar
Víziközmű
Szövetség
szakmai lapja

2024

02

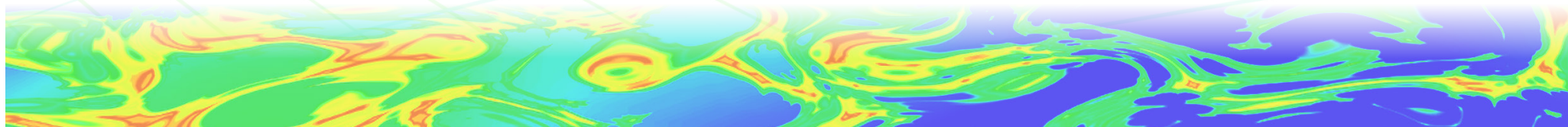
XXXII. évfolyam

ANALITIKA

- **Thermo Scientific:** AA, ICP-OES, kvadrupol és hármaskvadrupol ICP-MS UV/látható spektrométerek
Automata diszkrét fotometriás analizátorok
FT-IR, FT-NIR és Raman spektrométerek, mikroszkópok
GC, kvadrupol és hármaskvadrupol GC/MS
HPLC, UHPLC, nano-HPLC
Kvadrupol és hármaskvadrupol LC/MS
Orbitrap hibrid és tribrid LC/MS és GC/MS rendszerek
Ionkromatográfok
Kromatográfias oszlopok, fogyóanyagok
Automatizált SPE és ASE mintaelőkészítők
C, H, N, S, O elemvizsgálók
Asztali NMR spektrométerek
Asztali és hordozható ED-XRF spektrométerek
Hordozható ED-XRF és LIBS spektrométerek
- **Trace Elemental Instruments:** TOC, TN, TS, TX, AOX meghatározók
Égetéssel ionkromatográfia (CIC)
- **PS Analytical:** Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se meghatározók
- **Hunterlab:** Hordozható és asztali színmérő készülékek
- **CDS Analytical:** Pírolízátor
Gőztéranalízis
Termikus deszorpció
„Purge and Trap”
- **FMS:** Dioxin és PCB mintaelőkészítés
Automatizált folyadék extrakció
Szilárdfázisú extrakció
Automatikus bepárló rendszerek
- **Markes International:** Termikus deszorpció
- **Peak Scientific:** N₂, H₂, „zero air” gázgenerátorok

KÉPALKOTÁS

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



Tartalomjegyzék

- 4** **Víz és tudomány**
A kommunális szennyvíz gyógyszertartalmának változása a szennyvíztisztítás során
-
- 18** **Szolgáltatók szemével**
Egy hét éves tesztelés eredményei – így szerepeltek a szennyvízátemelő szivattyúk
-
- 21** **Szolgáltatók szemével**
Benyomások és előítéletek az ügyfélszolgálati munkában
-
- 23** **Aktuális**
A víziközmű-szolgáltatás jövője, avagy hogyan tervezzük a jövőt?
-
- 32** **MaVíz hírek**
Víz Világnap – 2024. március 22.
-
- 37** **Portré**
Dr. Licskó István
-
- 44** **Szakmánk megalapozói**
FOURNEYRON, Benoit

Jövőbemutató, innovatív fejlesztés

Tisztelt Olvasó!

Aktuális lapszámunk első cikke a kommunális szennyvíz gyógyszertartalmának változását elemzi és mutatja be egy konkrét szennyvíztisztító telep technológiája során. A dolgozat bevezetője a 91/27/EGK (települési szennyvíz kezeléséről szóló) irányelvnek várható változásaira való felkészülés szempontjából is fontosnak tartja a kérdés feltevését és elemzését.

Az említett irányelv változásaira való felkészülés valóban fontos feladata a szakmának. A várható változásokban nemcsak beruházási igényeket és várható költségnövekedést kell látnunk, hanem lehetőséget a megújulásra, lehetőséget arra, hogy a legjobb, leghasznosabb (adott esetben a leghatékonyabb) technológiákat és megoldásokat implementáljuk.

Ezt a gondolatot tükrözi a mottó:

„Jövőbemutató, innovatív fejlesztés”.

Amennyiben a szennyvízre nem „szennyként”, azaz szemétként tekintünk, hanem hasznosítható nyersanyagként, akkor nagyon sok innovatív megoldást találhatunk a tágabb szakmánkban.

Hogy ez a gondolat ne csak elmondott szó legyen, hanem lehetőséget adjon a szakmának arra, hogy nagyot álmodjon, a „Jövőbemutató, innovatív fejlesztés” érdekében főszerkesztőként a neves szakemberekből álló Szerkesztőbizottság támogatásával



MÁRIALIGETI BENCE
főszerkesztő

az alábbi javaslatot teszem a MaVíz elnökségének: indítsunk el egy projektet, melynek célja, hogy felmérje, értékelje és javaslatot tegyen a 91/27/EGK irányelv várható változásaihoz kapcsolódó fejlesztési igények jövőbemutató, innovatív és egyben komplex megvalósítására. A projekt megvalósítása során kiemelt figyelmet kell fordítani a nyersanyag- és energiahasznosítás elérhető leghatékonyabb megoldásaira.

Lapszámunk következő írása egy hosszabb szennyvízszivattyú tesztelés eredményeit mutatja be, láttatva az ilyen típusú tevékenységek hasznát.

Az ügyfélszolgálati munkára kiható lélektani folyamatokba tekint be a következő írás, melynek ismeretével ezen tevékenység is fejleszthető.

A jövőre való megfelelő felkészülésről, a megfelelő és jövőbemutató tervezésről értekezik a következő dolgozat.

Lapunk hátralévő részében a Víz Világnap alkalmából kitüntetett kollégákat mutatjuk be, néhányukkal rövid interjút is olvashatnak, míg az idei Reitter Ferenc díjas Dr. Licskó István hosszú és gazdag életútjába pillanthatnak be.

És ne feledjék: július 31-ig még szavazhat az „Év cikke díj”-ra. Információ és szavazó űrlap [itt](#).

Jó olvasást!

NAGY-MEZEI
CSENGE^{1,2}BEZSENYI ANIKÓ^{1,3}GYARMATI IMRE¹KARDOS LEVENTE²MAKÓ MAGDOLNA¹

¹Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.,

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Agrárkörnyezettani Tanszék

³Óbudai Egyetem, Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola

KIVONAT: A települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv módosítása elfogadásra került, amely kiemelten kezeli a mikroszennyezők problémakörét. A direktíva követelményeket fogalmaz meg a szennyvíztisztítás hatásfokának növelésére vonatkozóan, melyek között megtalálható a mikroszennyezők eltávolítását megcélzó negyedik tisztítási fokozat lakosegyenértéktől függő kötelező bevezetése is. Az egészségügyi és környezeti kockázatot hordozó gyógyszermaradványok kiemelt jelentőséggel bírnak a mikroszennyezők csoportján belül. A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. célul tűzte ki a gyógyszerhatóanyagok vizsgálatát a szennyvíztisztító telepeken. Egy magyarországi akkreditált laboratórium segítségével 133 vegyület vizsgálatára került sor a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvíz- és iszapkezelési technológiájában. A mérési eredmények alapján elemeztük a telepre beérkező gyógyszerhatóanyagokat, azok fizikai-kémiai viselkedését, valamint a meglévő technológiai sor eltávolítási hatékonyságát.

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

A kommunális szennyvíz gyógyszerertartalmának változása a szennyvíztisztítás során

BEVEZETÉS

A felszíni vizekbe vezetett szerves és szervesetlen mikroszennyezők jelentős környezeti és egészségügyi hatásokat, károsodásokat idézhetnek elő. Mennyiségük csökkentése, a meglévő szennyezés kezelése, hatékony eltávolítása a közeljövőben a környezetvédelem és az egészségügy egyik kiemelten kezelendő kérdésköre lesz. A települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv módosítása a szennyvíztelepek üzemeltetőivel szemben az elkövetkezendő években szigorúbb követelményeket támaszt (pl. szennyvíztisztító telepek energiasemlegességének megvalósítása, az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése, a szennyvíztisztítás hatásfokának növelése), valamint az ún. negyedik tisztítási fokozat létesítésére és üzemeltetésére kötelezi őket. A direktíva 2024. évi módosítása már tartalmazza a mikroszennyezők minőségi és mennyiségi meghatározását és nyomon követését, továbbá a szennyvíztisztítás negyedik fokozatának kiépítési kötelezettségét lakosegyenérték (LE) terheléstől és kockázatterteléstől függően (91/271/EGK irányelv 2024. évi módosítása). A szigorítások szükségesek, azonban új kihívások elé állítják az üzemeltetőket nemcsak technológiai, hanem környezetvédelmi és gazdasági szempontból is. A környezeti és egészségügyi kockázatot hordozó gyógyszermaradványok és azok bomlástermékei kiemelkedő jelentőséggel bírnak a szerves mikroszennyezők között (who.int). Az indikátor gyógyszervegyületek csoportja még nem körvonalazódott, a laboratóriumok jelenleg rendelkezésre álló mérési repertoárja, valamint a gyógyszerhatóanyagok túlzottan nagy alsó kimutatási határa is nehezíti a komponensek széleskörű és megbízható felmérését.

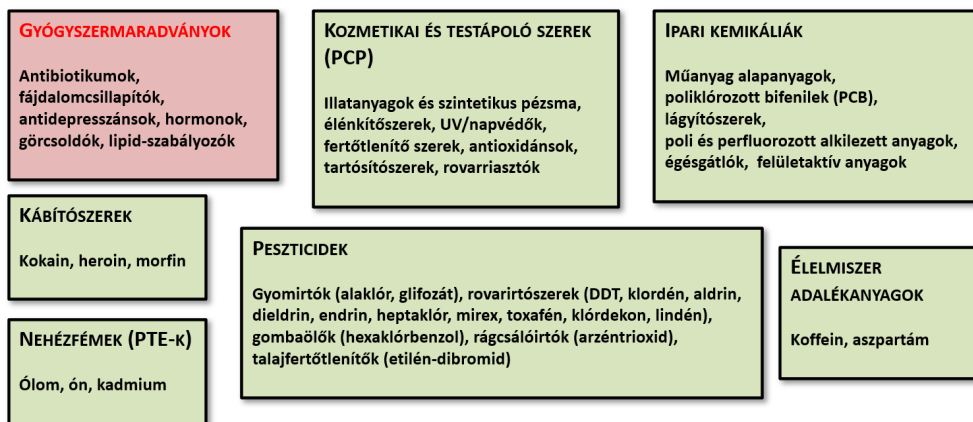
A gyógyszermaradványok csoportján belül az antibiotikumokra és a kapcsolódó antibiotikum-rezisztencia jelenségére humán- és állategészségügyi szempontból is jelentős figyelmet kell szentelni (amr-review.org).

A gyógyszerhatóanyagok koncentrációjának a szennyvíztisztítás technológiai lépései során történő változását a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep tisztítósorán vizsgáltuk. A gyógyszerhatóanyagok szennyvízben és szennyvíziszapban történő viselkedésének elemzése, a meglévő technológiai sor eltávolítási hatékonyságának vizsgálata kiemelt feladat a 91/271/EGK irányelv módosításának fényében. Az irányelv módosításában foglaltak szerint a 150 000 LE feletti terheléssel rendelkező szennyvíztelepeken 2045-ig kötelezően bevezetésre kell kerülnie a negyedik tisztítási fokozatnak. Ezt megelőzően fontos feladat a kommunális szennyvíztisztító telepeket terhelő mikroszennyezők minőségi és mennyiségi vizsgálata, ami fontos információkkal szolgálhat a telepek szempontjából optimális mikroszennyező eltávolító technológia kiválasztásában és létesítésében.

A GYÓGYSZEREK MEGJELENÉSE A SZENNYVÍZBEN

Általánosságban azokat az anyagokat nevezzük mikroszennyezőknek, melyek már mikro- vagy nanogrammmnyi koncentrációban (µg/L, ng/L) is különféle egészségügyi és környezeti károsodást idézhetnek elő, emellett a szennyezett közegnek (pl. víznek) az ember számára való felhasználhatóságát csökkenthetik, akár meg is akadályozhatják. A mikroszennyezők között találunk szerves (pl. nehézfémek) és szerves (pl. gyógyszerhatóanyagok, kozmetikai és testápoló szerek, peszticidek) anyagokat

is (1. ábra), melyek felhasználásukat tekintve gyakran előnyös tulajdonságokkal rendelkező, a vegyiparban elterjedten használt kemikáliák. Széles körben alkalmazzák, gyakran perzisztens jellegük miatt pedig biológiailag nehezen vagy egyáltalán nem bonthatók, ezáltal akumulálódhatnak a természeti közegekben és az élő szervezetben is.

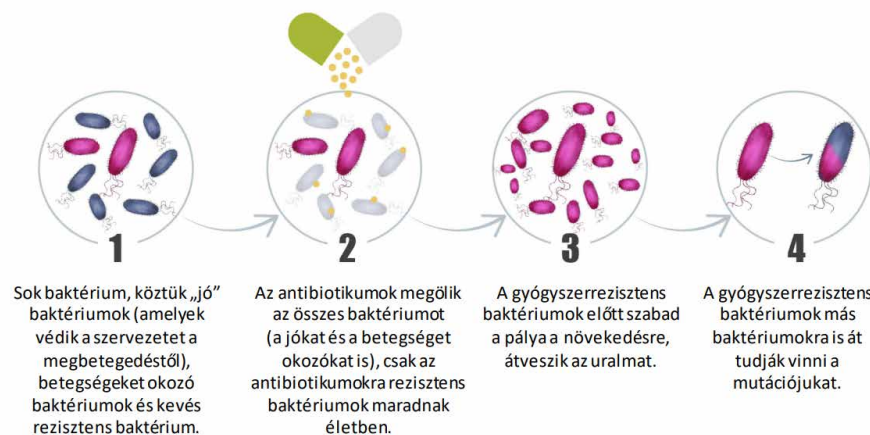


1. ábra: A környezetben és a természeti szférákban megjelenő különféle szerves és szervetlen mikro-szennyező anyagok
PTE: Potenciálisan toxikus fémek
PCP: Personal Care Products

Eltávolításuk speciális és költséges tisztítási technológiát (ún. negyedik tisztítási fokozatot) igényel, mivel a hagyományos szennyvíztisztítási eljárások nem alkalmasak minden, a tisztítótelepre érkező szennyezőanyag eltávolítására. Ez a mikroszennyezőkre kiváltképp jellemző, azonban negyedik tisztítási fokozattal jelenleg kevés szennyvíztisztító telep rendelkezik, hazánkban pedig erre nincs is példa (ksh.hu).

A mikroszennyezők igen változatos módon hathatnak a környezetre és az élőlényekre. Az emberi egészségre gyakorolt hatásuk nehezen modellezhető. A gyógyszerhatóanyagok csoportján belül kiemelt jelentőséggel bíró antibiotikumok esetében az antibiotikum rezisztencia okozhatja közvetett módon a káros hatást. Jelenlétük kockázata ma már vitathatatlan, 2019-ben a WHO az antibiotikum rezisztenciát a világ egészségét fenyegető tíz legnagyobb veszély közé sorolta (who.int). Ma már olyan súlyos

problémával állunk szemben, hogy minden ötödik öt éven aluli elhalálozott gyermek antibiotikum-rezisztencia következtében hal meg a világban (index.hu). Antibiotikum-rezisztencia akkor alakul ki, ha egy kórokozó ellenállóvá válik egy olyan antimikrobiális szerrel szemben, melynek hatására korábban az elpusztult volna. Az antibiotikum rezisztencia egy természetes jelenség, a baktériumok válaszreakciója a túlélés érdekében, azonban az antibiotikumok túlzott fogyasztásával (humán egészségügyi, állatgyógyászati célból egyaránt) egyre több, az antibiotikumokkal szemben ellenálló baktériumtörzs jelenik meg, melyek között ún. multirezisztens (több antibiotikummal szemben is ellenálló) törzsek is kialakulnak. Sőt, ma már a pánrezisztencia fogalma is ismert, amely olyan baktériumokat takar, amelyek nemcsak többféle, hanem jóformán az összes antibiotikummal szemben ellenállóak (Kon és Rai 2016, Meir-Gruber és mtsai 2016, Méhi 2019, Uluseker és mtsai 2021).



2. ábra: Az antibiotikum rezisztencia kialakulása (eca.europa.eu)
Megjegyzés: piros szín - rezisztens baktériumok, lila szín - nem rezisztens baktériumok. A „jó” baktérium kifejezés az élettani-egészségügyi szempontból kedvező törzseket jelöli.

A rezisztens törzsek terjedését mutatja be a 2. ábra. Az antibiotikumok fogyasztása következtében minden, nem rezisztens baktérium elpusztul a bélrendszerben, ezáltal versenyképesé válnak az addig nem domináns, de rezisztens baktériumok. Ezek elszaporodnak a béltraktusban, majd pedig továbbadják a túlélés kulcsát jelentő rezisztencia gént a következő baktériumgenerációknak.

Az antibiotikumok túlnyomó részét az állattenyésztésben használják fel (az Amerikai Egyesült Államokban az antibiotikumok 80%-át). Ráadásul nem betegségek kezelésére vagy megelőzésére, hanem hozamfokozóként. Az Európai Unió országaiban 2016-tól jogszabály tiltja az antibiotikumok hozamfokozásra való használatát, azonban ez a világnak csak egy kis részét érinti (Méhi 2019).

A környezetben – így a szennyvízben is – megjelenő gyógyszerek többféle hatóanyag osztályba sorolhatók. A fentebb említett antibiotikumok (pl. amoxicillin, azitromicin, doxiciklin, eritromicin, oxitetraciklin, szulfametoxazol, szulfadiazin, szulfadimidin, szulfadoxin, szulfapiridin) mellett megjelennek a többféle hatásmechanizmussal működő vérnyomáscsökkentő és értágító hatású szerek (amlodipin, atenolol, furoszemid, hidroklorotiazid, indapamid, metoprolol), amelyeket igen széles körben alkalmaznak. A véralvadásgátlókat (pl. warfarin) és a vérrögképződést (trombocita-aggregációt) gátló szereket (pl. klopidogrel) is itt említjük meg, hiszen a szívgyógyszerek nehezen körvonalazható családját

gazdagítják. A különböző vérnyomáscsökkentő-szerek, a vérrögképződést megelőző és a vérsírszintet csökkentő hatóanyagok szabályozzák a szív működését eltérő hatásmechanizmussal. Lipid-szabályozókat, azaz a koleszterin- és vérsírszint csökkentőket igen gyakran írják fel az orvosok (pl. pravasztatin, lovasztatin, szimvasztatin, klofibrinsav, bezafibrát, gemfibrozil).

Szintén kiemelten fontosak a különféle gyulladáscsökkentők, illetve láz (antipiretikum) és fájdalomcsillapító (analgetikum) szerek. A nem szteroid gyulladáscsökkentők (NonSteroidal Anti-Inflammatory Drug,

NSAID) közül nagyon elterjedtek az acetil-szalicilsav (Aszpirin), az ibuprofén, a naproxén, a ketoprofén, a diklofenák, a paracetamol/acetaminofen, metamizol, a mefenaminsav és az aminofenazon tartalmú készítmények. Gyulladáscsökkentő hatásuk mellett általában lázcsökkentő hatással is rendelkeznek, illetve fájdalomcsillapítóként használják a gyakorlatban ezeket a gyógyszereket.

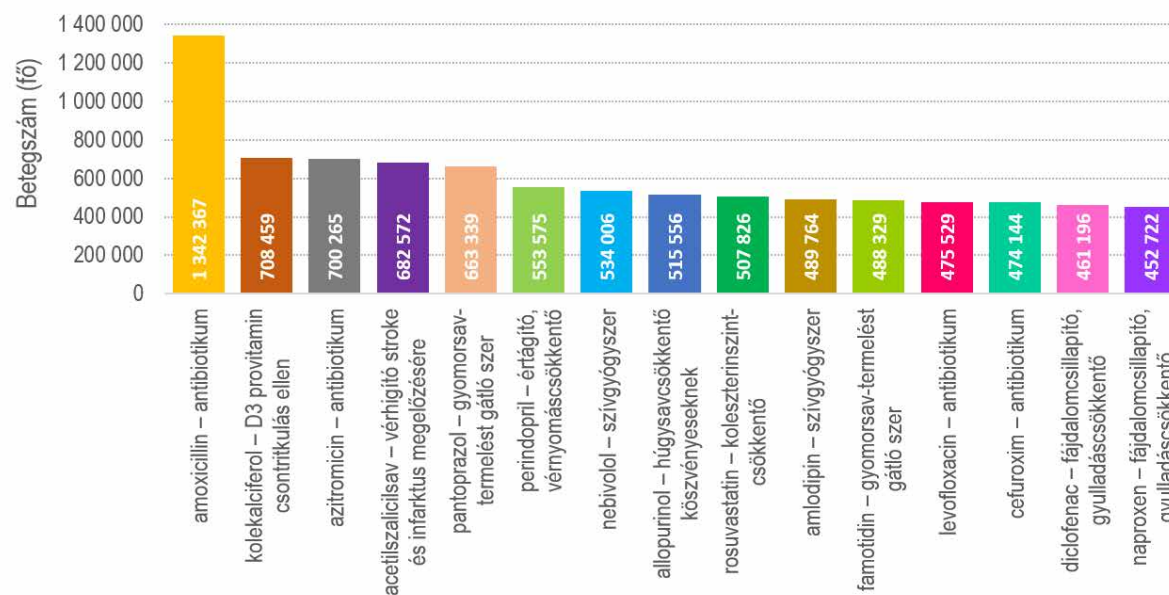
A gyomorsavcsökkentők (pl. famotidin) a gyomorsav termelődését fogják vissza. Az antidiabetikus gyógyszereket (pl. metformin, gilbornurid) a cukorbetegség, más néven diabétesz kezelésére írják fel, tömegesen. Az antihisztaminok allergia, allergiás gyulladások kezelésére ajánlott készítmények. Az ionos kontrasztanyagokat orvosi eljárások során alkalmazzák (pl. röntgenfelvételeknél). Ezek közül a jódos kontrasztanyagok jelentősek (pl. jopamidol, jomeprol, jopromid). A potencianövelőket is érdemes megemlíteni, amelyek közül a legjelentősebb a jól ismert Viagra egyik hatóanyaga, a szildenafilfil.

A hormonok belső elválasztású mirigyek által termelt anyagok, melyek a szervezet működésének szabályozásában kulcsfontosságú szerepet töltenek be. A szervezetbe külsőleg és belsőleg, azaz szájon át is bekerülhetnek. Tehát nem csak a fogamzásgátlók hatóanyagairól van szó, hanem egyéb, hormonkezelések alkalmazásával a szervezetbe jutó vegyületekről (17-alfa-etinil-ösztadiol (EE2), 17-béta-ösztadiol (E2), öszttron (E1), tamoxifen).

A pszichiátriai gyógyszerek különböző antidepresszánsok, alatók, nyugtatók hatóanyagai (pl. bromazepám, karbamazepin, klórpromazin, diazepam, oxazepam, fenitoin, primidon, szertralín, venlafaxin, zolpidem) (Whitacre és mtsai 2010, Gyires és Fürst 2011, Silva és mtsai 2015, Patel és mtsai 2019).

A Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő (NEAK) által közölt adatok szerint (3. ábra) hazánkban a leggyakrabban használt gyógyszerhatóanyag az amoxicillin, 2018-ban 1 342 367-en váltották ki (= betegszám, TAJ-szám alapján), mellyel a 15 leggyakrabban kiváltott gyógyszer listájának élére került. Az amoxicillin egy baktericid hatású, gyomorsavnak ellenálló, félszintetikus aminopenicillin származék, széles spektrumú antibiotikum, amelyet először 1972-ben írt le a szakirodalom, majd 1974-ben engedélyezték az alkalmazását. Az amoxicillint felnőtteknél és gyermekeknél is alkalmazzák súlyos fül-, orr- és torokfertőzésekre, légúti-, húgyúti-,

A LEGGYAKRABBAN HASZNÁLT GYÓGYSZERHATÓANYAGOK MAGYARORSZÁGON



3. ábra: A leggyakrabban használt gyógyszerhatóanyagok Magyarországon (neak.gov.hu, szerk. Bezsenyi Anikó)

bőr-, hasüregi- és légyszív-fertőzésekre, nőknél a nemi szervek fertőzéseire, illetve a fogorvosok a begyulladt fogak kezelésére is amoxicillint írnak fel a leggyakrabban. Ez alapján valószínűsíthető, hogy a szennyvíztisztító telepekre befolyó nyers szennyvízben kimutatható az amoxicillin vagy annak bomlásterméke. A 15-ös listán az amoxicillin mellett a 3., valamint a 12. és 13. helyen is antibiotikumokat (azitromicin, levofloxacin, cefuroxim) találunk. Az adatok alapján láthatjuk, hogy 2018-ban csaknem 3 millió alkalommal váltottak ki antibiotikumot, ami alapján úgy becsülhetünk, hogy legalább 1,5 millió ember váltott ki valamilyen antibakteriális szert Magyarországon ebben az évben (index.hu).

Az antibiotikumok mellett vérhígítót (acetilszalicilsav), protonpumpa-gátló szert (pantoprazol, famotidin), vérnyomáscsökkentőt (perindopril), szívgyógyszert (nebivolol, amlodipin), koleszterinszint-csökkentőt (rosuvastatin), fájdalomcsillapítót (diklofenac, naproxen) is találunk a 15-ös listán, mely gyógyszerhatóanyagok megjelenésére számíthatunk a szennyvízben.

A GYÓGYSZEREK SORSA A SZENNYVÍZBEN

A mikroszennyezők – így a gyógyszerek – eltávolításának négy alapvető mechanizmusa ismert:

- párolgás/kilevegőzés (általában elhanyagolható)
- szilárd anyagokon történő kötődés (szorpció)
- kémiai átalakulás
- biológiai átalakulás (biotranszformáció) (Omil és mtsai, 2009, Melicz és Oláh 2022).

PÁROLGÁS/KILEVEGŐZÉS

A szennyvíztisztítók bioreaktoraiiban a finombuborékos levegőztetéssel jelentős mennyiségű vegyület távozhat a vízfázisból. A sztrippelés (kilevegőztetés) a megfelelően nagy gőz/folyadék megoszlási együtthatójú (Henry együttható, $H > 0,003$) vegyületekre jellemző. A mikroszennyező anyagok Henry együtthatói alapvetően nagyon kicsik ($H < 10^{-5}$), ezért a sztrippelésük általában nem releváns a szennyvíztisztítás során (Omil és mtsai 2009).

SZILÁRD ANYAGOKON TÖRTÉNŐ KÖTŐDÉS (SZORPCIÓ)

A szilárd részecskékben/részecskéken történő szorpció fontos eltávolítási mechanizmus, hiszen a szerves mikroszennyezők nyers- és eleveniszaphoz történő szorpciós hajlama nagy. Két mechanizmust feltételezünk. Egyrészt a mikroszennyező anyagok a hidrofób jellegük miatt a vizes fázisból a biomasza lipofil sejtmembránjába, az iszap lipidfrakciójába jutnak. Ezt nevezük abszorpciónak. Másrészt a mikroszennyezők pozitív töltésű molekulárisai (pl. amino-csoport) a biomasza sejtek negatív töltésű felületéhez elektrosztatikus kölcsönhatásokkal kötődnek. Ez a folyamat az adszorpció (Omil és mtsai 2009, Melicz és Oláh 2022). A szorpciós folyamatok előrejelzéséhez több fiziko-kémiai paraméter áll rendelkezésre. Ilyenek a savi disszociációs állandó (pK_a), az n-oktanol-víz megoszlási hányados (K_{ow} , illetve $\log K_{ow}$ vagy $\log P$), a szerves szén-víz megoszlási hányados (K_{oc} , illetve $\log K_{oc}$) és a szilárd-víz megoszlási hányados (K_d).

A savi disszociációs állandó egy sav oldatbeli erősségének kvantitatív mértéke, a savak disszociációjának egyensúlyi állandója, jele: K_a . A gyakorlatban általában a savi disszociációs állandó logaritmusát használják, melynek jele: pK_a

$$pK_a = -\log_{10} K_a$$

Ha az adott közeg pH-ja egy adott anyag (pl. gyógyszervegyület) pK_a értéke felett van (pl. ibuprofén, diklofenák), akkor a molekula disszociál, tehát negatív töltésű lesz. A szennyvíz pH-ja jellemzően a teljes tisztítási soron 7,5 és 8,0 között változik, tehát ha egy gyógyszerhatóanyag pK_a értéke a szennyvíz jellemző pH értéke alatt van, disszociál a rendszerben. Ennek következtében tisztító hatás jelentkezhet a disszociált gyógyszervegyület és a negatív töltéssel jellemezhető bakteriális biomasza között. Ebből kifolyólag az eleveniszapos medencében az adott szennyezőanyag eltávolítása gátolt, mivel a gyógyszerhatóanyag biológiai hozzáférhetősége nem megfelelő. Ugyanakkor ezen negatív töltésű molekulák elektrosztatikusan kapcsolódhatnak pozitív töltésű koaguláló szerekkel (pl. a foszfor kicsapás céljából adagolt többértékű vas- és alumínium sók). Tehát a pK_a úgy függ össze a szorpcióval, hogy a disszociáció az iszaphoz kötődést gátolja.

A szerves szennyezőanyagok vízdoldhatóságának mértékét mu-

tatja az n-oktanol-víz megoszlási hányados, jele: K_{ow} , amely tulajdonképpen a hidrofobitás fokmérője is. Az n-oktanol-víz megoszlási hányados az adott anyag (gyógyszerhatóanyag) n-oktanolban és vízben való koncentrációjának aránya:

$$K_{ow} = \frac{\text{koncentráció n-oktanolban}}{\text{koncentráció vízben}}$$

A K_{ow} értéke dimenzió nélküli, és általában logaritmusban fejezik ki (jelölése: $\log K_{ow}$ vagy $\log P$), amely egy szerves vegyület iszaphoz/talajhoz és élő szervezethez való adszorbeálódási hajlamának relatív mutatója. A $\log K_{ow}$ értékek fordítottan arányosak a vízdoldhatósággal, és egyenesen arányosak az anyag molekulatömegével. A $\log K_{ow}$ tényezőt elterjedten használják arra, hogy a mikroszennyezők kötődését számszerűsíthessék a szilárd anyagokhoz (pl. iszaprepedő, talajszemcsékhez). Ennek megfelelően megkülönböztethetünk:

$\log K_{ow} < 1,5$	nagyon alacsony szorpciós potenciálú,
$1,5 < \log K_{ow} < 2,5$	alacsony szorpciós potenciálú,
$2,5 < \log K_{ow} < 4$	közepes szorpciós potenciálú,
$\log K_{ow} > 4$	magas szorpciós potenciálú mikroszennyezőket

A $\log K_{ow}$ egy nagyon fontos paraméter az anyagok különböző környezeti elemekben (víz, talaj, levegő, bióta stb.) való eloszlásának előrejelzéséhez, ezért a $\log K_{ow}$ kulcsfontosságú bemeneti paraméter a környezeti modellezések esetén az expozíciós szintek becsléséhez.

Az alacsony $\log K_{ow}$ értékkel rendelkező anyagok (pl. szulfametoxazol) hidofil jellegűek, jellemzően a vízfázisban maradnak, iszaprepedő, talajszemcsén, üledéken kevésbé adszorbeálódnak. A közepes vagy magas $\log K_{ow}$ értékkel rendelkező anyagok (pl. ibuprofén, 17 α -etinilösztadiol) könnyebben adszorbeálódnak a szennyvíziszap szerves anyagához, mivel alacsony az affinitásuk a vízfázishoz (hidrofób jellegűek). A nagyon magas $\log K_{ow}$ értékkel ($> 4,5$) jellemezhető anyagok (pl. fluvasztatin), melyek erősen lipofil jellegűek, nagymértékben kötődnek a szennyvíziszap pelyhekhez, a talajhoz, az üledékhez és a vízi élőlényekhez is (Omil és mtsai 2009).

A talaj szerves széntartalma és a vízfázis közötti megoszlási hányados (jele: K_{oc}) azt mutatja meg, hogy milyen mértékben adszorbeálódik egy adott szennyezőanyag (pl. gyógyszerhatóanyag) a talaj (vagy a talajhoz hasonló mátrix, pl. szennyvíziszap) szerves anyagán:

$$K_{oc} = \frac{\text{koncentráció a talaj szerves széntartalmában}}{\text{koncentráció vízben}}$$

A K_{oc} értéke a K_{ow} -hez hasonlóan dimenzió nélküli, és általában szintén logaritmusban fejezik ki (jelölése: $\log K_{oc}$). A $\log K_{oc}$ tényezőt a $\log K_{ow}$ -hoz hasonlóan elterjedten használják arra, hogy a mikroszennyezők kötődését számszerűsíthessék pl. talajon, szennyvíziszapon (Omil és mtsai 2009, Melicz és Oláh 2022).

A $\log K_{oc}$ esetében megkülönböztethetünk:

$\log K_{oc} < 3$	az iszapfázishoz jellemzően nem kötődő,
$3 < \log K_{oc} < 5$	az iszapfázishoz szignifikánsan kötődő,
$\log K_{oc} > 5$	az iszapfázishoz teljes mértékben kötődő mikroszennyezőket

Az iszapra szorbeálódott mikroszennyező frakció meghatározására szolgálhat a szilárd-víz eloszlási együttható (jele: K_d , $L \cdot kg^{-1}$), amelyet egyensúlyi körülmények között a szilárd és a folyékony fázisban lévő koncentrációk arányaként határoznak meg. Tulajdonképpen két hajtóerő, az aciditás (savasság, Isd pK_a) és a lipofilitás (zsirodékonyosság, Isd $\log K_{ow}$) eredője.

- Az iszapkezelés során a szorpció elhanyagolható, ha $K_d < 1 \cdot L \cdot kg^{-1}$
- Szignifikáns szorpció az elő- és utóülepítő medencében csak $K_d > 500 \cdot L \cdot kg^{-1}$ esetben várható (pl. 17 α -etinilösztadiol) (Omil és mtsai 2009).

KÉMIAI ÁTALAKULÁS

A kémiai átalakulásnak több természetes formája ismert. Fény – különösen a nagy energiájú UV sugárzás – hatására bekövetkező természetes bomlás a fotodegradáció. Bár az alacsony zavarosságú vizekben (folyók, tavak) ezt figyelembe kell venni, a szennyvíztisztító rendszerekben ennek a folyamatnak nincs

jelentősége (Omit és mtsai 2009).

Nitrálásnak nevezzük azt a kémiai reakciót, melynek során NO_2 (azaz nitro-csoportot) molekulaegységet viszünk be egy szerves vegyületbe, és szén-nitrogén kötést hozunk létre. Ez a folyamat természetes jelenségeként is működőképes, ugyanis az ammónia-oxidáló mikroorganizmusok (Isd. nitrifikáció) tevékenységként megjelenő, bizonyos üzemeltetési körülmények között feldúsuló nitrit a szerves mikroszennyezők (pl. gyógyszermolekulák) abiotikus nitrálását eredményezheti. Példaként említjük az acetaminofent, amelyet a megfelelő nitrogéneltávolítást végző szennyvíztisztító telepeken valójában nitrálással távolítják el. Az ösztradiol szintetikus származékának, az etinilösztadiolnak (EE2) a biodegradációjában fontos szerepe lehet a nitrálásnak is (Bezsenyi és mtsai 2019).

A szennyvíztisztítás során végbemenő fő kémiai átalakulás bizonyos mikroszennyező anyagok dekonjugációja. A konjugáció – azaz más szerves/szervetlen molekulákkal való kapcsolódás – az élő szervezetben zajlik a méregtelenítési folyamatok részeként. Ennek köszönhetően a kiindulási vegyületnél vízoldhatóbb molekula képződik, és ez a szervezetből való kiürülést segíti (pl. veséken keresztül). A konjugációs reakciókban általában a következő funkcionális csoportok vesznek részt: karboxil- ($-\text{COOH}$), hidroxil- ($-\text{OH}$), amino- ($-\text{NH}_2$) és tiolsz csoportok ($-\text{SH}$). Tehát a szennyvíztisztítás során ezeknek a konjugátumoknak a szétesése történik meg (Omit és mtsai 2009, Faigl és mtsai 2011, Perjési 2014).

Az utókezelésként alkalmazható nagyhatékonyságú oxidációs eljárások (Advanced Oxidation Processes, AOP) által megvalósított kémiai oxidáció során a bonyolult szerkezetű molekulákból egyszerű szerves és szervetlen melléktermékek képződnek, amelyek az alapvegyület szerkezetétől függően változnak: aldehidek, alkoholok, karbonsavak, szervetlen vegyületek (Liu és mtsai 2015, Qutob és mtsai 2022).

BIOLÓGIAI ÁTALAKULÁS (BIOTRANSZFORMÁCIÓ)

A biológiai bomlás a szerves mikroszennyező anyagok átalakulását (szerkezeti változásait) eredményezi, és hatékonysága a részleges átalakulástól a teljes mineralizációig változhat. Részleges átalakulás esetén a mineralizáció helyett, az alapvegyülethez hasonló kémiai szerkezetű, stabil átalakulási termékek képződnek.

Az átalakulást a k_{biol} reakciósebesség-állandó jellemzi, amely az egyes mikroszennyezők biológiai bonthatóságától és az iszap paramétereitől függ. Ilyen paraméter például az aktív biotermészeti hányada és biodiverzitása, illetve közösség szerkezete (pl. nitrifikálók részaránya). A nagyon alacsony koncentrációk következtében a mikroszennyező anyagok kinetikai viselkedésének modellezésére általánosan használt megközelítés a pseudo-elsőrendű lebomlás, amelynél az átalakulási sebesség egyenes arányban áll az oldható anyag és az iszap koncentrációjával. Nagyszámú mikroszennyező pseudo-elsőrendű lebomlási kinetikáját (k_{biol}) határozták meg aerob körülmények között kommunális szennyvíztisztítókból származó biotermészettel. A lebomlási állandó értéke alapján három vegyületcsoportot lehet megkülönböztetni:

- **biológiailag nehezen (<20%) lebontható,**

$$k_{\text{biol}} < 0,1 \text{ L}^* \text{gSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1};$$

- **biológiailag mérsékelten lebontható,**

$$0,1 < k_{\text{biol}} < 10 \text{ L}^* \text{gSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1};$$

- **biológiailag jól (>90%) lebontható,**

$$k_{\text{biol}} > 10 \text{ L}^* \text{gSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$$

A mikroszennyező anyagok biológiai lebonthatósága függ a biológiai hozzáférhetőségüktől, azaz a mikroorganizmusok képességétől, hogy kölcsönhatásba léphessenek velük, ami összefügg a mikroszennyező anyagok vizes fázisban való oldhatóságával (általában nagyon alacsony), de a vegyület kémiai szerkezetétől is. Ily módon az összetett molekulaszervezetek vagy bizonyos funkcionális csoportok megnehezítik a molekulák lebontását (Omit és mtsai 2009, Melicz és Oláh 2022).

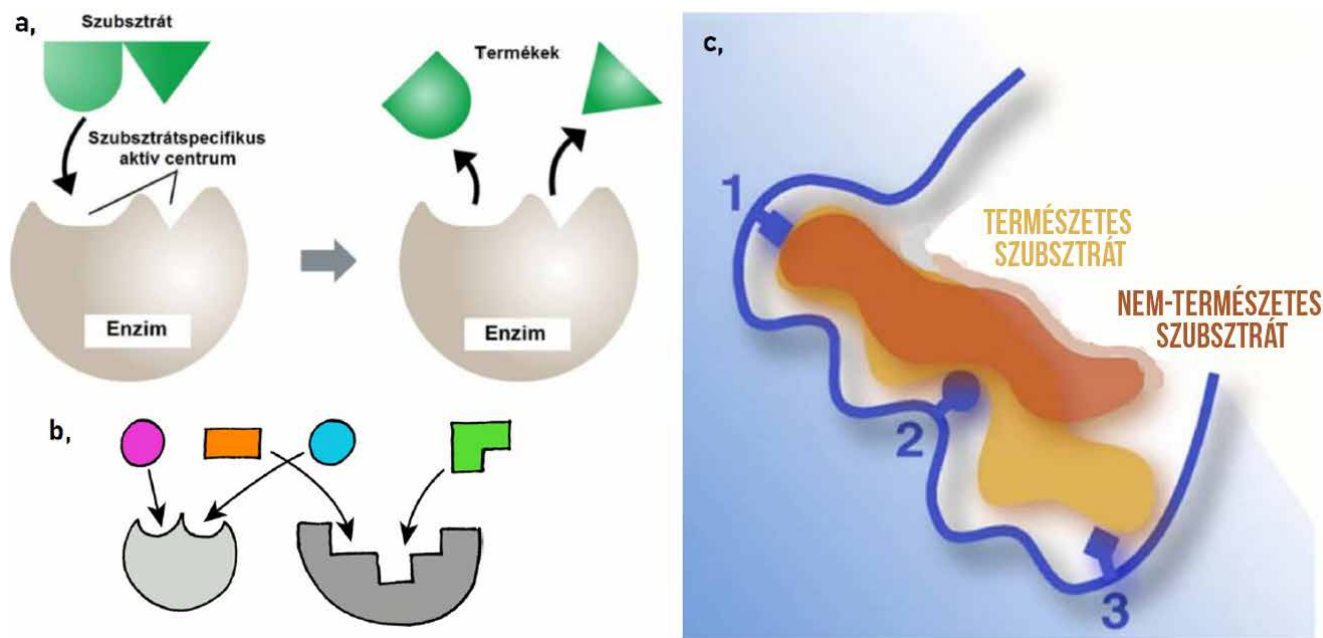
A BIOLÓGIAI LEBONTÁS FORMÁI

A biológiai szennyvíztisztítást végző baktériumtömeg pelyhekbe rendeződve alkotja azt az óriási biotermészeti hányadot, amelyet eleveniszapnak nevezünk. A baktériumok az életben maradásukhoz, növekedésükhöz és szaporodásukhoz szükséges tápanyagokat csak korlátozott mérettartományban képesek felvenni a sejtjeikbe, mivel sejtfaluk és sejthártyájuk egyfajta szűrőként is viselkedik. Ezért a nagyobb szerves molekulákat enzimek segítségével kell feldarabolniuk még a sejten kívül, hogy a képződő kisebb molekulák bejuthassanak a sejtbe, ahol bekapcsolódhatnak a baktérium

anyagcseréjébe.

Az enzimek az anyagcsere csomópontjai. Olyan fehérjék, amelyek molekulákat alakítanak át, segítve azok valamilyen irányú hasznosulását (4. ábra). Mivel a baktériumok sejtfala kiszűri a nagyobb molekulákat, a baktériumoknak a sejten belülre és kívülre is termelniük kell enzimeket. Sejten kívülre olyanokat, amelyek az óriásmolekulákat (pl. cellulóz, keményítő, zsírok, fehérjék) kis egységekre bontják, sejten belülre pedig olyanokat, amelyek a sejtbe jutott kis méretű molekulákat (pl. glükóz, aminosavak) hasznosítják. Bármilyen enzimről legyen szó, természetes úton kialakult kémiai vegyületekhez alkalmazkodott az evolúció során. A mesterségesen előállított szerves mikroszennyezőket a mikroorganizmusok nem ismerik fel tápanyagként, közvetlenül lebontani, anyagcsereútvajukra terelni nem képesek azokat. A szintetikus gyógyszer-molekulák nagyrészt az utóbbi évtizedekben jelentek meg, így a mikroorganizmusok korábban nem találkoztak ezekkel. Elvértve akadnak olyan baktériumtörzsek is, amelyek az anyagcseréjükbe képesek bevinni bizonyos gyógyszereket, ez azonban nagyon ritka.

Az anyagcsere folyamatai, útvonalai az evolúció során változnak. Ez fontos jelenség a mikroorganizmusok szempontjából, mert a változó körülményekhez hosszú távon csak így, az anyagcseréjük megfelelő rugalmasságával tudnak alkalmazkodni. Ez a rugalmasság, képlékenység bizonyos szempontból az enzimek hiányosságaihoz köthető. Az enzimek által irányított biokémiai átalakulási folyamatok kiindulási vegyületét szubsztrátnak nevezzük. A szubsztrát térben jól illeszkedik az enzim egy bizonyos részébe, mint kulcs a zárba. Azonban léteznek olyan molekulák, amelyek szerkezete hasonlít a szubsztrát szerkezetére, így az enzim elvétheti a megfelelő molekulát. Ez akkor valósulhat meg, ha az enzimbe a szubsztrátja nem szorosan illeszkedik, azaz az enzim „lötyög”. Ez tulajdonképpen működési hibának tekinthető, de evolúciós szempontból nagyon fontos, mert az enzim későbbi szubsztrát repertoárja ez által kiszélesedhet. Ez esetleg az enzim tulajdonosának, a baktériumnak az életét mentheti meg. A mikroszennyezők esetében is működhet ez a véletlenszerű átalakítás: ezt a jelenséget kometabolizmusnak nevezzük (4. ábra).



4. ábra: Az enzim és a szubsztrát találkozása

- a) A szubsztrát kapcsolódik az enzimhez, és az enzim segíti az átalakulását
 b) Az enzim-szubsztrát kapcsolódás specifikus, az enzim csak olyan szubsztrátot képes magához kapcsolni, amely illeszkedik a térbeli szerkezetébe
 c) „Lötyögő” enzimek: a saját szubsztrátja helyett elfogad egy hasonló szerkezetű, de nem pontosan azonos molekulát (például egy gyógyszermolekulát). Az eredmény véletlenszerű reakció (kometabolizmus)

Abban az esetben, ha az enzim a saját szubsztrátját bontja, a szubsztrát az anyagcserébe bekapcsolva szén- és/vagy energiaforrásként hasznosul. A kometabolizmus során az enzim csak egy kis változtatást hajt végre a molekulán, nem bontja le teljesen. Nem jár energiatermeléssel vagy egyéb hasznosítással a folyamat, de ettől függetlenül a bonyolult molekula elindul a biokémiai átalakulás útján.

A gyógyszermaradványok eliminációjában két olyan mikroorganizmus csoport is jelentős szerepet játszhat, amelyek a nitrogéneltávolítás kulcsfontosságú résztvevői. A nitrifikáló szervezetekkel nagyszámú szakirodalom foglalkozik és jelentőségüket a szennyvízben megjelenő gyógyszerek autotróf kometabolikus átalakításában már bizonyították. Fontos enzimük az ammónia-monooxigenáz (AMO). A denitrifikáló baktériumok által végzett heterotróf kometabolizmus jelentőségét nem tárták még fel ilyen

alapossággal. A denitrifikáló baktériumok funkcionális halmazába tartoznak a metilotróf baktériumok, amelyek metán-monooxigenáz (MMO) enzimének jelentősége a kometabolizmusban más területeken igazolt (Bezsenyi és mtsai 2019, 2021a, 2021b).

GYÓGYSZERHATÓANYAGOK VIZSGÁLATA A DÉL-PESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN

Mintavételi pontok meghatározása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep technológiai tisztítósorán

A gyógyszermaradványok koncentrációjának a szennyvíztisztítás és iszapkezelés technológiai lépései során történő változását a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep tisztítósorán vizsgáltuk. A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep hazánk első biológiai szennyvíztisztítójaként 1966 óta biztosítja 4 budapesti kerület (XVIII., XIX., XX. és XXIII.) és a kapcsolódó agglomerációs települések (Gyál, Üllő és

Vecsés) területén képződő, alapvetően kommunális jellegű szennyvizek hatósági előírásoknak megfelelő kezelését. A tisztítómű kapacitása 80 000 m³/nap (előmechanikai tisztításra: 360 000 m³/nap), illetve 293 000 LE. Az elfolyó tisztított szennyvíz befogadója a Ráckevei (Soroksári)-Duna (rövidítve: RSD), ami kis vízhozamából (átlagosan 25 m³/s) adódóan fokozottan érzékeny az eutrofizációra, a növényi tápanyagok (foszfor és nitrogén) bevezetése által okozott algaszaporodásra, ezért ezen komponensek eltávolítása kiemelt jelentőségű. A vizsgált gyógyszerhatóanyagok eltávolítási hatásfokát a befolyó nyers (minta-azonosító: SZV1) és a harmadik tisztítási fokozatról távozó szennyvíz (minta-azonosító: SZV5) szennyezettségének összehasonlításával határozhatjuk meg.

A tisztítóműben a hagyományos mechanikai előtisztítást (a rácshozamát, a homok, a zsírok/olajok és a primer iszap leválasztását) követően fix-filmes hordozó rendszerrel kiegészített nagyterhelésű eleveniszapos egységben kerül sor az oldott szervesanyagok biológiai bontására. A foszfor eltávolítása vegyszeres kicsapatással történik az elő-, valamint az utóülepítés során. Annak érdekében, hogy meghatározhassuk a nagyterhelésű eleveniszapos egység hatásfokát a gyógyszerhatóanyagok lebontását illetően, az első biológiai tisztítási fokozat előtt és után (minta-azonosítók: SZV2 és SZV3) is vételeztünk mintákat a szennyvízből.

A szennyvíz nitrogéntartalmának eltávolítása kétféle fix-filmes, égetett agyagszemcse töltetű bioszűrő rendszerben (BIOFOR™) történik. Első lépésben a nitrifikáló mikroorganizmusok (ammónia-oxidáló – Ammonia oxidizing bacteria, AOB; és nitrit-oxidáló – Nitrite oxidizing bacteria, NOB) szelekciója levegőztetett egységekben valósul meg, az ammónia közel teljes átalakulását eredményezve. A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep technológia sajátossága, hogy a nitrát elemi nitrogénné történő biológiai redukciójára, alapvetően a tisztítási sor utolsó lépésében kerül sor (utódenitrifikáció), ahol a mikroorganizmusok számára a szennyvízben már csak biológiailag nehezen bontható szerves tápanyagok (pl. szerves mikroszennyezők) állnak rendelkezésre és azok is korlátozott mértékben. A kellő sebességű és megfelelő hatásfokú denitrifikáció biztosítása érdekében biológiailag könnyen (nagy sebességgel) hasznosítható szerves szénforrás adagolása szükséges. Erre a célra a Dél-pesti Szennyvíztisztítóban

metanolt alkalmaznak. Annak megállapítása érdekében, hogy a BIOFOR™ műtárgyban szelektíven elszaporított nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok milyen mértékben képesek a gyógyszerhatóanyagok lebontására, köztes mintavételre is sor került (minta-azonosító: SZV4).

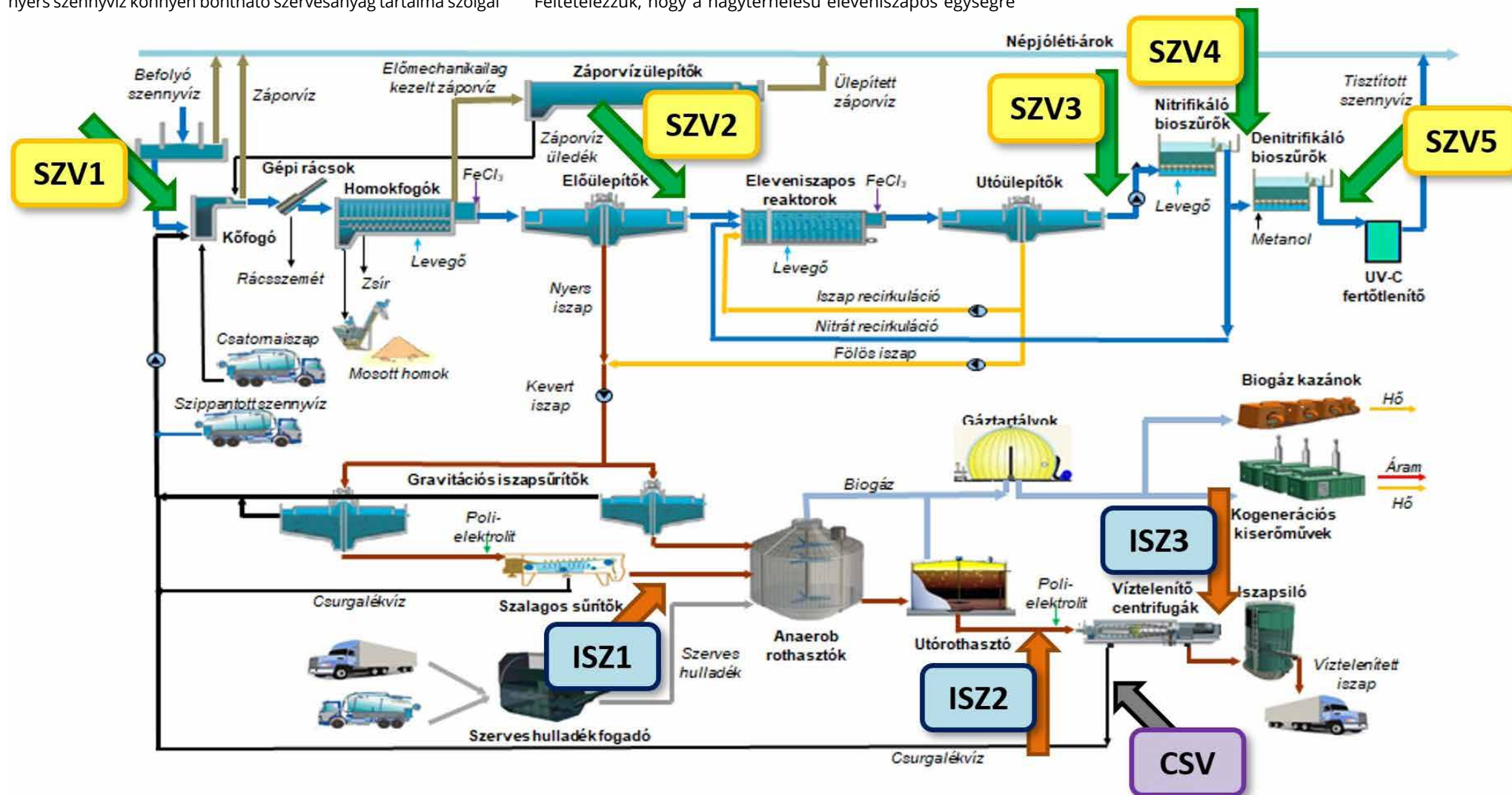
A nitrátos víz kisebb hányada (24 000 m³/nap) az eleveniszapos reaktorok elődenitrifikációs térrészébe van visszavezetve, ahol a nyers szennyvíz könnyen bontható szervesanyag tartalma szolgál

szénforrásul a denitrifikációhoz.

A bioszűrők töltetének felületén szaporodó biofilmet rendszeresen el kell távolítani nagymennyiségű nitrifikált vízzel és levegővel történő rázatással és öblítéssel, a biofilm baktériumait tartalmazó öblítővizet az eleveniszapos rendszerbe vezetik vissza, ahol ennek hatására részleges nitrifikáció is végbemegy, elsősorban nyári időszakban.

Feltételezzük, hogy a nagyterhelésű eleveniszapos egységre

visszajuttatott nitrifikált szennyvízben és visszamosató vízben bőséggel megtalálható AOB és NOB baktériumok képesek lehetnek kometabolikus úton bontani bizonyos gyógyszerhatóanyagokat, mivel alapszubsztrátjuk (ammónia és nitrit) nagy mennyiségben rendelkezésre áll az eleveniszapos medencébe bevezetett, kevert vízben.



5. ábra: Mintavételi pontok a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvízvonali és iszapvonali technológiájában
SZV1-SZV5: szennyvízvonali mintavételi pontok; ISZ1-ISZ3: iszapvonali mintavételi pontok; CSV: csurgalékvíz mintavételi pont a víztelenítő centrifugákról lejövő csurgalékvízből

Az ülepítőekben leválasztott primer és biológiai fölös szennyvíziszapok stabilizálása a gravitációs és gépi sűrítést (minta-azonosító: ISZ1) követően mezofil anaerob fermentációval történik, amely során képződő biogázt kogenerációs erőművekben hasznosítják elektromos- és hőenergia kapcsolt termelésére. Az anaerob stabilizálást követően a rothasztott szennyvíziszapot (minta-azonosító: ISZ2) víztelenítik, majd az így keletkező, ~25-30%-os szárazanyag-tartalmú szennyvíziszapot (minta-azonosító: ISZ3) külsős vállalkozó szállítja el. A víztelenítés közben leválasztott csurgalékvíz (minta-azonosító: CSV) visszavezetésre kerül a vízvonali tisztítósor elejére. Az energetikai önellátottság fenntartásához szükséges többlet biogázt magas szervesanyag-tartalmú mezőgazdasági/élelmiszeripari melléktermékek, illetve hulladékok hasznosításával állítják elő.

A szennyvíztisztító technológiai komplexitása, illetve a tisztítási részfolyamatok térbeli tagoltsága a gyógyszermaradványok leválasztásának és biodegradációjának megfigyelésére jobb lehetőséget kínált a hagyományos alacsony terhelésű eleveniszapos technológiákhoz képest. A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvízvonali és iszapvonali technológiájában megvett minták pontos mintavételi helyét az 5. ábra szemlélteti.

MINTAVÉTELI MÓDSZER

A gyógyszermaradványok koncentrációváltozásának meghatározásához időarányos átlagmintákat vettünk a szennyvíztisztító szennyvíz- és iszapvonali technológiai sorának jellemző pontjairól az előző fejezetben ismertetett megfontolások alapján (5. ábra). Szennyvízhozam arányos mintavételre, illetve a mintavételi ciklusok hidraulikai tartózkodási idő szerinti elcsúsztatására nem volt lehetőség. A mintavétel időtartama egységesen 24 óra volt, 2023.08.23. 7:30 – 08.24. 7:30 intervallumban. A szennyvízmintákat hűtött, automata mintavevő berendezésekkel vettük meg, a mintavétel gyakorisága 15 perc volt, egy mintavétel alkalmával 100 mL szennyvízminta került megvételre. Az átlagos iszapminták és csurgalékvíz minta előállítását a tisztítómű üzemeltető személyzete végezte konstans mennyiségű minták óránkénti megvételével. Mintánként összesen 2 liter átlagminta került bevizsgálásra.

MÉRÉSI MÓDSZER

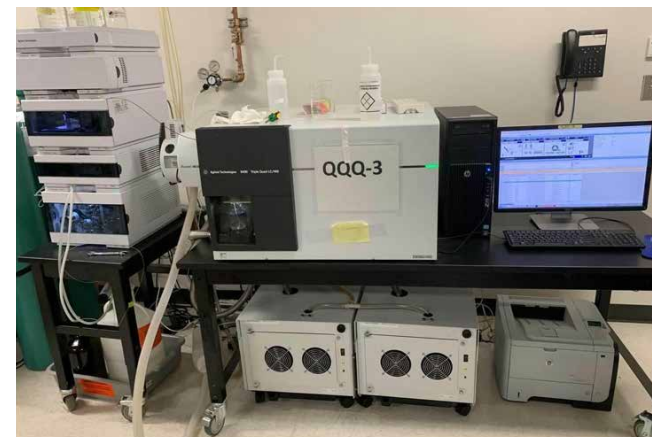
A gyógyszerhatóanyagok koncentrációinak meghatározását egy, az adott komponensek vizsgálatára a Nemzeti Akkreditáló Hatóság (NAH) által akkreditált vizsgáló laboratórium végezte el. Szennyvízminták esetén alapvetően a laboratórium belső szabványa, valamint néhány komponens esetén az EPA Method 1694:2007 szabvány szerint, míg szennyvíziszapok esetén valamennyi komponens meghatározása az EPA Method 1694:2007 szabvány szerint történt (6. ábra). A vizsgálatot nagy teljesítményű folyadékkromatográfiával (High Performance Liquid Chromatography, vagy High Pressure Liquid Chromatography, HPLC) kapcsolt tandem tömegspektrometria (MS/MS) eljárással, HPLC-MS/MS berendezéssel (típus: 1290 HPLC 6495C QQQ, 7. ábra) végezték el a laboratóriumban.

Szennyvíz	Vizsgáló laboratórium akkreditált belső szabványa
	EPA Method 1694:2007 (néhány komponens esetén)
Szennyvíziszap	EPA Method 1694:2007 (valamennyi komponensre)

6. ábra:

A mérést végző laboratórium által alkalmazott mérési módszerek

A kimutatási határ a szennyvizekben negatív ionizációs technikával mérhető komponensekre (pl. fenobarbitál, ibuprofén, naproxén, pravasztatin, triklózan stb.) 0,1 µg/L, pozitív technikával mérhető komponensekre (pl. amlodipin, diazepam, karbamazepin, metoprolol, tetraciklin stb.) 0,01 µg/L, pozitív ionizációs technikával származékolás után mérhető komponensekre (pl.



7. ábra: HPLC-MS/MS berendezés
típus: 1290 HPLC 6495C QQQ

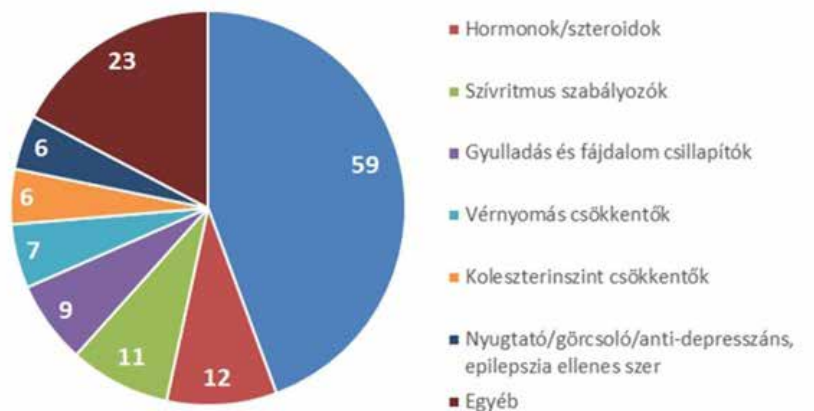
17-alfa-etinilösztadiol, 17-béta-ösztadiol, ösztriol, ösztrol) 0,01 µg/L, míg a vizsgált egyedi komponensekre: metforminra 5 µg/L, valamint amoxicillinre 20 µg/L volt. A nagy szárazanyag-tartalmú szennyvíziszapok esetén 0,1 mg/kg szárazanyagként, ugyanakkor kis szárazanyag-tartalom esetén 0,1 mg/kg eredeti mintaként adták meg a kimutathatóságot. A szennyvíz és a szennyvíziszap minták egyéb szennyezettsége nagymértékben zavarhatja a mikroszennyezők kimutatását (mátrixhatás).

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

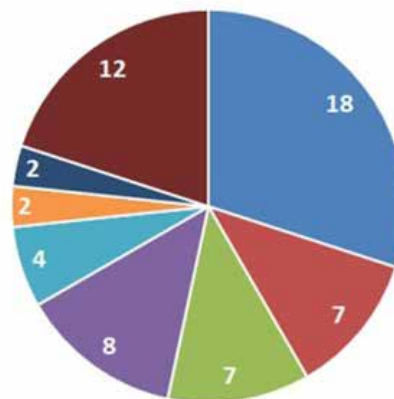
A laboratórium által vizsgált 133 komponens közül 60-at sikerült legalább egy szennyvíz vagy szennyvíziszap mintából kimutatni. A vizsgált és kimutatott gyógyszerhatóanyagok megoszlását a 8. ábra szemlélteti.

A szennyvíziszapoknál alkalmazott magas kimutatási határ miatt csak kevés számú komponens jelenlétét sikerült igazolni, a rothasztott szennyvíziszap esetében egy gyógyszerhatóanyagot sem sikerült kimutatni a vizsgált mintából, ezért a továbbiakban a szennyvízvonali mintáinak eredményeit értékeltük ki. Az eredmények kiértékelésénél figyelembe vettük az adott gyógyszervegyületnek a korábbi fejezetekben ismertetett fizikai-kémiai paramétereit, az adott technológiai fokozat sajátosságait, baktériumközösségét, illetve a tömeg- és anyagáram koherenciát (illetve olykor anomáliákat).

Vizsgált gyógyszermaradványok (összesen 133 db)



Kimutatott gyógyszermaradványok (összesen 60 db)



8. ábra:

Vizsgált és kimutatott gyógyszerhatóanyagok a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvíz és szennyvíziszap mintáiban

HAZÁNKBAN LEGGYAKRABBAN HASZNÁLT GYÓGYSZERHATÓANYAGOK MEGJELÉNÉSE ÉS ELTÁVOLÍTÁSI HATÁSFOKA A DÉL-PESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN

A hazánkban a 15 leggyakrabban kiváltott gyógyszer közül (3. ábra) mindössze 5 komponens sikerült kimutatni (9. ábra, 1. táblázat). A listavezető, leggyakoribb amoxicillin jelenlétét nem sikerült igazolni, amit az alkalmazott vizsgálati módszer kiemelkedően magas kimutatási határa (20 µg/L), és a bakteriális fertőzések által jellemzően kevésbé terhelt mintavételi időszak is indokolhat.

Az azalid csoportba tartozó makrolid antibiotikum, az azitromicin Magyarországon a 3. leggyakrabban kiváltott gyógyszer, azonban kis koncentrációban sikerült csak kimutatni a szennyvíztisztító telepre befolyó, nyers szennyvízben (0,08 µg/L), amit talán a bakteriális fertőzések által jellemzően kevésbé terhelt mintavételi időszak is indokolhat. A csurgalékvízbeli viszonylag magas koncentrációja (0,5 µg/L) alapján valószínűsíthető, hogy a leválasztott iszapfázison adszorbeálódik, amit fizikai-kémiai jellemzői (pKa = 8,74, logKow = 3,2, logKoc = 3,64, Kd = 380 L*kgSS⁻¹) egybehang-

zón megerősítenek. Biológiai bomlására jellemző pseudo-elsőrendű kinetikai állandója (k_{biol} ≤ 0,13 L*gSS⁻¹*d⁻¹) alapján biológiailag nehezen bontható, koncentrációja a biológiai tisztítási sor mentén csak minimális mértékben csökken.

A magas vérnyomás és a koszorúér betegség kezelésére szolgáló amlodipin a technológiára jellemző kémhatáson nem disszociál, alacsony affinitással adszorbeálódik a szenny-

	amoxicillin	azitromicin	amlodipin	famotidin	diklofenák	naproxen
SZV1	<20	0,08	0,02	2,5	2,6	6
SZV2	<20	0,1	0,03	0,97	2,3	8
SZV3	<20	0,24	0,04	0,8	2,3	0,2
SZV4	<20	0,21	0,02	0,88	1,8	<0,1
SZV5	<20	0,17	0,02	0,6	2,1	0,1
CSV	<20	0,5	0,2	4,1	3,7	0,2

1. táblázat: A Magyarországon leggyakrabban használt gyógyszerhatóanyagok koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen, mérési eredmények [µg/L]

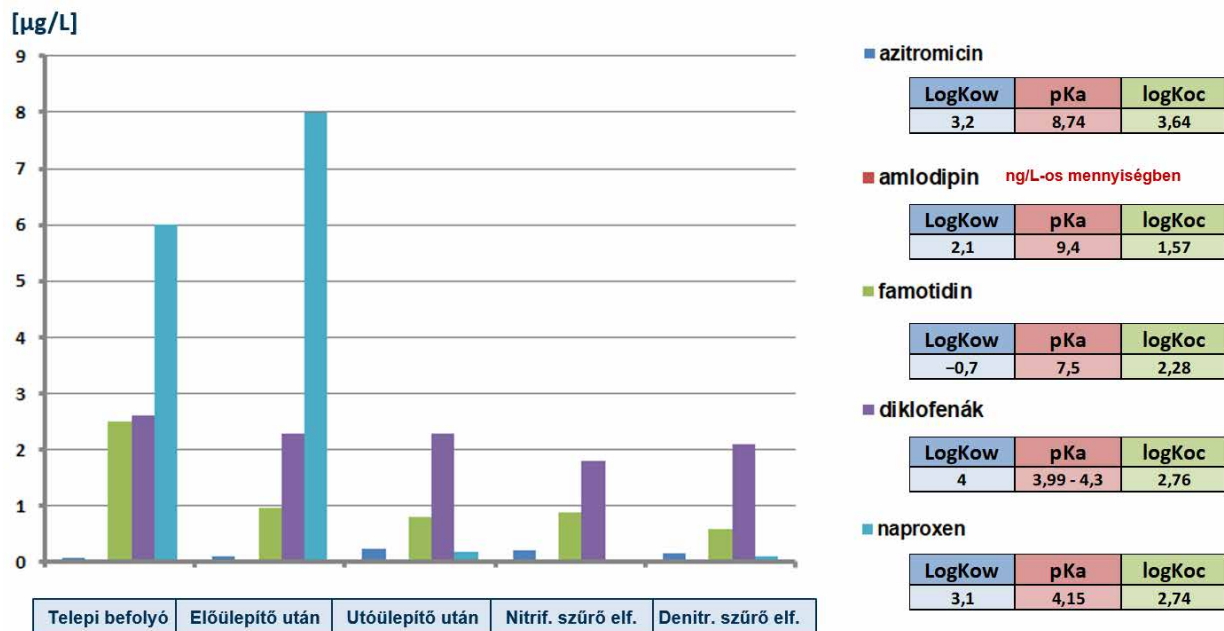
víziszaphoz, az eleveniszap pelyhekhez (pKa = 9,4, logKow = 2,1, logKoc = 1,57), ennek ellenére a csurgalékvízbeli koncentrációja egy nagyságrenddel nagyobb, mint a tisztítás főáramában. Eltávolítása a tisztítóműben részleges, a biológiai bonthatóságára vonatkozó adatok a szakirodalomban kevésbé állnak rendelkezésre, azonban ismeretes, hogy anaerob környezetben (jellemzően csatornahálózatban) lebontásnak indul (Jelic et al. 2015)

A gyomorsav termelődését gátló famotidin koncentrációja az előüleptetés során nagymértékben lecsökken, ami arra utal, hogy a primer iszapon adszorbeálódik, figyelembe véve az anaerob rothasztást követően leválasztott és az előmechanikai tisztítás elejére visszavezetett csurgalékvíz magasabb koncentrációját (4,1 µg/L) is, az előüleptetőbeli leválasztás mértéke még nagyobb számítás. A biológiai tisztítás során koncentrációja csak az utódenitrifikációs lépcsőben csökken (0,88-ról 0,6 µg/L-re).

A mozgásszervi megbetegedések nem-szteroid gyulladáscsökkentője, a diklofenák koncentrációja a technológia jellemző pontjain közel azonos, biológiai bontása a szakirodalom szerint kis hatékonysággal megy végbe, biológiai úton történő eltávolítási határfoka 35-75% közötti (Bezsenyi és mtsai 2019). A pKa = 3,99-4,3 a jellemző szennyvíz pH alatt van, tehát negatív töltésű ionokra disszociál, várhatóan a vízfázisban dúsul, azonban LogKow, LogKoc és Kd értékei (rendre 4,0, 2,76 és 16-151 L*kgSS⁻¹) alapján a szerves anyagokhoz való kötődése valószínűsíthető, ez utóbbit támaszthatja alá az anaerob rothasztás csurgalékvizében a befolyó szennyvízhez (2,6 µg/L) képest mért viszonylag magasabb koncentráció érték (3,7 µg/L).

A nem-szteroid gyulladáscsökkentő hatóanyag, a naproxen biodegradációjára jellemző pseudo-elsőrendű reakciósebességi állandó (k_{biol} = 1,0-1,9 L*gSS⁻¹*d⁻¹) alapján nem tartozik a könnyen bontható mikroszennyezők közé (méréselkelten biodegradálható), ugyanakkor az eleveniszapos rendszerben szinte teljes mértékben leválasztásra kerül (koncentrációja 8,0-ról 0,2 µg/L-re csökkent).

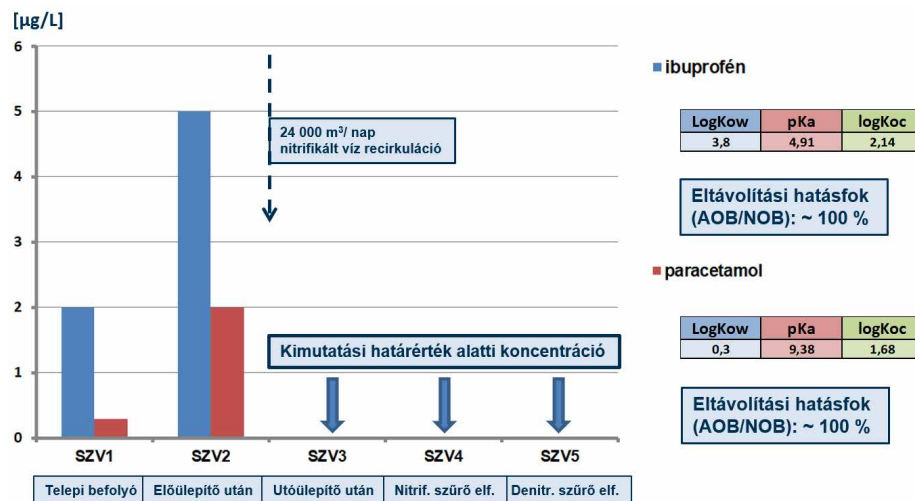
Az anaerob rothasztás csurgalékvizében mérhető alacsony koncentráció alapján feltételezhető, hogy az iszapfázison történő megkötődés nem volt jelentős.



9. ábra: A Magyarországon leggyakrabban használt gyógyszerhatóanyagok koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen, LogKow, pKa, LogKoc értékekkel

	ibuprofén	paracetamol	szulfametoxazol
SZV1	2	0,29	0,17
SZV2	5	2	0,25
SZV3	<0,1	<0,01	0,19
SZV4	<0,1	<0,01	0,14
SZV5	<0,1	0,01	0,015
CSV	10	0,21	<0,01

2. táblázat: Nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok által eltávolított komponensek koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen, mérési eredmények [µg/L]



10. ábra: Nitrifikáló baktériumok által eltávolított komponensek koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen, LogKow, pKa, LogKoc értékekkel

A KOMETABOLIZMUS MEGJELENÉSE A DÉL-PESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN

Szakirodalmi adatok szerint (Bezsenyi és mtsai 2019) az ibuprofén és a paracetamol közel teljes mértékű eltávolítása a nitrifikáló baktériumoknak köszönhető, ezt igazolja a koncentrációk változása is a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep nagyterhelésű eleveniszapos fokozata után vett (SZV3) mintában (10. ábra, 2. táblázat).

Az ibuprofén és a paracetamol (acetaminofen) kometabolikus eltávolítása a szakirodalom szerint nagy hatékonysággal megy végbe, biológiai úton történő eltávolítási hatásfoka akár ~100% (Bezsenyi és mtsai 2019). A szennyvíztisztító nitrifikációs bioszűrőiből kimosott baktérium szaporulat a nitrifikált víz recirkulációs árammal a nagyterhelésű eleveniszapos reaktorokba kerül visszavezetésre, ahol különösen nyári időszakban konstans, de részleges nitrifikációt tesz lehetővé. Az előülepítő elfolyó (SZV2) és az utóülepítő elfolyó (SZV3) minták eredményeiből látszik, hogy az ibuprofén és a paracetamol koncentrációja kimutatási határ alá esik az eleveniszapos tisztítási fokozatot követően, ami igazolja a szakirodalmi adatokat.

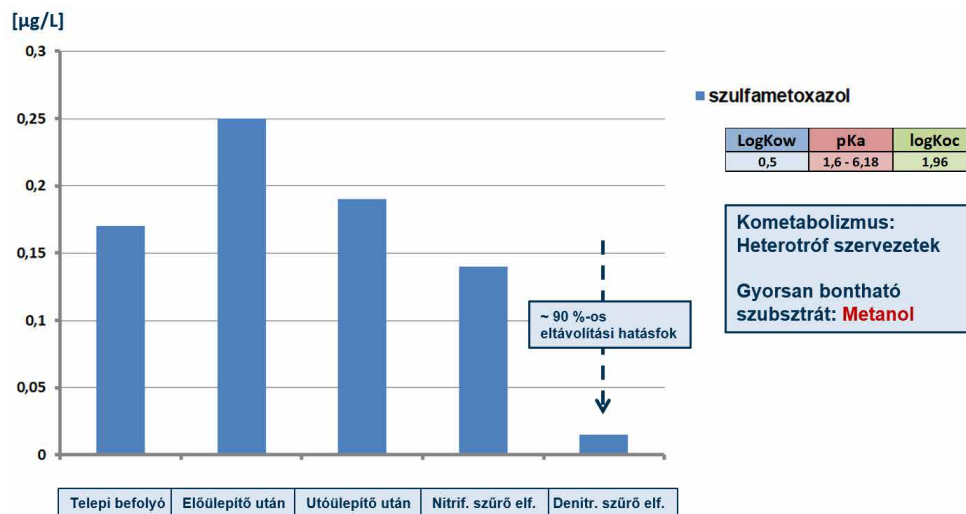
Az ibuprofen LogKow = 3,8 értéke alapján közepes/nagy affinitással kötődhet az iszapfázishoz (hidrofób), ezt az iszapvíztelenítés csurgalékvizében mért kiemelkedően magas koncentrációja is alátámasztja, tehát a biodegradáció mellett a szorpció is jelentős tényező az ibuprofén eltávolításában. A paracetamol a jellemző fizikai-kémiai paraméterei (LogKow = 0,3 és LogKoc = 1,68) alapján kis affinitással kötődhet az iszapfázishoz, amit a csurgalékvízbeli, viszonylag alacsony koncentráció is alátámaszt.

A bakteriális fertőzések kezelésére alkalmazott szulfametoxazol az emberi szervezetben változó százalékos arányban metabolizálódik, majd a vizelettel ürül ki. Humán metabolizmusa hidroxilezett, acetilezett (N4-acetilszulfametoxazol) és glükuronid metabolitok képződéséhez és felszabadulásához vezet. A dózis körülbelül 50%-a inaktív N4-acetil-szulfametoxazol metabolitként, míg körülbelül 10%-a változatlan vegyületként választódik ki. Az N4-acetil-szulfametoxazol metabolit a szennyvíztisztítás során újra átalakulhat aktív kiindulási vegyületté. Az anaerob rothasztás során a szulfametoxazol több mint 80%-ban lebomlik (Joss és mtsai. 2006, KRW 2022).

Az eredmények azt mutatják, hogy a szulfametoxazol koncentrációja legnagyobb mértékben az utódenitrifikációs bioszűrőkön csökken le (11. ábra, 2. táblázat). Ennek legvalószínűbb magyarázatát a kometabolizmus jelenségében kereshetjük, amelynek során a denitrifikáló baktériumok által termelt metán-monooxigenáz enzim a saját szubsztrátjuk (ez esetben az adagolt metanol) mellett véletlenszerűen módosíthatják más, akár bonyolultabb szerkezetű vegyületek, (pl. gyógyszermaradványok) szénvázát is. A szulfametoxazol kometabolikus eltávolítása a szakirodalom szerint kis hatékonysággal megy végbe, biológiai úton történő eltávolítási hatásfoka 15-35,6% (Bezsenyi és mtsai 2019). Biológiai bontására vonatkozó kinetikai állandója $k_{biol} < 0,1 \text{ L} \cdot \text{gSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, ami alapján szintén nehezen bonthatóknak minősül.

A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep mintáinak szulfametoxazol koncentrációit tekintve azonban azt láthatjuk, hogy a második biológiai fokozat denitrifikációs szűrőin csaknem 90%-os az eltávolítási hatásfoka. $\text{LogKow} = 0,5$, $\text{pKa} = 1,6-6,18$, $\text{LogKoc} = 1,96$ értékei alapján jelentős mértékű szorpciójára szennyvíziszapokon nem kell számítani.

A kometabolizmus során keletkező termékek nem feltétlenül azonosak a normál metabolizmus során képződőkkel. A metabolikus úton lévő szulfametoxazol esetében 3-amino-5-metil-izoxazol és 4-hidroxi-szulfametoxazol képződik, utóbbiban a p-aminocsoportot hidroxilcsoport helyettesíti. Kometabolikus úton N-cetil-szulfametoxazol és szulfanilsav képződik. Ez utóbbi a 3-amino-5-metil-izoxazollal együtt a szulfonamidcsoport hidrolitikus hasadását jelzi. A kometabolikus intermedierek között is



11. ábra: Szulfametoxazol koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvízvezetékén, LogKow , pKa , LogKoc értékekkel

jelentős eltérések lehetnek, attól függően, hogy a kometabolizmus milyen úton megy végbe. (Bezsenyi és mtsai. 2020).

HORMONOK BIOLÓGIAI BONTÁSA ÉS SZORPCIÓJA A SZENNYVÍZISZAPON

A természetes ösztrogének (ösztrolon (E1), 17-béta-ösztadiol (E2), ösztrol (E3)) és mesterséges (17-alfa- etinil-ösztadiol (EE2)) koncentrációját vizsgálva (12. ábra, 3. táblázat) megállapítható, hogy a befolyó (SZV1) és az előülepítő elfolyó (SZV2) mintákban jelenlévő hormonok a biológiai tisztítás során (alapvetően

	17-alfa-etinilösztadiol	17-béta-ösztadiol	ösztrol	ösztrolon
SZV1	0,02	0,06	0,07	0,09
SZV2	0,02	0,03	0,29	0,08
SZV3	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SZV4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SZV5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
CSV	<0,01	0,13	<0,01	0,6

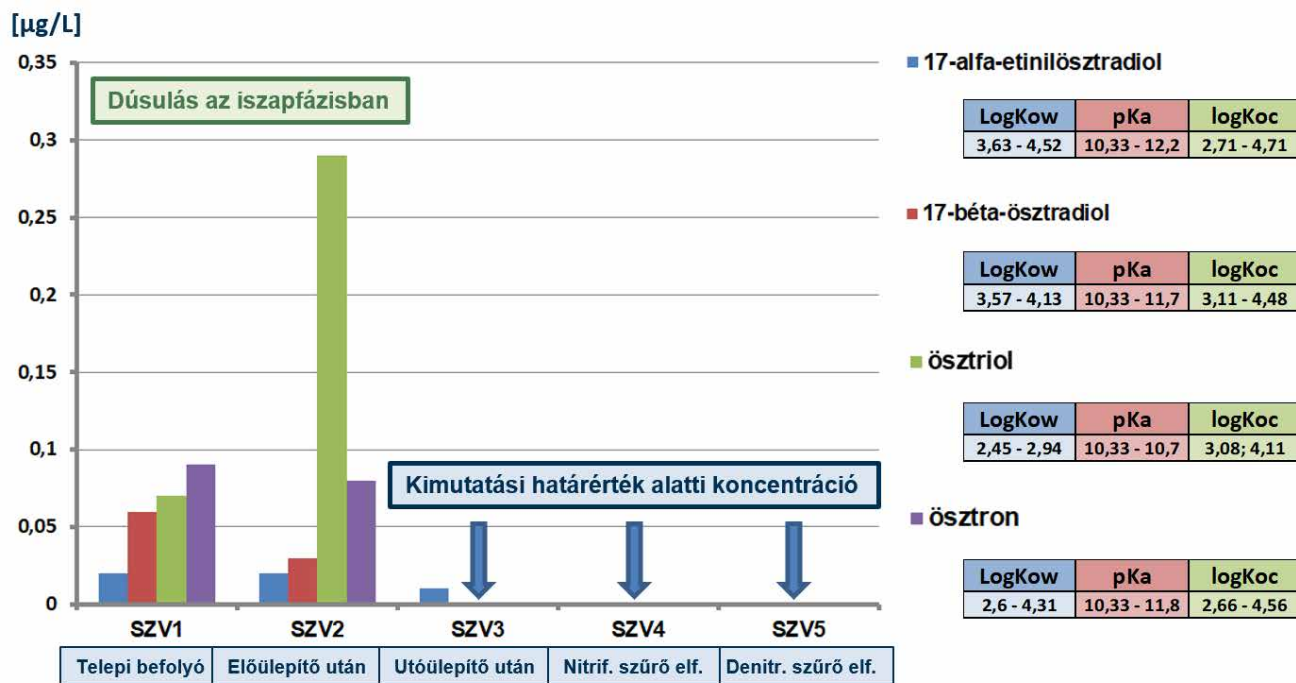
3. táblázat: Hormonok koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen, mérési eredmények [µg/L]

már a nagyterhelésű eleveniszapos rendszerben) teljes mértékben lebontásra kerülnek, vagy a biológiai iszaphoz kötődnek, így az élővízbe csak kimutatási határ alatti koncentrációban kerülhetnek be.

Szakirodalmi adatok szerint a nitrogén eltávolítását biztosító eleveniszap AOB baktériumai (pl. Nitrosomonas europaea) egyértelműen képesek bontani a természetes és a mesterséges ösztrogéneket. Az átalakítás elsőrendű kinetika szerint történik, a legkönnyebben az E2 bontható, majd rendre E1, EE2 és E3. Az ösztrogének biológiai bontása az ammónia-monooxigenáz

enzim szelektív inhibíciója (allil-tiokarbamid adagolás) esetén is megtörténik, vélhetően a nitrifikáló eleveniszap közösségben jelen lévő más enzimek által (Shi és mtsai. 2004). A vizsgált minták esetében az ösztrogének alapvetően már a nagyterhelésű eleveniszapos fokozatban eltávolításra kerülnek, valószínűleg a második biológiai tisztítási fokozat nitrifikáló bioszűrőinek rendszeres visszamosásával történő visszaoltás hatására.

Az iszapfázishoz kötődést igazolja az a tény, hogy a LogKow , pKa , LogKoc értékei alapján egyik ösztrogén sem disszociál a szennyvízben, illetve nagy affinitással rendelkezik az iszapfázishoz. A leginkább lipofil tulajdonságú ($\text{logKow} > 4$) E1 és E2 koncentrációja a csurgalékvízben jelentős, ami szintén nagymértékű szorpcióra utal az iszapfázison.



12. ábra: Hormonok koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvízvezetékén, LogKow, pKa, LogKoc értékekkel

	szulfadiazin	szulfadimidin	szulfadoxin	szulfapiridin	szulfaszalazin
SZV1	0,01	0,01	<0,01	0,39	<0,01
SZV2	0,02	0,03	<0,01	0,32	<0,01
SZV3	<0,01	0,02	<0,01	0,4	0,07
SZV4	<0,01	0,01	<0,01	0,5	0,06
SZV5	<0,01	0,01	<0,01	0,39	0,06
CSV	0,05	0,2	0,03	2,9	<0,01

4. táblázat: Szulfonamidok koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen, mérési eredmények [µg/L]

Bár konkrét K_d és K_{biol} adatok nem állnak rendelkezésre, szakirodalmi adatok alapján a szulfadiazin üzemi méretű bioszűrő egység CN (nitrifikációs) fokozatán teljes mértékben eltávolításra került, nagyrészt biológiai lebontás révén, ugyanakkor bizonyos mértékű szorpció is volt mérhető az iszapfázison (Wang és mtsai. 2019). Előzőek alapján, vélhetően a nitrifikáló bioszűrőkből történő visszaoltás hatására, a szulfadiazin már a nagyterhelésű eleveniszapos technológiában eltávolításra kerül.

A szulfadimidin esetében a biológiai tisztítás során egyértelmű koncentráció csökkenés figyelhető meg, ami vélhetően biodegradáció eredménye, mivel a jellemző fizikai-kémiai paraméterek ($\text{LogKow} < 1,5$, $\text{LogKoc} = 2,16$) alapján szorpció potenciálja kicsi.

A szulfapiridin koncentrációjának változása a szennyvíztisztítási technológiai sor mentén nem jelentős, a szennyvíztisztító technológiáján jelentős átalakulás nélkül áthalad.

Az összes szulfonamid antibiotikum esetében (kivéve az N4-acetil-szulfametoxazolt) a koncentráció megmagyarázhatatlan időbeli változásait figyelték meg. Feltételezik, hogy az eleveniszappal való érintkezés során ismeretlen konjugáció és dekonjugáció fordulhat elő (Joss és mtsai. 2006). Valószínűleg a konjugáció és dekonjugáció jelenségével (esetlegesen a koncentráltabb minták esetén a vizsgálati módszerre gyakorolt zavaró hatással) magyarázható, hogy a befolyó nyers szennyvízben, az előlepipített szennyvízben és az iszapvíztelenítés során keletkező csurgalékvízben szulfaszalazint nem sikerült kimutatni, ugyanakkor a biológiai tisztítási fázisokat követő mintákban mért koncentrációk egyértelműen kimutatási határ feletti. A biológiai tisztítás mintáiban biodegradációra vagy szorpcióra utaló koncentráció-változás nincs.

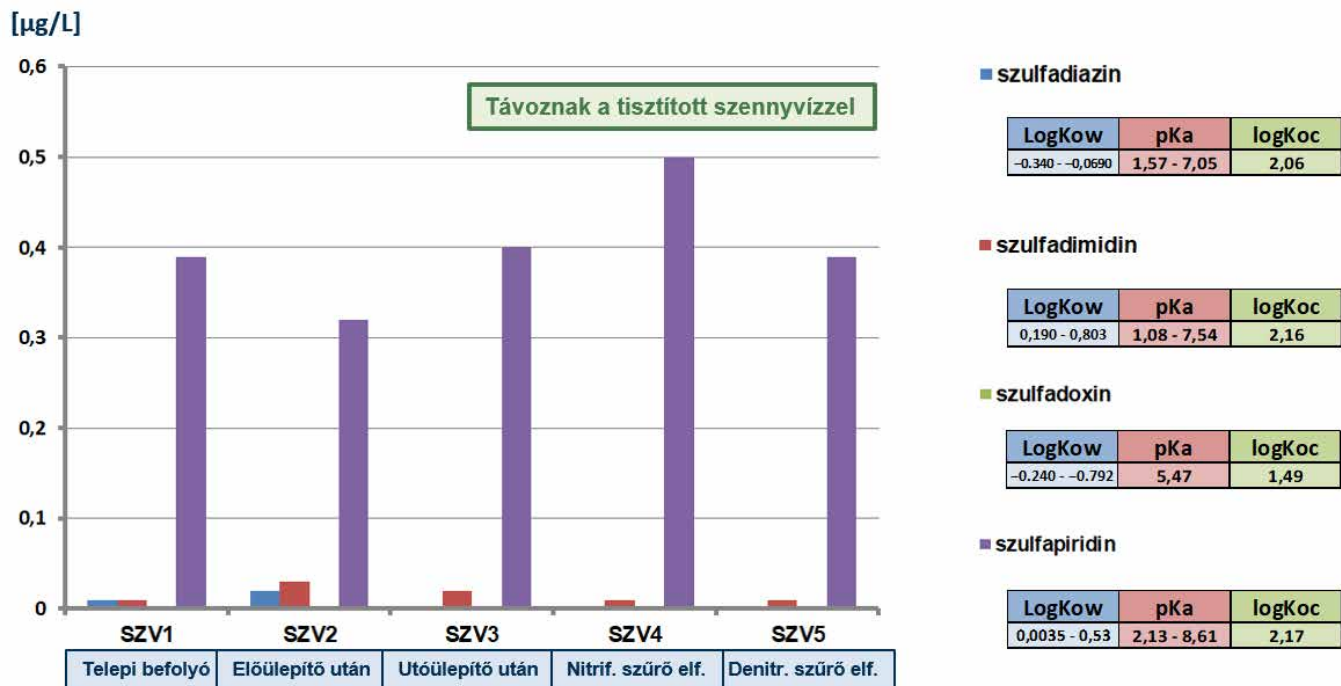
Az anaerob rothasztás során bekövetkező konjugáció-dekonjugáció eredményezheti a szulfadoxin és a szulfapiridin csurgalékvízben mért viszonylag magas koncentrációit is.

A LogKow , LogKoc értékek alapján az azonosított szulfonamidok szervesanyaghoz való adszorpció affinitása gyenge-közepes, a pKa értékük alapján pedig alapvetően negatív ionokra disszociálnak, tehát a hidrofilitást feltételezzük esetükben.

SZULFONAMID ANTIBIOTIKUMOK, A KONJUGÁCIÓ-DEKONJUGÁCIÓ JELENSÉGE

A gyógyszerhatóanyagok változatlan formában is keresztüljuthatnak a szennyvíztisztító rendszeren és a felszíni vizek közvetítésével eljuthatnak a későbbi vízhasználókhoz. Erre egy példa lehet a szulfonamidok csoportja, melyek közül több vegyület is koncentráció-csökkenés nélkül halad át a szennyvíztisztító rendszeren (13. ábra, 4. táblázat).

Az antibiotikumok egyik fő csoportját alkotó szulfonamidok a humán- és az állatgyógyászatban is széleskörűen alkalmazottak gram-pozitív és gram-negatív baktériumok okozta megbetegedések esetén is (Wang és mtsai. 2019).



13. ábra: Szulfonamidok koncentrációjának változása a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep szennyvízvezetékén, LogKow, pKa, LogKoc értékekkel

ÖSSZEFOGLALÁS

Az emberiség által a szennyvizekkel az élővizekbe juttatott mikroszennyező anyagok kis koncentrációjuk ellenére komoly, általában káros hatást gyakorolnak az élő szervezetekre. A veszélyesség tekintetében a mikroszennyezők közül kiemelkednek a gyógyszerhatóanyagok és származékai, ezen belül is az antibiotikumok. A baktériumok folyamatos mutációja révén a környezetbe bocsátott antibiotikumokra rezisztens fajok jönnek létre, amelyek veszélyt jelentenek az emberek számára is. Néhány évtizeden belül az antibiotikum rezisztencia lesz a világon az egyik legjelentősebb elhalálozást kiváltó ok.

A mikroszennyezők eltávolításának négy alapvető mechanizmusa ismert: párolgás/kilevegőzés; szilárd anyagokon történő kötődés (szorpció); kémiai átalakulás, illetve biológiai átalakulás (biotranszformáció). A mikroszennyező anyagok kilevegőztetése nem releváns a szennyvíztisztítás során. A szorpció folyamatok

előrejelzéséhez rendelkezésre álló paraméterek a savi disszociációs állandó (pKa), az n-oktanol-víz megoszlási hányados (logKow), a szerves szén-víz megoszlási hányados (logKoc) és a szilárd-víz megoszlási hányados (Kd). Kémiai és biológiai úton is történhet a mikroszennyezők lebontása, utóbbi függ az adott vegyület biológiai hozzáférhetőségétől és kémiai szerkezetétől is. Kometabolizmusnak nevezzük azt a jelenséget, amikor a baktériumok lebontási folyamataik során, enzimeikkel véletlenszerűen bontanak olyan vegyületeket, melyek szerkezete hasonló az átalakítandó alapszubsztrát szerkezetéhez. Ez a jelenség evolúciós szempontból, valamint a szerves mikroszennyezők biológiai eltávolításának szempontjából is kiemelt fontosságú lehet.

A mikroszennyezők előfordulásának és eliminálási lehetőségeinek tanulmányozása során egy akkreditált laboratórium vizsgálta nagyszámú gyógyszermaradvány koncentrációját a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep technológiai mintáiban. A kapott ered-

ményekből következtetni lehet arra, hogy egy adott komponens komolyabb koncentrációváltozás nélkül csak végighalad a technológiai soron és bejut a befogadó felszíni vízfolyásba, avagy adszorbeálódik a tisztítóműben leválasztott szennyvíziszapokon, esetleg sor kerül biológiai lebontására, adott esetben kometabolizmus útján. A gyógyszermaradványok jellemző paraméterei (pKa, logKow, logKoc, Kd) segítségével becsültük a gyógyszerhatóanyagok víz- és iszapfázisban történő dúsulási tulajdonságait, valamint értékeltük a vizsgálati eredményeket, melynek során több esetben is igazoltuk a kometabolizmus jelenségét a szennyvíztisztító telep biológiai tisztítási fokozatainak baktériumközösségének közreműködésével.

IRODALOMJEGYZÉK:

- 91/271/EGK IRÁNYELV A TELEPÜLÉSI SZENNYVÍZ KEZELÉSÉRŐL – Az Európai Parlament 2024. április 10-i jogalkotási állásfoglalása a települési szennyvíz kezeléséről szóló európai parlamenti és tanácsi irányelvre irányuló javaslatról, elfogadott szöveg
- BEZSENYI, A., SÁGI, GY., BODÁNÉ KENDROVICS, R., BAKOSNÉ DIÓSZEGI, M., MAKÓ, M., PALKÓ, GY., WOJNÁROVITS, L., TAKÁCS, E. (2019). Kometabolizmus: mikrobiológiai segítség a gyógyszermaradványok szennyvízből való eltávolításához. MASZESZ Hírcsatorna 2019/4. 11-37.
- BEZSENYI, A., SÁGI, GY., MAKÓ, PALKÓ, GY., TÓTH, T., WOJNÁROVITS, L., TAKÁCS, E. (2020) The effect of combined cometabolism and gamma irradiation treatment on the biodegradability of diclofenac and sulfamethoxazole. Radiation Physics and Chemistry 170 (2020) 108642.
- BEZSENYI, A., GYARMATI, I., MAKÓ, M., TAKÁCS, E. (2021a). Gyógyszermaradványok a szennyvízben – Csak a holnap kihívása? Vízmű Panoráma 2021/06. 4-12.
- BEZSENYI, A., MAKÓ, M., TAKÁCS, E. (2021b). Mit tehetünk, ha nincs pénzünk negyedik tisztítási fokozat kialakítására? MASZESZ Hírcsatorna 2021/4. 5-17.
- FAIGL, F. (szerk.), Szeghy, L., Kovács, E., Mátravölgyi, B. (2011): Gyógyszerek. Egyetemi jegyzet. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Typotex Kiadó.
- GYIRES, K., FÜRST, ZS (2011) A farmakológia alapjai. Medicina Könyvkiadó Zrt. 44-71, 88-317, 390-401, 409-425
- JELIC, A., RODRIGUEZ-MOZAZ, S., BARCELÓ, D., & GUTIERREZ, O. (2015). Impact of in-sewer transformation on 43 pharmaceuticals in a pressurized sewer under anaerobic conditions. Water Research, 68, 98-108.
- JOSS, A., ZABCZYNSKI, S., GÖBEL, A., HOFFMANN, B., LÖFFLER, D., MCARDLELL, C.S., TERNES, T.A., THOMSEN, A., SIEGRIST, H. (2006) Biological degradation of pharmaceuticals in municipal wastewater treatment: Proposing a classification scheme. Water Research, 40 (2006) 1686-1696.
- KON, K., RAI, M. (Eds.). (2016). Antibiotic resistance: mechanisms and new antimicrobial approaches. Academic press. pp. 20-36
- LIU, C., TANG, X., KIM, J., & KORSHIN, G. V. (2015). Formation of aldehydes and carboxylic acids in ozonated surface water and wastewater: A clear relationship with fluorescence changes. Chemosphere, 125, 182-190. doi:10.1016/j.chemosphere.2014.12.054
- MÉHI, O. (2019): Már egy generáción belül katasztrófális következményei lehetnek az antibiotikum-rezisztenciának. Forrás: tudomany.hu/cikkek/mar-egy-generacion-belul-katasztrofalis-kovetkezmenyei-lehetnek-az-antibiotikum-rezisztencianak-109742
- MEIR-GRUBER, L., MANOR, Y., GEFEN-HALEVI, S., HINDIYEH, M. Y., MILEGUIR, F., AZAR, R., SMOLLAN, G., BELAUSOV, N., RAHAV, G., SHAMISS, A., MENDELSON, E., KELLER, N. (2016).

Population screening using sewage reveals pan-resistant bacteria in hospital and community samples. *PLoS one*, 11(10), e0164873.

14. MELICZ, Z., OLÁH, J. (2022). A mikroszennyező anyagok biológiai eltávolítását befolyásoló tényezők és az utókezelési technológiák ismertetése. *Vízű Panoráma* 2022/04. 5-53.
15. OMIL, F., SUÁREZ, S., CARBALLA, M., REIF, R., LEMA, J.M.: Chapter 16. Criteria for Designing Sewage Treatment Plants for Enhanced Removal of Organic Micropollutants. 2009, *Environmental Pollution*. 153 Views 24 Pages. https://www.academia.edu/18977683/Criteria_for_Designing_Sewage_Treatment_Plants_for_Enhanced_Removal_of_Organic_Micropollutants
16. PATEL, M., KUMAR, R., KISHOR, K., MLSNA, T., PITTMAN JR, C. U., & MOHAN, D. (2019). Pharmaceuticals of emerging concern in aquatic systems: chemistry, occurrence, effects, and removal methods. *Chemical reviews*, 119(6), 3510-3673.
17. PERJÉSI, P. (2014) Gyógyszermetabolizmus és gyógszertoxicitás. Oktatási segédanyag. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
18. QUTOB, M., HUSSEIN, M. A., ALAMRY, K. A., & RAFATULLAH, M. (2022). A review on the degradation of acetaminophen by advanced oxidation process: Pathway, by-products, biotoxicity, and density functional theory calculation. *RSC advances*, 12(29), 18373-18396.
19. SHI, J., FUJISAWA, S., NAKAI, S., HOSOMI, M. (2004) Biodegradation of natural and synthetic estrogens by nitrifying activated sludge and ammonia-oxidizing bacterium *Nitrosomonas europaea*. *Water Research*, 38 (2004) 2323-2330.
20. SILVA, B., COSTA, F., NEVES, I. C., & TAVARES, T. (2015). Psychiatric Pharmaceuticals as Emerging Contaminants in Wastewater. *Springer Briefs in Molecular Science*. 14. oldal doi:10.1007/978-3-319-20493-2
21. ULUSEKER, C., KASTER, K. M., THORSEN, K., BASIRY, D., SHOBANA, S., JAIN, M., KUMAR, G., KOMMEDAL, R., PALA-OZKOK, I. (2021). A review on occurrence and spread of antibiotic resistance in wastewaters and in wastewater treatment plants: mechanisms and perspectives. *Frontiers in microbiology*, 12, 717809.
22. WANG, D., ZHANG, X., YAN, C. (2019) Occurrence and removal of sulfonamides and their acetyl metabolites in a biological aerated filter (BAF) of wastewater treatment plant in Xiamen, South China. *Environmental Science and Pollution Research* Published: 14 sept. 2019, (<https://doi.org/10.1007/s11356-019-06311-7>)
23. WHITACRE, D. M., MONTEIRO, S. C., & BOXALL, A. B. (2010). Occurrence and fate of human pharmaceuticals in the environment. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 53-154.

INTERNETES HIVATKOZÁSOK

24. KRW (2022) Fate of Organic Micropollutants in Activated Sludge Systems. <https://edepot.wur.nl/577570>
25. Lord Jim O'Neill's independent antimicrobial resistance (AMR) review: <https://amr-review.org/> (letöltés ideje: 2024. május 25.)
26. WHO: Ten threats to global health in 2019: <https://www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019> (letöltés ideje: 2024. május 25.)
27. https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0027.html (letöltés ideje: 2024. május 25.)
28. <https://index.hu/tudomany/2023/10/12/antibiotikum-rezisztencia-fertozes-allatok-takarmany/> (letöltés ideje: 2024. május 25.)
29. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR19_21/SR_Antimicrobial_resistance_HU.pdf (letöltés ideje: 2024. május 25.)
30. http://www.neak.gov.hu/felso_menu/szakmai_oldalok/publikus_forgalmi_adatok/gyogyszer_forgalmi_adatok (letöltés ideje: 2024. május 25.)
31. <https://index.hu/belfold/2019/02/12/gyogyszer-statisztika-neak-gyogyszerforgalom-betegsegek-ertogito-vernyomascskento-antibiotikum-d-vitamin/> (letöltés ideje: 2024. május 25.)

Jövőbiztos hidraulika, kiváló hatékonyság

Grundfos SP6" búvárszivattyú



www.grundfos.hu

GRUNDFOS 



SZALÓCZY CSABA
DRV Zrt.
 műszaki üzemelteli osztályvezető

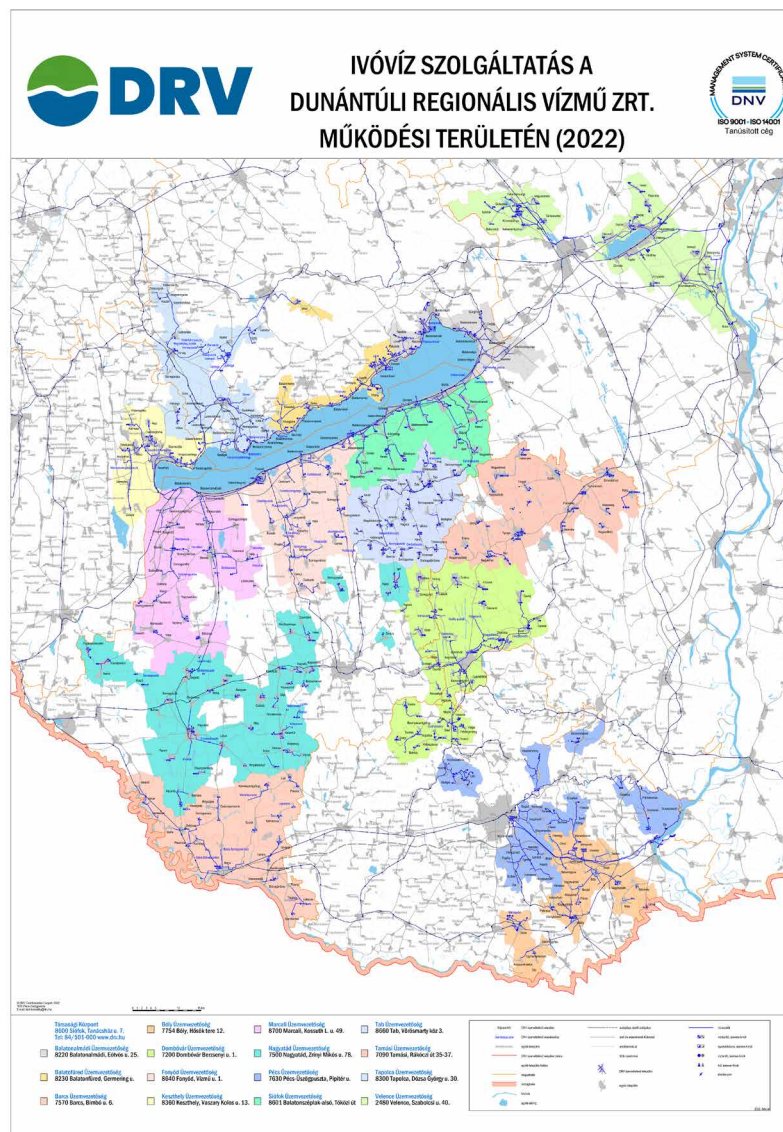
szaloczy.csaba@drv.hu

KIVONAT: Balatonrendes I/1. szennyvíz átemelő meghibásodás számban a DRV Zrt. legkritikusabb átemelői közé tartozott, ahol a rendszeres dugulás, folyamatos felügyeletet, hibaelhárítást igényelt jelentős költségráfordítás mellett. Ez hívta életre azt a több mint hat évig tartó vizsgálatot, melynek során, üzemeltetési tapasztalatokat szereztünk szivattyú gyártmány és típus szerint, a szennyvíz átemelő meghibásodások számának vizsgálatával, valamint másodlagos jelleggel a fajlagos energiafelhasználás meghatározásával.

KULCSSZAVAK: kritikus szennyvíz átemelő, sorozatos dugulás, szivattyúk tesztelése, üzemeltetési tapasztalat szerzés

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Egy hétéves tesztelés eredményei – így szerepeltek a szennyvíz átemelő szivattyúk



A DRV Zrt. szolgáltatási területe

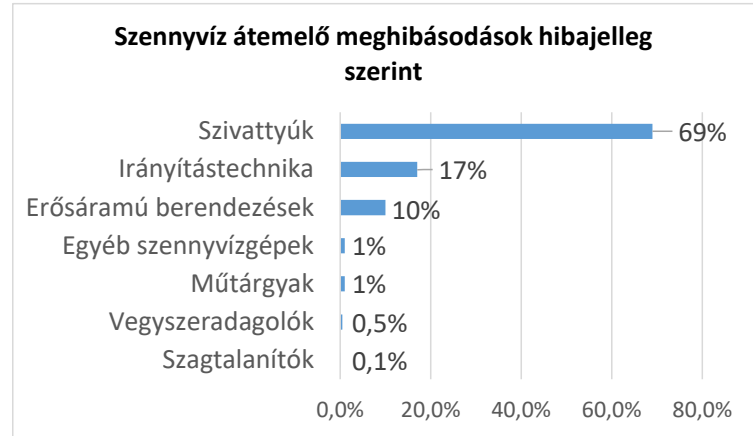
A Dunántúli Regionális Vízmű Zrt. 6 vármegyében, 378 településen biztosítja az ivóvízellátást, 220 település vonatkozásában pedig gondoskodik a keletkező szennyvíz elvezetéséről és kezeléséről. Az általa üzemeltetett vízvezeték-hálózat hossza 6713 km, míg a csatornahálózaté 4665 km. A szennyvíz elvezetését 1182 db szennyvíz átemelő működtetésével biztosítja, kezelését pedig 62 szennyvíztisztító telepen látja el. Az éves tisztított szennyvíz mennyisége 28,3 millió m³.

A DRV Zrt. 2016-ban indított egy projektet a szennyvíz átemelőszivattyú-meghibásodások vizsgálatára és a számuk csökkentésére, valamint hogy feltérképezze, hogyan csökkenthető a fajlagos energiafelhasználás, továbbá hogy üzemeltetési tapasztalatokat szerezzen a szivattyúk gyártmánya és típusa szerint.

A projekt társasági szinten vizsgálta a szennyvíz átemelők meghibásodásának számosságát és jellegét, utóbbi szerint megkülönböztetve a szivattyúk, az irányítástechnika, az erőszármű berendezések, a műtárgyak, a vegyszeradagolók, a szagtalanítók és egyéb szennyvíz gépek meghibásodását.

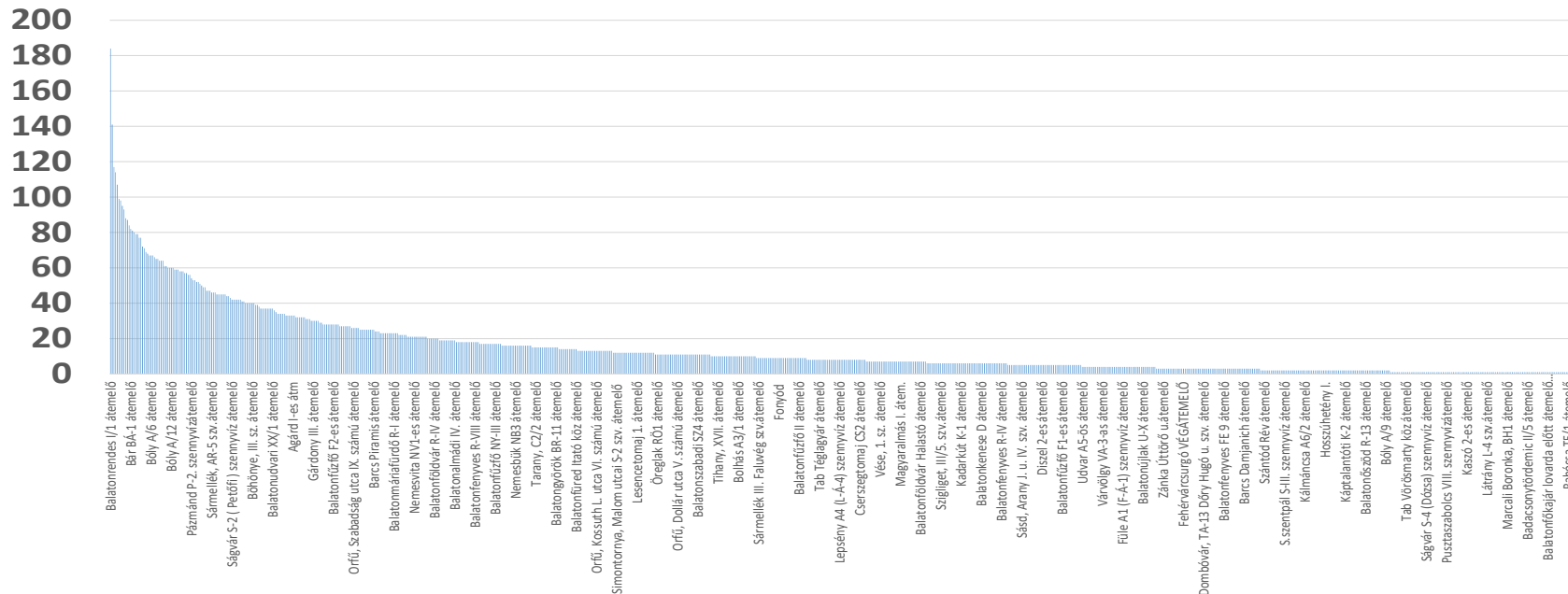


Szennyvízátemelő-meghibásodások a DRV Zrt.-nél



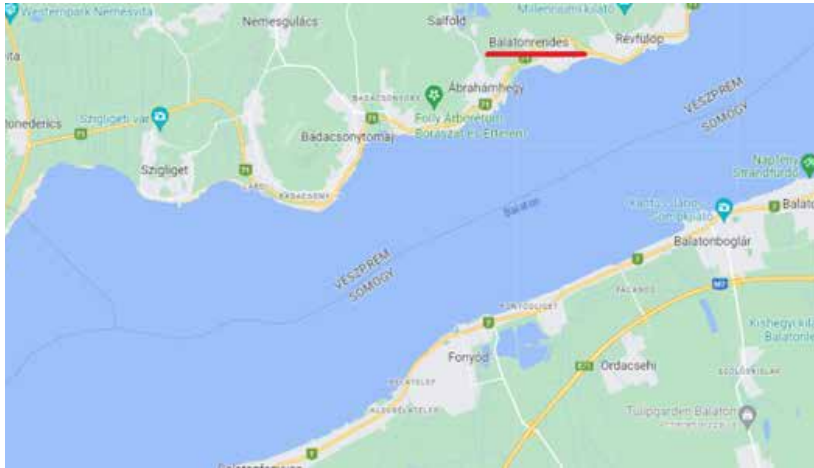
Az éves hibaszám alapján megállapítottuk, hogy 50 db átemelő adta a hibaszám 30%-át, további 120 db pedig az 50%-át. A hibaszám mértéke és a szennyvízátemelők számossága jól szemlélteti, hogy 2016-ban nagyon magas volt a hiba gyakorisága. A 2016-os adatot tekintve az átlagosan egy átemelőre vetített hibaszám közel havi egy meghibásodást mutat átemelőnként. Természetesen nem minden átemelőnél merült fel hiba, így megállapítható, hogy a kritikus átemelőknél nagyon magas a jellemző hibaszám.

Éves meghibásodás számossága szennyvízátemelőnként (db)



A kiemelkedően magas, 184 db/éves hibaszám alapján a Keszthely és Tihany között félúton elhelyezkedő, Balatonrendes I/1. szennyvízátemelőt választottuk ki.

A teszthelyszínen a meghibásodásokat jellemzően szilárd anyagok okozták, a szivattyúk megfelelő működését akadályozva.

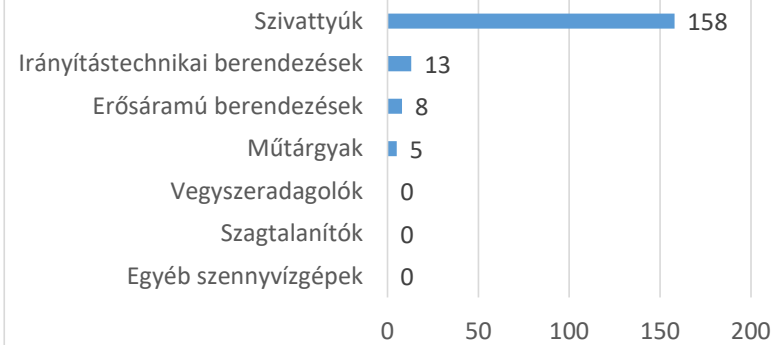


Balatonrendes település a tó északi partján

A forgalmazó partnerek által térítésmentesen biztosított 7 féle szivattyú tesztelése 2016. január elsején kezdődött, és az elmúlt 7 évben 11 db tesztidőszakot ölelt át. Egy-egy szivattyút átlagosan 9 hónapig teszteltünk, eközben rögzítettük a meghibásodások számát és a felhasznált villamos energia mennyiségét.

A vizsgált átemelő a paramétereit tekintve kétszivattyús kialakítású, 2,4 méter átmérőjű, 4 méter mély és jelentősen eltérő szezonális (téli és nyári) terhelés mellett működik. Az általa évente szállított szennyvíz mennyisége jellemzően 1100 m³, míg az éves energiafelhasználása 7700 kWh. A rendszeres dugulások folyamatos felügyeletet, hibaelhárítást igényeltek jelentős költségráfordítás mellett – 2016-ban például 1,3 millió forintba került a felmerült hibák elhárítása. Az energetikai vonatkozású értékeléshez az átemelő által felhasznált villamos energia havi adatai, valamint a nemesgulácsi szennyvíztisztító telepen megtisztított szennyvíz mennyiségi adatai álltak rendelkezésre – ezek alapján tudtuk összehasonlítani az egyes szivattyúk üzemi jellemzőit.

Balatonrendes szennyvízátelő hiba statisztika Számosság (db)



SZIVATTYÚ TÍPUSA

1. Tesztzivattyú
2. Flygt NP 3102.185 SH 255 (Smart Run)
3. Tesztzivattyú (intelligens vezérléssel)
4. Tesztzivattyú
5. Tesztzivattyú
6. Hidrostat D03U-LHN1
7. Wilo REXA PRO V08

HIBASZÁM (db/3 hónap)

- 62
1
10
8
20
1
1

ENERGIAFELHASZNÁLÁS AZ ELSŐ SZIVATTYÚHOZ VISZONYÍTVA

- 100%
26%
31%
37%
39%
26%
22%

MEGJEGYZÉS

- Folyamatos dugulás
–
Sok dugulás, a szivattyú 6 hónap után leégett
6 hét után felfüggesztve
Folyamatos dugulás, a járókerék elkopott
–
–

A szivattyútesztelés értékelése

Amint az a tesztelésről készült eredményeket összefoglaló táblázatban is jól látszik, a szivattyúk közül három, bár eltérő műszaki, technikai adottságokkal rendelkeznek, mégis hasonlóan jó eredménnyel szerepeltek a vizsgálaton. Megállapítást nyert tehát, hogy rendelkezésre állnak olyan szennyvízszivattyúk, melyek szélsőséges üzemkörülmények között is elfogadható teljesítményt nyújtanak, mellyel javítható a víziközmű-szolgáltatás hatékonysága.



KAPOSVÁRI ZSUZSANNA
FEJÉRVÍZ ZRT.
 HR és értékesítési
 főosztályvezető

kaposvarizs@fejerviz.hu

KIVONAT: *A mindennapi életünk során is, de az ügyfélszolgálati munkában kiváltképp találkozunk ismeretlenekkel, beszélgetünk, kommunikálunk, segítünk, konfrontálódunk, ingereket váltunk ki és érzéseket generálunk. Vajon milyen alapjai vannak az emberi viselkedésnek, a benyomásnak, az észlelésnek? Hogyan alakítjuk ki attitűdjeinket, véleményünket, észlelésünket a másik emberről? Mitől függ, hogy ki hogyan gondolkodik egy ügyfélről, aki belép az ajtón és még nem szólalt meg, vagy éppen, ha az első megnyilvánulása túl hangos volt? Az alábbi írásomban ezekre a kérdésekre keresem a választ.*

A cikkben részleteket ragadok ki a szociálpszichológia témaköreiből, rávetítve azt az ügyfélszolgálati munkára.

KULCSSZAVAK: *szociálpszichológia, emberi viselkedés, ügyfélszolgálat*

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Benyomások és előítéletek az ügyfélszolgálati munkában

Tudták, hogy ha valakiben pozitív vonást észlelünk, akkor azt fogjuk feltételezni, hogy ezek együtt járnak az illetőben további pozitív vonásokkal? Amikor valakit meglátunk, létrejön egy első benyomás azon információk alapján, amelyeket észlelünk a másikban. A rendelkezésre álló információkat megpróbáljuk egységes egészzé rendezni. Mivel általában több információhoz jutunk hozzá egy-egy személyről, ebben van pozitív és negatív tulajdonság is. Érdekes tény, hogy ha negatív vonásokat észlelünk, azok nagyobb súllyal esnek a latba az észlelés során, mint a pozitívak. (I. Forrás) Ezeket a benyomásokat viszonylag gyorsan alakítjuk ki és ezek megváltoztatásához erős motiváció szükséges, továbbá gondolkodás (kognitív kapacitás). Ez alapján az ügyfélszolgálati munkában biztosan igaz, hogy az első benyomás alapján ítélünk, hiszen nincs sem idő, és pláne nincs motiváció arra, hogy ezen változtassunk. Amennyiben pozitív vonást fedezünk fel az ügyfélben, valószínűleg könnyebben értünk vele szót, hiszen pozitív képet alkotunk róla, viszont, ha negatív dolgot észlelünk, negatív benyomás keletkezik, ami miatt véleményem szerint nehezebben viszonyulunk az ismeretlen illetőhöz.

A rendelkezésre álló információkat kétféleképpen dolgozzuk fel a pszichológia tudománya szerint. Az egyik ilyen feldolgozási mód a felületes feldolgozás, amikor egy nagyon kiugró tulajdonság alapján döntünk valakiről. Feltételezem, hogy egy türelmetlen, dühös, vagy kiabáló ügyfelet, aki már a várakozáskor is kinyilvánítja nemtetszését, felületes feldolgozással ítélünk meg.

A másik módja a feldolgozásnak a szisztematikus feldolgozás, amikor több tényezőt veszünk figyelembe. Ehhez azonban szükséges az is, hogy a helyzet fontos legyen, azaz leginkább olyan-

kor alkalmazzuk a komplexebb információfeldolgozást, amikor például egy állásinterjúban válogatunk a jelentkezők közül, és több fontos dolgot szeretnénk megtudni az illetőről. Azt gondolom, az ügyfélszolgálati munkában az idő szűke és a helyzet miatt is leginkább a felületes feldolgozást alkalmazzuk. (II. Forrás)

Meg kell említenünk, hogy a már kialakult benyomást inkonzisztens (összeférhetetlen) információk kérdőjelezhetik meg. Vegyük például azt az esetet, ha egy kiabáló, türelmetlen ügyfél sorra kerülését követően leül az ügyintéző elé, hirtelen stílust vált és kedvessé válik, már-már udvarol az ügyfelesnek. (II. Forrás)

Ilyenkor több minden történik:

- lehet, hogy az ügyfeles észre sem veszi az új „tulajdonságot”
 - az ügyfeles észreveszi az új tulajdonságot, de megpróbálja önmagának kimagyarázni
 - az első benyomást nem könnyen írjuk felül
 - ha nagyon drámai az új inger, akkor az ügyfeles megváltoztathatja az első benyomását az ügyfélről
- (I. Forrás)

Ez azt jelenti tehát, hogy ha nagyon nagy – drámai - változást látunk, akkor meg tud változni a véleményünk az ügyfélről.

Attitűdöknek nevezzük az ítéleteinket személyekről, tárgyakról, csoportokról, vagy éppen az ügyfelekről. Az attitűdök hasznosak számunkra, mert egyrészt összegzik a tapasztalatainkat, másrészt segítik az életünkbe lépő helyzetek uralását. Hozzájárulnak ahhoz, hogy könnyebben tudjunk másokhoz kapcsolódni. Gondoljunk csak bele, mennyire szimpatikussá tud válni egy állatszerető ügyfeles számára az az ügyfél, aki elmondja, hogy a németjuhász

kutyája véletlenül meglökte a kerti csapot, ami eltörött, de még ezt is meg tudja bocsátani a kutyusnak, annyira szereti, hiszen családtag. Az állatszeretettel szimpatizáló ügyfeles valószínűleg elolvad a történet hallatán, és máris sokkal pozitívabb hangulatú és gördülékenyebb ügyintézés következik, mintha az ügyfél szimplán arról beszélt volna, hogy eltörött a kertben a csap. Az emberek szeretnek olyan attitűdöket felvenni, amit a körülöttük lévő helyesnek tartanak, sőt, az attitűd és a viselkedés között is kapcsolat van. (Forrás I.)

A meggyőzés egy fontos eszköz az attitűdök fenntartására, vagy megváltoztatására. A vonzóbb embereket jobban kedveljük (vonzerő-heurisztika) és a velük vagy általuk történő meggyőzés is erőteljesebb. Vajon, ha az ügyfélszolgálatra egy jobb külsejű ügyfél lép be, akkor ügyfelesként megengedőbbek vagyunk?



forrás: www.bing.hu

Ha valaki szakértő valamilyen témakörben, és beszél hozzánk, az ő véleményét is könnyebben elfogadjuk, mint egy hétköznapi személyét (szakértői heurisztika). Ezek szerint, ha az ügyfélszolgálatra besétál egy jól öltözött, bizonyos területen szakértő, mondjuk jogász ügyfél, akkor nyert ügye van, bármit mond? Valószínűleg meggyőzésben erősebb lesz, mint egy átlagos ügyfél, akinek a

külsője vagy a szakértelme más szinten mozog.

Ejtsünk még néhány szót az előzetes feltételezéseinkről, azaz az előítéletekről. A gyakran használt előítéleteinkhez – például a nők rosszabbul vezetnek - könnyen hozzáférünk, ezek automatikusan is felszínre jöhetnek, de a sztereotípiák is meghatározóak az ítéletalkotásunkban. Sztereotípiák között létezőnk és ez kihat a viselkedésünkre is. Inkább keresünk a sztereotípiáinkat igazoló bizonyítékokat, mint ellenkezőleg. Az ügyfélszolgálati munkában vajon milyen előítéletek és sztereotípiák léteznek? Léteznek bizonyos ügyféltípusokról vagy személyiségtípusokról előre megalkotott vélemények? Ha belép egy ilyen csoportba tartozó ügyfél, az ügyfelesnek rögtön felszínre tör a hozzá kapcsolódó előítélete? Ez vajon befolyásolja az ügyintézését? Mivel az ügyfélszolgálaton rengeteg ember megfordul és ezek az interakciók gyakoriak, véleményem szerint a tapasztalatok fényében akaratlanul is kialakulnak sztereotípiák az ügyfelesekben. Érdekes lenne megnézni, hogy ezek mennyire egyformák, vagy eltérőek az egyes cégeknél, továbbá vannak-e területi eltérések. (I. Forrás)

Egy biztos: a viselkedésünk rendkívül összetett, és jellemzően a szociálpszichológiában érvényes alapelvek mentén működünk. A mindennapok során kapcsolódunk egymáshoz és ezen találkozások során elsajátítunk pár tudatos és néhány tudat alatti sémát. Az ügyfélszolgálati munkában ez fokozottan igaz, hiszen rutinszerű kapcsolódásokat élünk meg és nap mint nap tapasztalatokat gyűjtünk bizonyos embertípusokkal kapcsolatban.

Ebben a kis kitekintésben számos érdekesség merült fel működésünk témakörében, amiről jó, ha tudunk, hiszen ezáltal egy kicsit jobban rálátunk a saját és mások viselkedésére is.

FORRÁS:

1. I. Forrás: Faragó Laura egyetemi adjunktus – Szociálpszichológia I. diasor Óbudai Egyetem 2024
2. II. Forrás: Smith E. R., Mackie D. M., Claypool H. M. Szociálpszichológia ELTE Eötvös Kiadó 2016
3. www.bing.hu, www.wikipedia.hu



JANCÓSÓ BÉLA
FŐMTERV Zrt.
okl. építőmérnök



KUN CSABA
KUN Mérnöki és
Tanácsadó Kft.
okl. építőmérnök



MÁRIALIGETI BENCE
MaVíz
főszerkesztő

jancso.bela@fomterv.hu
kun.csaba@kunkft.hu
marialigeti.bence@maviz.org

KIVONAT: A víziközmű-szolgáltatás elmúlt éveit a fejlesztési és működési források hiánya árnyékolta be, ugyanakkor a GFT-k készítésének módszertana és tartalma jogi szabályozás hiányában a GFT-k változó megalapozottságúak, ami bizonytalaná teszi a benne szereplő igényeket, azok indokoltságát, megfelelő előkészítettségét.

A víziközmű-rendszerek hatékony és jövőt álló fejlesztése stratégiai tervezés hiányában nem biztosítható. Az előregondolkodás, a stratégiai tervezés előnye, hogy fel lehet készülni, kellően alá lehet támasztani a fejlesztési szükségleteket, meg lehet találni a legkedvezőbb megoldásokat és nem kapkodó, gyors pénzköltéssé válnak a nehezen megszerezhető források. Rugaszkodjunk el együtt a „gödör aljáról” és tervezzük együtt a jövőt!

KULCSSZAVAK: víziközmű-fejlesztés, GFT, minőségi szolgáltatás, stratégiai tervezés, jó példák, ITVT

AKTUÁLIS

A víziközmű-szolgáltatás jövője, avagy hogyan tervezzük a jövőt?

A Vízmű Panoráma 2024/1. számában Kurdi Viktor elnök úrral készült interjúban hangzott el, hogy „minden ágazati szereplő egy jobban működő víziközmű ágazatot szeretne, ahol üzembiztosabban, hatékonyabban, magasabb színvonalon és a megbecsültség fennállása mellett lehet dolgozni. Az ágazatban 2013-tól gyakorlatilag folyamatos negatív hatások érvényesültek, folyamatossá vált a túlélésért való küzdelem. Az energiaügyi miniszter két új rendelete kapcsán ennek vége, elértünk a gödör aljára és most elindulhatunk felfelé. A források növekedése a hazai vízparti szereplőknek is egy új helyzetet teremtett és így a hazai vízparti szereplők is meg fogják érezni azt a pozitív hatást, amely a többletmunkában, többlet értékesítésekben megjelenik.”

Ezen reményekre és pozitív gondolatokra alapozva szeretnénk, ha az olvasóval közösen áttekintenénk, hogy mit is kell tennünk, hogy tervezetten és tervszerűen fejlődjenek a rendszereink, hosszabb távon megteremtve egy biztonságos és hatékony működés feltételeit.

NÉZZÜNK KÖRÜL A „GÖDÖR ALJÁN”

A víziközmű-szolgáltatás elmúlt 13 évét a fejlesztési és működési források hiánya árnyékolta be, így a 2011. december hónapban megalkotott víziközmű-szolgáltatásról szóló törvény előremutató szabályozási rendszere, a víziközmű-vagyon felértékelésére, fejlesztésére vonatkozó rendelkezései nem voltak képesek a víziközművek műszaki állapotában, az ellátás biztonságában fejlődést elérni. Ezt a megállapítást támasztják alá az elmúlt években készült tanulmányok, elemzések is.

A Századvég Gazdaságkutató Zrt. 2018 július hónapban publikált, „A hazai víziközmű-szolgáltatás aktuális helyzete” című tanulmánya a víziközmű-rendszerek állapotával kapcsolatban megállapította, hogy „A rekonstrukciók elmaradása miatt a tervezett életkort (30-50 év) az egész ivóvíz-hálózat 45 százaléka meghaladta, emiatt a bejelentett hibák száma több mint a kétszeresére emelkedett az elmúlt 10 évben az ivóvízhálózatra vonatkozóan. Bár a szennyvízhálózat kedvezőbb állapotban van, azonban ezen a területen is a bejelentett meghibásodások száma 41 százalékkal emelkedett 2012-2017 között. A pótlás-felújítási beruházások elmaradása miatt gyorsul a műszaki elavulás és csökken az üzembiztonság, amely már veszélyezteti a szolgáltatás színvonalának megőrzését”.

A tanulmány szerint a hazai ivóvízvezeték-gerinchálózat közel harmada az 1960-1970 között épült azbesztcement (eternit), amelyek élettartama 30-40 év volt. A következő egyharmadot a KM-PVC csövek teszik ki, melyek jellemzően az 1970-1990 közötti években kerültek lefektetésre. Várható élettartamuk 40 év, vagyis itt is elérkezett a rekonstrukció ideje. A tanulmányban vizsgált időszakban 350 km cső cseréje történik meg évente, holott 2.000 km/év-re lenne szükség. Ezek alapján féltő, hogy az ivóvíz-törzshálózat 60%-a esetén egybe fog esni a rekonstrukció szükséglete.

„A helyzet súlyosságát jól érzékelteti, hogy az évente elvégzendő műszaki felmérések alapján legutóbb az ivóvízellátó-rendszerek közel 56 százaléka túlnyomóan kockázatos, illetve 30 százaléka kockázatos minősítést kapott az üzemeltetőktől a MEKH adatgyűjtése során.”

Az előző kijelentéssel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy ennyire talán azért nem súlyos a helyzet, mivel a MEKH adatbe-

kérés akkor minősíti kockázatosnak a csőhálózatot, amennyiben az üzemeltetett csővezeték összes hosszának 50-80%-a PVC vagy azbesztcement anyagú és túlnyomóan kockázatosnak, ha ez az arány 80% fölötti. Ettől függetlenül azonban a helyzet súlyos, amit ma már talán senki nem kérdőjelez meg!

Az ivóvízvezetékek állapotát és ebből eredően a vízellátás biztonságára vonatkozó kockázatát számtalan műszaki és környezeti tényező határozza meg, amelyből a csőanyag csak egy tényező. A magyarországi ivóvízellátó hálózatok átfogó, a vízbeszerzésre, vízkezelésre, víztárolásra és vízelosztásra kiterjedő kockázatelemzése jelenleg nem áll rendelkezésre, valamint a szennyvíz-rendszerekre sem készült országos állapotfelmérés, bár ezekre a vizsgálatokra egy hatékony fejlesztési stratégia kialakítása érdekében nagy szükség lenne. Az elemzés az állapotfelmérésen túl ki kell, hogy terjedjen az üzemtani, azaz üzemeltetési biztonság kiértékelésére is. Ide tartozik annak a megvizsgálása, hogy egy-egy rendszerelem kiesése esetén mennyi ideig képes a rendszer a korlátozott működést fenntartani. Azaz meddig kell részleges, vagy nagyobb vízhiánnyal számolni adott ellátási körzetekben, a hibajavítás alatt. Összességében ez jelentheti egy rendszer átfogó kockázat elemzését.

Az NVKS¹ ivóvíz hálózatokról készített helyzetelemzése szerint „az ivóvízhálózatok gerinc- és bekötővezetékeinek anyagösszetétele azt mutatja, hogy a csőanyagok korszerűsítésre szorulnak, koruk következtében tervezési élettartamuk végén járnak, így magasabb hálózati meghibásodást okoznak, rekonstrukciójuk időszerű”.

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal 2021. évre vonatkozó Országgyűlési beszámolója alapján „Az ágazat veszteséges működésének, illetve ezzel összefüggésben a fejlesztések elmaradásának következménye az, hogy a víziközművek műszaki állapota romlik, dacára annak, hogy az elmúlt tíz évben jelentős számban valósultak meg új beruházások mind a közműves ivóvíz-, mind pedig a közműves szennyvízágazatban. A meglévő víziközmű-vagyon rekonstrukciós munkálatainak elvégzése jelentős mértékű anyagi ráfordítást igényel, amelynek fedezete a halasztást nem tűrő karbantartási munkálatok elvégzésének költségein túlmenően nem

biztosított.”

Az Állami Számvevőszék aktuális 2017-2022. évekre kiterjedő átfogó ellenőrzése² alapján „Az ellenőrzött időszakban évről évre nőtt a víziközmű-rendszer tulajdonosok és a víziközmű-közszolgáltatást végző gazdasági társaságok gördülő fejlesztési terveiben jelzett, a MEKH által jóváhagyott karbantartási-rekonstrukciós és beruházási forrásigény. Ez rámutat az ágazatok (ivóvíz, szennyvíz) működésének egyre növekvő forrászükségletére. A tervezett felújításokat, pótlásokat a társaságok részlegesen hajtották végre, a végrehajtott pótlások, felújítások értékben minden évben elmaradtak a GFT-ben benyújtott I. ütemre megtervezettektől.”

Az ÁSZ jelentés a KJT³ közép és hosszú távú célkitűzéseinek teljesítése kapcsán megállapította, hogy középtávon (2020-ig és azt követően) a víziközművek, illetve ezen belül ivóvíz-ellátó közművek rekonstrukciójára országos átfogó program nem készült, valamint hosszú távon (2030-ig) a minőségi víziközmű-szolgáltatás elérésére vonatkozóan nyilvános stratégia vagy program nem készült, a „minőségi szolgáltatás” nem definiált.

Az ÁSZ jelentés két fontos hiányra világít rá, azon túl, hogy milyen állapotban vannak a rendszereink. Egyik az átfogó program és stratégia hiánya. A másik, ami egy új gondolat és megér egy kis továbbgondolást, hogy fontos definiálnunk, hogy mit is értünk, mit is vár el a lakosság a „minőségi szolgáltatás” alatt. Gyakran halljuk, hogy nincs probléma, kinyitjuk a csapot és folyik belőle a víz. Ez igaz, de kérdés, hogy ez a „minőségi szolgáltatás”, és hogy rendszereink ezt milyen biztonsággal tudják fenntartani, azaz, hogy bármikor a csapot kinyitva folyjon a víz és a minőség mindenkor megfeleljen a fogyasztó elvárásainak.

Mindkettő kérdésre adható válaszban benne van, hogy a jövőt tervezni kell, ha tudjuk, hogy milyen „minőségi szolgáltatást” szeretnénk biztosítani, akkor meg tudjuk tervezni, hogy milyen rekonstrukcióra fejlesztésekre van szüksége a szektornak. És akkor azt is meg tudjuk mondani időközönként, hogy a kitűzött célok elérését mennyire sikerült megvalósítani esetleg túlteljesíteni.

A VÍZIKÖZMŰ-FEJLESZTÉS TERVEZÉSE

A víziközmű-fejlesztés a jogszabályi meghatározás alapján a víziközműre irányuló olyan beruházási vagy felújítási tevékenység, mely célja szerint új víziközmű létesítését, a meglévő víziközmű bővítését, rekonstrukcióját és pótlását is magába foglalhatja. Ennek eszköze a víziközmű-rendszereknél tizenöt éves időtávra készített gördülő fejlesztési terv (GFT). A fejlesztések tervezésére, a gördülő fejlesztési tervek elkészítésére vonatkozó szabályozás azonban nem írja elő a tervezési folyamat kötelező lépéseit, hogy a GFT-ben szerepeltetendő adatokat milyen előkészítés és megalapozottság alapján kell megadni, azaz a GFT készítése a kötelezett döntésére van bízva, hogy milyen döntés előkészítő módszertan, rendelkezésre álló tervek szerint fogalmazza meg a beruházási, felújítási és pótlási feladatainak tartalmát és prioritási sorrendjét.

A gyakorlati mérnöki tapasztalatok arra mutatnak rá, hogy az önkormányzatok és a szolgáltatók technikai felkészültségük és a rendelkezésükre álló humán erőforrások függvényében eltérően alakították ki saját tervezési szokásaikat, rendszerüket.

Jelentős módszertani eltérést jelenthet a GFT készítések az üzemeltetett víziközmű-rendszerek jellege is, hiszen a kistéleplési szigetüzemek, a nagyvárosi hálózatok vagy a regionális, kistérségi rendszerek mind kiterjedésben, mind környezeti terhelésben és az ellátásért felelősök gazdasági potenciálja alapján is nagymértékben különböznek egymástól.

A GFT készítést megalapozó információk tekintetében is tapasztalható ez a sokszínűség, hiszen például csak az e-közműre feltöltött közmű nyilvántartási térképek minősége, tényszerűsége, a vagyonyilvántartás szerkezete, részletessége, a vagyoneértékelések készütségi szintje tekintetében sem állapítható meg országosan az egységes színvonal.

Ebből a sokszínűségből adódóan a rekonstrukciós tervek elkészítésének módszertana a matematikai módszerek (pl. fuzzy-logika) alkalmazása és a „bevásárló lista” közötti skálán bárhol elhelyezkedhet, mivel a gördülő fejlesztési terv készítésére kötelezettek a tervezés módszertanára, minimálisan elvárt tartalmára vonatkozó

¹ NVKS: Nemzeti Víziközmű-közszolgáltatási Stratégia feljogosító feltételeinek teljesüléséhez szükséges intézkedésekről, amelyet a Kormány az 1828/2021. (XI. 30.) Korm. határozattal fogadott el

² JELENTÉS - Nemzeti Vízstratégia megvalósítására hozott intézkedések ellenőrzése - Ivóvíz-gazdálkodás ellenőrzése 2024. (Állami Számvevőszék 24004) (továbbiakban: ÁSZ jelentés)

³ KJT: Nemzeti Vízstratégia, Kvassay Jenő Terv, elfogadta az 1110/2017. (III. 7.) Korm. határozat

jogszabályi kötelezettség nem terheli.

Posztív példaként említhető az a nagy múltú üzemeltetési tapasztalatokra, valós vagyonelemtárra, avultsági mutatókra és vagyoneértékelésre, környezeti és üzemeltetési jellemzőkre épülő, a tárgyi eszközt, mint tervezési alapegységet tekintő tervezési modell alkalmazása (Tettye Forrásház Zrt.⁴), ahol a vízhálózati rekonstrukciótervezés az ún. értékelési modellt alkalmazza, amelyben az egyes vizsgálati szempontokhoz a kritérium fontosságát jelző súlyszám kerül hozzárendelésre.

„Ha a pokolba vezető út jó szándékkal van kiköveve, akkor az elvek terén kötött kompromisszumok rajta az utcalámpák.”

(Garri Kaszparov)

A víziközmű-szolgáltatásról szóló törvényben megfogalmazott alapelvek közül a természeti erőforrások kíméletének elve, az ellátásbiztonság elve, a regionalitás elve és a legkisebb költség elve, előírják azokat a szempontokat, amelyek érvényesülése elvárható a fejlesztések megvalósítása során. A fejlesztések tervezésének folyamatába viszont nincs beépítve olyan ellenőrzési pont, ahol ezeknek a hosszú távú gazdaságos működést biztosító szempontoknak érvényt lehet és kell szerezni. A mérnök szemzőgéből tekintve, egy vízjogi létesítési engedélyezési terv vagy a kiviteli terv készítésekor már nincs jelentős mozgástér a megoldási változatok kidolgozására, a változatelemzésre. Vagy ha ezen a tervezési szinten kezdünk el stratégiai kérdéseket felvetni, akkor nagy a baj. A határidő és költségkeretek között a megrendelő (és ez nem minden esetben a szolgáltató) által megadott műszaki követelményeknek megfelelően kell kidolgozni a részletes terveket, amelyre hatósági engedélyt kell szerezni. A megrendelő által meghatározott változat esetén, ha a döntés előkészítési folyamatából kimarad a vizsgálati szakasz, nem garantált, hogy a rekonstrukció, fejlesztés során a műszaki, gazdasági, környezeti szempontból is optimális, a hatékony működtetést biztosító, összességében legmegfelelőbb megoldás valósul meg.

Természetesen ez a probléma nem állhat fenn, ha az ellátásért

felelős és a szolgáltató rendelkezik olyan kölcsönösen elfogadott, kiérlelt, közép és hosszú távú víziközmű-fejlesztési stratégiai tervvel, amely a teljes ellátási területre vonatkozóan tartalmazza a jelenlegi és távlati terheléseket, a kiépített és működő kapacitásokat, a kapcsolódó területfejlesztési elképzeléseket és azok víziközmű-szolgáltatásra vonatkozó igényeit és hatásait, valamint összhangban áll a víziközmű-fejlesztésekre vonatkozó törvényi alapelvekkel, megfogalmazza azokat a célokat, amelyeket az adott területen a szolgáltató és az ellátásért felelős meg akar valósítani. Egy elfogadott stratégiai tervbe a távlati célokhoz igazodva illeszthetők be az egyes beruházási és felújítási, pótlási feladatok és azok részletesen kidolgozott engedélyezési és kiviteli tervei, de iránymutatást jelent a településfejlesztés lehetőségeinek, esetleges korlátainak, feltételeinek meghatározásában is. A víziközmű-szolgáltatás jelenlegi helyzetére talán még nem ez a jellemző állapot, de vannak olyan, már megvalósult hazai példák, amelyek ebbe az irányba mutatnak, többek között az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv⁵, mint a települési vízgazdálkodás stratégiai dokumentuma.

A GÖRDÜLŐ FEJLESZTÉSI TERV, MINT AZ ÁGAZATI STRATÉGIAI TERVEZÉS ALAPJA

A gördülő fejlesztési tervek - a jogszabályi kötelezettségnek megfelelően -, minden évben elkészülnek, meghatározva a víziközmű-rendszerekre vonatkozóan a beruházási, felújítási és pótlási feladatokat. A MEKH gyakorlata szerint a jóváhagyott gördülő fejlesztési tervekben foglalt forrásigényeket minden évben összesítik országos szinten, de arra vonatkozó adat eddig még egyik évben sem került bemutatásra, hogy ez a forrásigény milyen jellegű beruházási, felújítási és pótlási munkák iránti igényt jelenít meg, pedig ezek az információk ágazati stratégiai szempontból fontos lépéseket alapoznának meg.

Ilyen stratégiai információ lehet, hogy

- mely térségekben áll fenn jelentős kapacitáshiány
- technológiai vagy hálózati jellegű fejlesztésekre van szükség

- indokoltság (elavultság, üzemeltetési biztonság, kapacitás hiány, stb)
- beruházás típusa (rekonstrukció, felújítás, fejlesztés)
- milyen átmérőtartományban és milyen csőanyag tekintetében vannak a legjelentősebb hálózati fejlesztési feladatok
- rövid, közép és hosszú távon milyen volumenben van szükség a tervezői kapacitásra
- rövid, közép és hosszú távon milyen volumenben van szükség a szerelvények, csövek, technológiai berendezések, gépészeti elemek kereskedelmi és gyártói kapacitására
- rövid, közép és hosszú távon milyen volumenben van szükség a kivitelezői kapacitásra
- a hazai és EU támogatási rendszer kialakítása során milyen szakmai súlypontokra kell figyelemmel lenni
- szükséges lehet-e állami intézkedés (szabályozás, támogatás, beruházás) a hiányzó kapacitások biztosítása érdekében
- szükség lehet-e és milyen területeken a fejlesztések egységes színvonalának biztosítása érdekében szakmai útmutatók, jogszabályok megalkotására

A gördülő fejlesztési tervek felelősségteljes és megfelelő elkészítése jelentős ráfordítást igényel a készítésre kötelezettek, jellemzően a szolgáltatók részéről, de a tervek jóváhagyása és a szakhatóság bevonása is olyan mértékű erőforrásokat köt le, amelyek megtérülése a tervekben rögzített információk hasznosítása hiányában nem biztosított.

A fejlesztési források erősen korlátozott rendelkezésre állása esetén különösen törekedni kell a hatékony forrásfelhasználásra, amely a fejlesztések korszerű tervezésével, a korábbi jó gyakorlatok követésével, az egységes tervezési elvek megfogalmazásával és bevezetésével biztosítható.

„A stratégia nem azt jelenti, hogy kiterveljük, mit teszünk majd, ha történik valami, hanem azt, hogy előre kiszámoljuk, mi történik annak következtében, amit teszünk.” (Garri Kaszparov)

⁴ BÉNYEI JÓZSEF „Mindenki másképp egyforma” A pécsi vízhálózati rekonstrukciós tervezésről (Vízű Panoráma 2023/4.)

⁵ Tervezési segédlet az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv készítéséhez (Országos Vízügyi Főigazgatóság – Magyar Mérnöki Kamara Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozata – 2023.)

A korábban már említett, az ellátási területre vonatkozó, elfogadott, hosszú távú víziközmű-fejlesztési stratégiai terv (röviden: Stratégiai Terv) célja, hogy rendelkezésre álljon egy holisztikus és előremutató stratégia, amely felvázolja a távlati jövőképet és a közösség vízkészleteinek kezeléséhez szükséges intézkedéseket.

A Stratégiai Terv iránymutatásként szolgál

- a lakossági és nem lakossági felhasználók részére a szolgáltatás igénybevételének, a távlati vízigények kielégíthetőségének megítélésében,
- az ellátásért felelős részére a folyamatos, magas színvonalú szolgáltatás feltételeinek meghatározásában, a településfejlesztési elképzelések megalapozottságának megítélésében
- a víziközmű-szolgáltató számára az ellátásbiztonság folyamatos fenntartásában, fejlesztésében, a vízkészletek fenntartható használatának és védelmének biztosításában.

A Stratégia Terv összefoglalja a vízellátás és vízelosztás, a szennyvízelvezetés és szennyvíztisztítás feladatait és a pénzügyi tervezés kérdéseit, valamint a környezet védelmét és a közösség általános életminőségének javítását is.

A Stratégiai Terv készítésének folyamata négy feladat egymásra épülő megvalósításából áll össze.

INFRASTRUKTÚRA-ÉRTÉKELÉS

Az infrastruktúra felmérése az első kritikus lépés a stratégiai tervezésben. Ez magában foglalja a meglévő víziközmű-rendszerek infrastruktúra elemeinek átfogó értékelését, a vízbeszerző-, vízkezelő- és tároló létesítmények, a szennyvíztisztító telepek, valamint az ivóvíz-elosztó- és a szennyvízelvezető hálózatok ellenőrzését. Az infrastruktúra-értékelés során nem csak a hálózat műszaki paramétereit, hanem a rendszer megfelelőségét, az aktuális állapotokhoz való alkalmazkodását és üzembiztonságát is ki kell értékelni.

ADATGYŰJTÉS ÉS ELEMZÉS

A pontos adatok képezik a hatékony stratégiai tervezés sarokköveit. Az adatgyűjtés és elemzés elengedhetetlen a megalapozott döntések meghozatalához. Ez a folyamat magában foglalja az adatok gyűjtését különböző szempontok szerint, többek között a

vízminőségről, a fogyasztási szokásokról, a hibastatisztikákról és a jövőbeli igények előrejelzéséről. Az elemzés, előrejelzés során figyelembe kell venni környezetünk folyamatos változását, beleértve az éghajlati, hidrológiai változásokra való felkészülést is.

AZ INFRASTRUKTURÁLIS SZÜKSÉGLETEK AZONOSÍTÁSA

Az infrastrukturális igények, a szolgáltatási színvonal meghatározása a stratégiai terv következő kulcsfontosságú eleme. Az összegyűjtött és elemzett adatok alapján a tervnek azonosítania kell azokat a területeket, amelyek rendszerfejlesztést, korszerűsítést, karbantartási tevékenységet vagy bővítést igényelnek. A szolgáltatás színvonala esetében meg kell azon üzembiztonsági célokat határozni, amik determinálják a fejlesztési igényeket.

HOSSZÚ TÁVÚ CÉLOK KIDOLGOZÁSA

A stratégiai tervezés a jövőbeli igények figyelembevételével olyan hosszútávú célok kidolgozását foglalja magában, amelyek elengedhetetlenek a vízkészletek fenntarthatóságának és a környezet védelmének biztosításához. A víziközmű-infrastruktúra korszerűsítése elengedhetetlen a városi területek éghajlatváltozási hatásokkal szembeni ellenálló képességének javításához, amely eredményességéhez a zöld infrastruktúra hosszútávú tervezésbe integrálása is hozzájárulhat.

A stratégiai tervezés sikeres végrehajtása nagymértékben függ a különböző érdekelt felek aktív részvételétől és együttműködésétől. Ezek az érintettek kulcsszerepet játszanak a terv kialakításában és hatékonyságának biztosításában.

- Kormányzati szervek: az együttműködés kulcsfontosságú annak biztosításához, hogy a terv összhangban legyen az országos stratégiai dokumentumokkal, a jogi szabályozással és hozzáférhető legyenek a végrehajtásához szükséges erőforrások.
- Közösségek: A lakosság bevonása a döntéshozatali folyamatba, a vízgazdálkodás fontosságára való felvilágosítás, aggodalmaik kezelése a terv kezdeményezéseinek jobb elfogadását és fokozott együttműködést eredményezhet.
- Környezetvédelmi csoportok: A környezetvédelemre összpontosító szervezetek és csoportok hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a terv tartalmazza a környezetbarát gyakorlatokat és

megóvja a természeti környezetet.

- Víziközmű-szolgáltatók: A szolgáltatók víziközmű-rendszerek üzemeltetésében, karbantartásában, üzembiztonsági kérdésekben szerzett tapasztalata és szakértelme létfontosságú a sikeres tervezéshez. Az adatok megosztásában, kiértékelésében és a terv ajánlásainak végrehajtásában is aktív szerep jut a szolgáltatóknak.
- Szakértők, tervező-mérnökök: A mérnöki, vízgazdálkodási és vízépítési szakterületek szakértői speciális ismeretekkel és útmutatásokkal biztosítják, hogy a terv megalapozott műszaki elveken és legjobb gyakorlatokon alapuljon, valamint a körülményeket külső nézőpontból, de szakmai szemmel mérlegelve hívhatják fel a döntéshozó figyelmét az összességében legjobb műszaki megoldásra.

A Stratégiai Terv felsorolt fő elemei visszaköszönnek az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv (ITVT) tartalmi felépítésében is. Az ITVT a település környezeti, társadalmi és szociális, a vízzel és víz állapotokkal kapcsolatos igényeit kielégítő olyan vízgazdálkodási alapdokumentuma, mely gazdaság- és környezettámogató, fenntartható vízgazdálkodási feladatokat és azok alapjait egységes, működtethető rendszerben mutatja be. Az ITVT tervezési színtere a település közigazgatási területe, ezért a víziközmű-rendszerek által ellátott területekkel nem minden esetben teljesskörű az átfedés, valamint a vízgazdálkodási területek szélesebb kört ölelnek fel a víziközmű-szolgáltatásnál, viszont a tartalmi és szerkezeti összhang megteremthető a két dokumentum között.

JÓ PÉLDÁK A KÖZELMŰLTBŐL

Az elmúlt években a víziközmű-rendszerek leromlott műszaki állapota, a rendkívüli időjárási helyzetekből adódó káresemények vagy éppen a víziközmű-szolgáltató és az ellátásért felelős átgondolt, felelősségteljes fejlesztési elképzelése eredményeként több településen valósult meg olyan stratégiai tervezési folyamatra épülő fejlesztési projekt, amely jó példaként szolgálhat más fejlesztések esetén is.

Szolnok Megyei Jogú Város Vízgazdálkodási Koncepciója (2021)

Az elmúlt években Szolnok város életében több alkalommal is nehézséget okozott a nagy intenzitású csapadékok kártétele, az elvezető rendszer átmeneti elégtelenségéből adódó szennyvízelöntések, valamint az előregedett ivóvízellátó hálózat gyakori meghibásodása.

Az ivóvízellátó és szennyvízelvezető és -tisztító rendszerek évente elkészült gördülő fejlesztési tervei lokális beavatkozási javaslatokat tartalmaztak az előregedett rendszerek rekonstrukciójára vonatkozóan, de a koncepció módszertana más megközelítéssel fogalmazta meg ezeket a fejlesztési igényeket, előtérbe helyezve a problémák nagy látószögű megközelítését, a rendszerszintű szemlélet fontosságát, valamint a szemléletváltást a problémák megoldásában.

A koncepció módszertana



A koncepció elkészítésének célja, hogy

- Azonosítsa be a város települési vízgazdálkodási létesítményeinek működési problémáit
- Tegyen javaslatot a 2021-2027 tervezési időszakban megvalósítandó fejlesztések tartalmára

- Határozza meg a projekt előkészítési és tervezési feladatait
- Biztosítson szakmai alapot a támogatási kérelem és a beszerzési eljárás dokumentumainak összeállításához

A koncepció felépítése



Az egyes szakági területekre beazonosított problémákból összeállított problématérképek alapján kerültek megfogalmazásra a fejlesztési javaslatok, amelyek összhangban állnak a KEHOP 2021-2027 tervezési időszakra megfogalmazott támogatási céljaival.

A fejlesztési javaslatok alapján összeállított projektjavaslat feladatköre kiterjedt Szolnok Megyei Jogú Város és agglomerációs települései ivóvízellátó és szennyvízelvezető és -tisztító víziközmű-rendszerére is.

A koncepció alapján állította össze az ellátásért felelős a támogatás iránti igénybejelentését. A „Szolnok központi agglomeráció szennyvízelvezetési és -tisztítási fejlesztésének előkészítése” megnevezésű, a KEHOP-2.1.3-15-2022-00103 számú európai uniós forrásból finanszírozott projekt csökkentett műszaki tartalommal valósulhatott meg. A forráshiány miatt a projektben tervezett feladatok előkészítése két ütemben történhet meg. Az I. ütemben a Szolnok belvárosi területek ivóvíz és egyesített szennyvíz hálózatok fejlesztésének engedélyezési szintű tervei és az ivóvíz- és szennyvízkezelési technológiák korszerűsítésének koncepciótervei készültek el 2023-ban.

Problématérkép - ivóvíz



Fejlesztési javaslatok

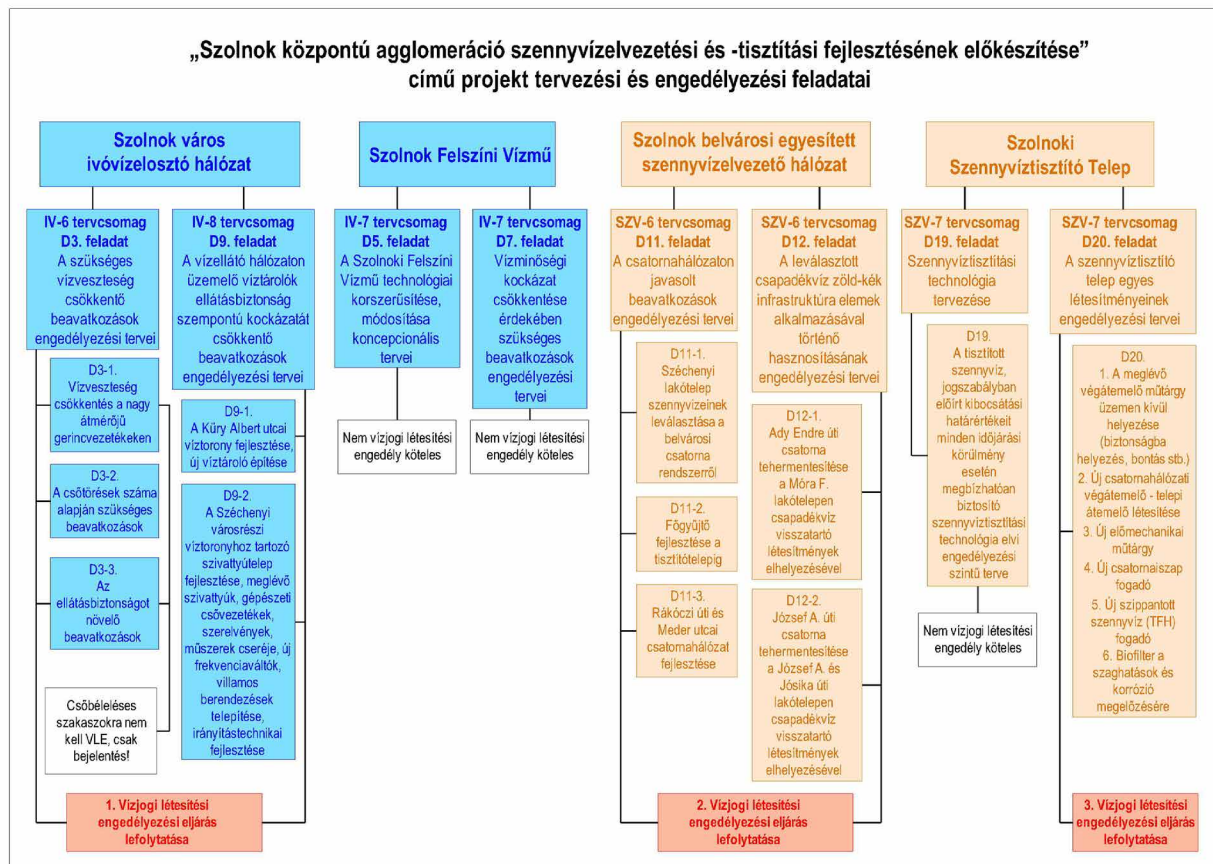
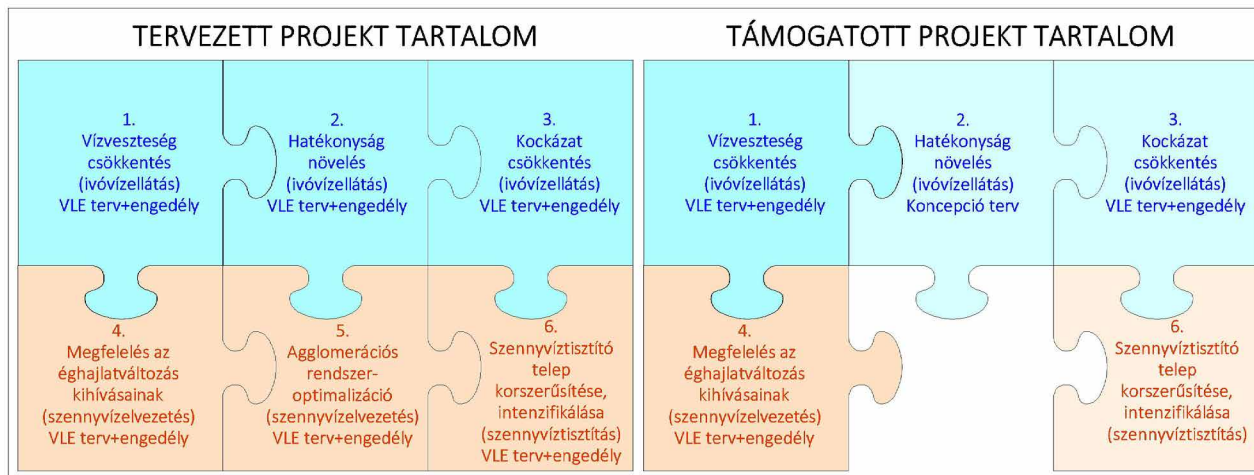
Vízvesztés csökkentés
❖ Digitális közmű nyilvántartási térkép elkészítése
❖ Vízálózat hidraulikai ellenőrzése, hálózati nyomásmenedzment, aktív szivárgáskontroll tervezése
❖ Szükséges beavatkozások részletes engedélyes és kiviteli terveinek elkészítése
Hatékonyság növelés
❖ Vízkivételi és ivóvízkezelő létesítmények technológiai-, műszaki felülvizsgálat, energetikai és szervezeti átvilágítása, kapacitás igények meghatározása, vegyszerhasználat csökkentés lehetőségének vizsgálata
❖ Felülvizsgálat kiértékelése és a részletes hatékonyságnövelő program elkészítése
❖ Szakági engedélyes és kiviteli tervek elkészítése, automatizálási, folyamatirányítási és távfelügyeleti rendszertervek kidolgozása
Kockázat csökkentés
❖ Felszíni Vízmű független energia betáplálása
❖ Vízmű- és érzékelő monitoring rendszer tervezése a vízkivétel fölött a Tiszán
❖ 2000 m ³ -es víztorony statikai megerősítés, gépészeti és elektromos korszerűsítésének tervezése
❖ Felszíni Vízmű GAC adszorber ágy javításának és töltet cseréjének tervezése

Problématérkép – szennyvíz, csapadékvíz



Fejlesztési javaslatok

- Megfelelés az éghajlatváltozás kihívásainak**
- ❖ Digitális közmű nyilvántartási térkép elkészítése
 - ❖ Hálózat hidraulikai felülvizsgálata
 - ❖ Egyesített csatornahálózatról leválasztható rendszerek felülvizsgálata
 - ❖ Az egyesített csatornahálózat lefolyás-modelljezése
 - ❖ Tervezési program elkészítése, jóváhagyása, tervek elkészítése
- Agglomerációs rendszer-optimalizáció**
- ❖ Rendszer hidraulikai felülvizsgálata és a szükséges kapacitásigény meghatározása
 - ❖ Közvetlen bevezetés a Szolnoki Szennyvíztisztító Műbe
 - ❖ Települési végáttemelők és nyomóvezetékek korszerűsítése, bekapcsolásuk az üzemirányítási rendszerbe
 - ❖ Automatizált szagtalanító monitoring és beavatkozási rendszer tervezése
- Szennyvíztisztító telep korszerűsítése, intenzifikálása**
- ❖ Új záportároló és csillapító műtárgy tervezése
 - ❖ Korszerű tisztítási technológia tervezése
 - ❖ Automatizálás, távfelügyelet, minőségellenőrző monitoring rendszer tervezése
 - ❖ Szennyvíziszap hasznosítás tervezése



A Fertőrákos – Sopronkőhida - Sopron rendszer szennyvizeinek közvetlen soproni szennyvíztisztító telepre vezetésének tanulmányterve (2023-2024)

A Sopron északi városrészek és Fertőrákos település szennyvizét szállító transzport rendszer befogadója a Sopron belvárosi területén üzemelő Híd utcai gravitációs csatorna. A befogadó terhelése elérte a kritikus szintet, kapacitásbővítésére a beépítési adottságok miatt nem áll rendelkezésre megfelelő lehetőség, ezért a város településszerkezeti tervében megfogalmazott távlati feladatként szerepel a Virágvölgy, Arany-hegy, Fertő-tó víztelep, Fertőrákos, Kőhida, Tómalom területeken keletkező szennyvizek közvetlenül a soproni szennyvíztisztító telepre vezetése.

A tanulmány keretében elkészült

- a jelenlegi elvezető létesítmények, gravitációs csatornák, átemelők, nyomóvezetékek elhelyezkedésének, mértékadó kapacitásának meghatározása
- a meglévő rendszerre a későbbiekben rácsatlakoztatható területek fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata, a szükséges kapacitásigények feltárása
- a transzportrendszeren szállítandó szennyvíz tisztító telepre kormányzásának lehetséges nyomvonal változatai
- a tervezett nyomvonalváltozatok esetén megszüntetendő és létesítendő átemelő műtárgyak, puffer tározók kijelölése
- a lehetséges nyomvonalváltozatok magassági viszonyainak feltárása, a megvalósítható változatok szűrése
- a kiválasztott változatok elvi magassági vonalvezetésének kialakítása, a lehetséges gravitációs elvezetési lehetőségek bemutatása
- a távlati terhelések becslése, kapacitásigény meghatározása

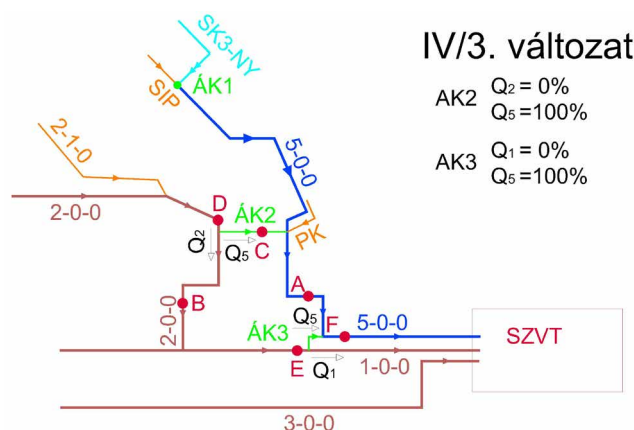
Az elkészült tanulmányban feltárt lehetőségeket a víziközmű-szolgáltató és a tervezők közösen értékelték ki és meghatározták a további vizsgálati irányokat, amely alapján lehetőség mutatkozott a transzportvezeték tisztítótelepre csatlakozó szakaszán egy új gravitációs főgyűjtő kialakítására.

A szolgáltató a projekt továbbfejlesztése keretében készítette el a Sopron 5-0-0 jelű főgyűjtő csatorna megvalósíthatóságát és kialakítását vizsgáló tanulmánytervet.

A tervezés során figyelembe kellett venni a rendezési, szabályozási terveket, a jelenleg kialakult beépítéseket, a tervezési területet érintő, már elkészült terveket, a távlati beépítési elképzeléseket, a területfejlesztés ütemezését, az új főgyűjtőt terhelő távlati szennyvízgyűjtő terület fejlesztési elképzeléseit és a víziközmű-szolgáltató műszaki előírásait.

Az elkészült tanulmány vizsgálja

- a meglévő szennyvízelvezető rendszer és a tervezett főgyűjtő kialakítását,
- a szennyvízrendszer fejlesztésének településszerkezeti kapcsolódásait
- a szennyvíztisztító telepre érkező, technológiára vezetett, elfolyó napi szennyvízmennyiségek idősorát a megelőző négy évre vonatkozóan
- azonos időszakra vonatkozó napi csapadékatokat
- a szennyvízelvezető rendszer mértékadó pontjain különböző terhelési időszakokban kialakuló hozamokat
- a meglévő és a tervezett létesítmények közötti vízkormányzási lehetőségek figyelembevételével kialakítható fejlesztési változatokat
- a kiválasztott 15 fejlesztési változat, valamint a szárazidei és csúcsterhelési időszakok kombinációi esetén a mértékadó pontokon kialakuló hozamokat



ÖSSZEFOGLALÁS

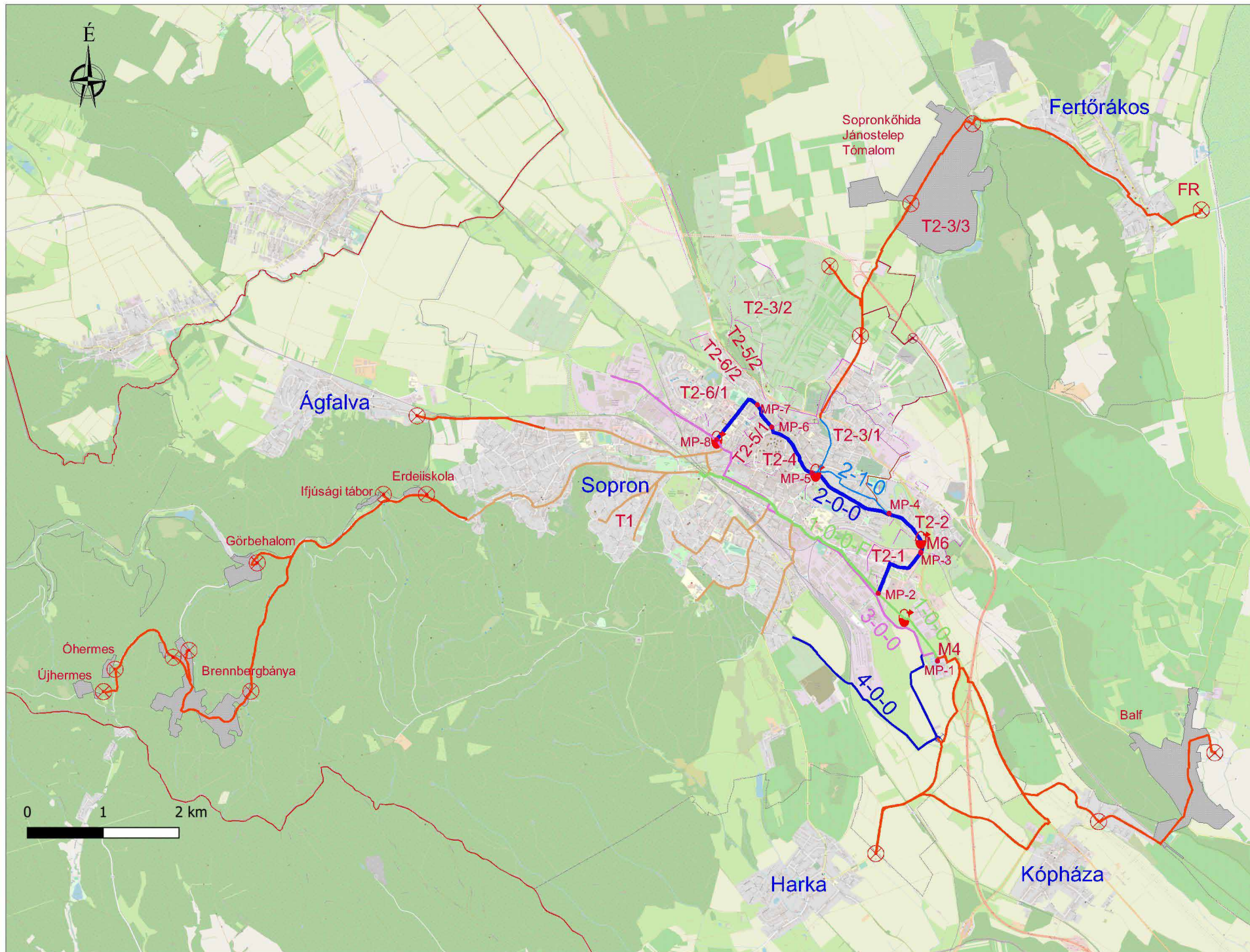
„Elértünk a gödör aljára és most elindulhatunk felfelé”. A remények szerint rövidesen lendületet vesz a víziközmű-rendszerek fejlesztése, újra források áramlanak az ágazatba, melynek hatására ismét elkezdődhetnek a beruházások és a rekonstrukciós munkák. Amikorra a rendelkezésre álló forrásokat el kell költeni, akkor cselekedni kell, már nem lesz lehetőség az elmélyült gondolkodásra, ahogy Lucifer mondja az Ember tragédiája II. színében „A tett halála az okoskodás!”

De addig még biztosan van annyi időnk, hogy átgondoljuk tennivalóinkat, kitaláljuk az optimális megoldásokat, hogy ne csak a jelenlegit építsük újra, a források ne csak elköltésre kerüljenek, hanem hatékonyan szolgálják a víziközmű-ágazat fejlődését.

Winston Churchill brit politikus, miniszterelnök szerint „aki nem tervez, a bukást tervezi meg”. Most még van időnk és lehetőségünk, és ha a források nagysága nem is elegendő a problémák teljes megoldására, de amellet, hogy épülnek új megoldások, arra is felhasználhatók, hogy lépéseket tegyünk további források felhasználásának megfelelő előkészítéséhez.

A stratégiai terv elkészítésével az ellátásért felelős, az üzemeltető és a tervező-mérnök közötti kötetlen együttgondolkodás eredményeként jöhet létre egy olyan fejlesztési elképzelés, amely a támogatási felhívások rövid határidejéhez alkalmazkodva is alkalmas egy támogatási kérelem összeállítására vagy megfelelő fejlesztési források rendelkezésre állása esetén a jól definiálható műszaki feltételek ismeretében a részlettervekkel kiegészítve engedélyeztethető, rövid határidővel vállalkozásba adható. A stratégiai tervezés előnye, hogy egy relatív alacsony ráfordítás mellett, határidő szorítása nélkül lehet gondolkodni, kidolgozni olyan fejlesztési ötleteket, amelyek átgondoltak és igazodnak az országos és helyi fejlesztési koncepciókhoz, új fejlesztési elképzeléseket inspirálnak és nem utolsó sorban a víziközmű-törvényben megfogalmazott ágazati fejlesztési alapelveket is teljes mértékben magukba tudják integrálni.

Rugaszkodjunk el együtt a „gödör aljáról” és tervezzük együtt a jövőt!



Vízű Panoráma / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja

Kiadja a Magyar Víziközmű Szövetség

Felelős kiadó: Nagy Edit / Főszerkesztő: Márialigeti Bence

Szerkesztő Bizottság elnöke: dr. Patziger Miklós

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

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

E-mail: vizmu.panorama@maviz.org

Honlap: www.maviz.hu/vizmu-panorama

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

Lapterv és tördelés: Tary Dávid

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

ISSN: 2732-0340 / Minden jog fenntartva

Adagolástechnika

- ▶ Komplett megoldások
- ▶ Modern technológia
- ▶ Megbízható működés

ProMinent®



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



KREITNER KRISZTINA
PR-, marketing
menedzser
MaVíz
kreitner.krisztina@maviz.org

MAVÍZ HÍREK

Víz Világnap – 2024. március 22.

A Víz Világ napi Gálaest az idei évben újra a Pesti Vígadóban került megszervezésre. Ez az ikonikus helyszín olyan ünnepélyes keretet ad az eseménynek, amely mindenki számára még varázslatosabbá teszi ezt az estét.

AZ IDEI ÉV JELMONDATA: VÍZ A BÉKÉÉRT!

A víz békét teremthet, de olykor konfliktusok forrása is lehet. Ha kevés, ha szennyezett, ha nem fér hozzá mindenki egyenlően, mind-mind feszültséget kelthet közösségek vagy országok között. Világszerte több mint 3 milliárd ember függ az országhatárokat átszelő vizektől. Ennek ellenére napjainkban csak 24 országnak van együttműködési megállapodása a víz közös használatáról.

Az éghajlatváltozás hatásai egyre jobban érezhetőek, a népesség növekedésével együtt sürgősen szükség lenne az országhatáronkon belüli, és az országok közötti összefogásra legértékesebb erőforrásunk védelme és megőrzése érdekében.

A víz világnapján mindannyiunknak össze kell fogni a vízért, ezzel is segítve a béke megteremtését – lefektetve egy virágzóbb holnap alapjait.

Az ünnepeken átadásra kerültek a Víz Világ napi Emlékérmek, a Víziközmű Ágazatért Érdemérmek és a Reitter Ferenc díj is.

Magyar Víziközmű Szövetség Víz Világ napi Emlékérmekkel a tagszervezetek által felterjesztett azon kollégákat tünteti ki, akik a víz- és csatornaszolgáltatásban 10 évnél hosszabb időn keresztül kiemelkedő szellemi tevékenységet, illetve különösen hatékony gyakorlati munkát végeztek és a MaVíz szakmai közéletében eredményes és általánosan elismert társadalmi szerepet vállaltak. Az idén 36 kiváló szakember vehette át az Emlékérmeket és a vele járó oklevelet, amelyeket Kurdi Viktor, a MaVíz elnöke és Nagy Edit, a MaVíz főtitkára adták át.

2024-ben Víz Világ napi Emlékérmeket kaptak:

Asztalos Tímea (Kiskunsági Víziközmű-Szolgáltató Kft.)
Barta Tamás (NYÍRSÉGVÍZ Zrt.)
Bécs László (Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.)
Bereczki Zoltán (Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt.)
Bódi Tibor (ÉRV. Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt.)
Bokodi Gyula (Komplex-Siker 21 Kft.)
Borbás Katalin (VASIVÍZ Zrt.)
Cserta István (Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt.)
Dr. Bolláné Zsuppányi Valéria (Észak-zalai Víz és Csatornamű Zrt.)
Farkas Ágnes (Északdunántúli Vízmű Zrt.)
Fördös Péter (AQUA Szolgáltató Kft.)
Gubán Zoltán (Heves Megyei Vízmű Zrt.)
Harangozó Lóránd Lajos (Dunántúli Regionális Vízmű Zrt.)
Hornyák Rudolf (Fővárosi Vízművek Zrt.)
Jakab János (PIPELIFE HUNGÁRIA Kft.)
Kalácska Gábor (AquAcust Vízvesztés-elemző Kft.)
Knyihár Katalin (ALFÖLDVÍZ Zrt.)
Kovács Zsolt (Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.)
Kovács-Biró Katalin Enikő (ALFÖLDVÍZ Zrt.)
Kulcsár Zoltán (Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.)
Magóné Nyiri Csilla (Debreceni Vízmű Zrt.)
Molnár János (FEJÉRVÍZ Zrt.)
Ölveti Lászlóné (Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt.)
Pap Ildikó (Északdunántúli Vízmű Zrt.)
Pintér András Zoltán (Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.)
Polgár Győző (Fővárosi Vízművek Zrt.)
Polgári Krisztián (Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.)
Román Pál (Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.)
Róth Zoltán (ÉRV. Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt.)
Sándorné Pásztai-Tóth Edit (Szegedi Vízmű Zrt.)
Schneiderné Fuchs Mária (BARANYA-VÍZ Zrt.)

Somogyvári Szabolcs (Kaposvári Víz- és Csatornamű Kft.)
Szabó Árpád (Dunántúli Regionális Vízmű Zrt.)
Tanács Zoltán (ALFÖLDVÍZ Zrt.)
Temesvári Péter (BÁCSVÍZ Zrt.)
Tokár Enikő (ÉRV. Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt.)

A Magyar Víziközmű Szövetség Elnöksége 11 évvel ezelőtt alapította a Víziközmű Ágazatért Érdemérem kitüntetését. Az Érdeméremre a Magyar Víziközmű Szövetség Elnöksége terjeszti fel azon kollégákat, akik a MaVíz-ben végzett önzetlen munkájuk által kimagasló, előremutató kezdeményezéseket tettek és így az ágazat egészére ható fejlesztések előkészítésében, eredmények megszületésében vettek részt. Az idén 5 kiváló munkatárs vehette át a magas rangú kitüntetését.

2024-ben Víziközmű Ágazatért Érdemérmeket kaptak:

Balogh Zsolt (Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.)
Debreczeni László (Fővárosi Vízművek Zrt.)
Fókás Gábor (Észak-zalai Víz- és Csatornamű Zrt.)
Szebényi Tibor (Dunántúli Regionális Vízmű Zrt.)
Varga Ákos (Soproni Vízmű Zrt.)

Az idei évben a Belügyminisztériumban rendezett ünnepségen a Víz Világ napja alkalmából az alábbi díjak kerültek átadásra:

Vásárhelyi Pál-díjat kapott:

Csóka Gyula, a DUNA-KÚT Víziközmű Építő és Szolgáltató Kft. műszaki igazgatója

Kvassay Jenő Emlékérmeket kapott:

Bóka József, a Szegedi Vízmű Zrt. értékesítési osztályvezetője
Lajtos István, a Fővárosi Vízművek Zrt. víztermelési mérnöke
Molnár András, az Északdunántúli Vízmű Zrt. informatikusa
Vojtilla László Zoltán, a MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft. ügyvezető igazgatója.

Ahogy az előző években, úgy idén is megkerestük az Erdmér- mes és Belügyminisztériumi kitüntetett kollégákat és feltettünk nekik néhány kérdést a kitüntetéshez kapcsolódóan.

Balogh Zsolt

Mit jelent számodra vízmű- vesnek lenni?

Az ember élete során sokszor válaszolja meg azt a gyakran elhangzó kérdést, mivel is foglalkozol? Én őszinte büszkeséggel adom meg erre a magam választát: vízműves vagyok és a DMRV Zrt. az első munkahelyem immár 35 éve.



Tudatában vagyok annak, hogy amit nap mint nap teszek az jó, hasznos, sőt mi több nélkülözhetetlen. Vízművesként szolgáljuk a lakosságot, az intézményeket, a gazdálkodókat, így szerintem a társadalom működésének egyik alappillére a víziközműellátás. Szakmánk természete miatt rendkívül változatos, minden nap egy új kihívást, új izgalmakat jelent.

Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Nem számítottam rá, de nagyon jól eső érzés volt. Pozitív visszajelzésként éltem meg, hogy amit a legjobb tudásom szerint évtizedek óta tettem, amin folyamatosan munkálkodtam, mások is elismerik. Mindezek mellett azt gondolom, hogy egy ilyen elismerés ugyan az adott személynek szól, de az a közeg, amelyben dolgozik, a munkatársak nagyban hozzájárulnak egy ilyen elismeréshez. Szóval én is elismeréssel tartozom kiváló kollégáimnak.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Talán arra vagyok a legbüszkébb, hogy a DMRV Zrt. története egyik leginkább dinamikus változó időszakában sikerült a Társaság működésének folyamatosságát fenntartani, az új körülményekhez mindenkor igazodni, azoknak megfelelni. Büszkeséggel tölt el a Társaság történetében talán a legnagyobb fejlesztések elindítása és végrehajtása is.

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

Több személynek is köszönhetem vízműves karrieremet, elsősorban szüleimnek, akik szintén vízművesek voltak, így esett választásom erre a pályára. Nagyon jó tanáraim voltak iskolámban, a DMRV Zrt.-nél pedig emberileg és szakmailag is példamutató vezetőimtől kaptam meg azt a tudást és értékrendet, ami nélkül nem kaphattam volna meg ezt a díjat.

Debreczeny László

Mit jelent számodra vízmű- vesnek lenni?

Számomra egyrészt büszkeséget jelent, mert olyan ágazatban dolgozom, ami gyakorlatilag mindenkit érint. Minden ember otthonában ott van a termékünk, illetve mindenhol elszállítjuk a másik végén keletkező „terméket” és megtisztítjuk azt, visszaadva a természetnek. Ez természetesen nagy felelősséget is jelent. Ugyanakkor olyan szakma a miénk, ami akkor működik rendesen, ha halkan tesszük a dolgunkat. Mi akkor dolgozunk jól, ha nincs ezzel kapcsolatban hír. Ez jelenti egyben az egyik legnagyobb kihívást is. És elértünk a másik részhez, ugyanis vízművesnek lenni egyben kihívást is jelent. Folyamatosan meg kell felelnünk a tulajdonosok, fogyasztók elvárásainak, előírásoknak, szabványoknak, jogszabályi környezetnek, az egyre szigorodó paramétereknek, mindezeket úgy, hogy mindezt hatékonyan tegyük.

Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Amikor megtudtam, hogy Víziközmű Ágazatért Erdemérem kitüntetést kapok, rendkívüli meglepettséget és egyben büszkeséget éreztem és érzek azóta is. Nagyon jó érzés visszajelzést kapni, hogy a munkám, amit már több mint 30 éve végzek a szakmában nem csak a szűk környezetemnek és a saját cégemnek hasznos,



hanem az ágazat egészét érintően is sikerült eredményesen dolgoznom és eredményeket elérnem.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Nagyon sok eredményre, munkára gondolok vissza jó szívvel. Ennyi idő távlatában nehéz egy, vagy két dolgot kiemelni. Büszke vagyok arra, hogy ebben a szakmában dolgozom, büszke vagyok a szakma és a kollégáim támogatására. Büszke vagyok arra, hogy minden egyéb körülmény mellett – bár ismerve az ágazat nem könnyű helyzetét – még mindig jól működik a szektor, ami egyértelműen az ágazatban dolgozó kollégák érdeme.

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

Nyilvánvalóan nehéz ezt a kérdést leszűkíteni egy személyre, alapvetően minden kollégámnak cégen és a MaVíz-en belül, mert az hogy egy vezető eredményes tudjon lenni, azt alapvetően és elsősorban a kollégái teszik lehetővé. Ha van egy jó háttér, azt már csak „elrontani” lehet. Ha egy személyt kell kiemelnem, akkor az mindenképp édesapám, aki szintén 37 évig volt vízműves, sajnos már nincs közöttünk, de ő indított el a szakmában 31 éve.

Fókás Gábor

Mit jelent számodra vízmű- vesnek lenni?

Egy nagy család tagjának lenni, bárhol vagy az országban.

Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Nagy meglepetés volt számomra, nem számítottam elismerésre, nem is így érkeztem a Gálaestre, kollégáim nagyon jól titkolták. Kicsit olyan volt, mint amikor a hóhért akasztják.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Erre a díjra! Bár Karikó Katalint idézve: „Az ember nem azért dolgozik, hogy díjat kapjon, hanem hogy valamit megismerjen.” Úgy gondolom, mindenre büszkék lehetünk, amely az ágazatot



előre vitte és viszi, valamint, hogy a kollégákkal az ágazatban tudunk közösen kommunikálni és cselekedni.

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

Néhai vezérigazgatónk, Bein Györgynek – Gyuri bácsinak – köszönöm, aki húsz évvel ezelőtt lehetőséget adott, hogy HR területen helyezkedjek el, egy számomra addig ismeretlen területen próbáljak meg helyt állni. Továbbá, hogy bízott bennem, hogy amely munkával és gondolatokkal elindultam az a társaságunk és a szakma javát szolgálja.

Szebényi Tibor

Mit jelent számodra vízművesnek lenni?

Közvetlenül a nyugdíjkorhatár előtt most már elmondhatom, hogy egész életemben a víziközmű ágazatban dolgoztam, és annak ellenére, hogy ezt az életutat végig egy cégnél töltöttem el, teljes vertikumban lehettem részese a víziközmű-szolgáltatás működtetésének. Alap műszaki végzettségem miatt kezdeti éveimet a műszaki tervezés és technológia üzemvitel területén töltöttem, majd a '90-es években megjelenő minőségügy és folyamatszemplélet fokozatosan a műszaki területről – folyamatszabályozási, projektirányítás, és informatika feladatokon keresztül – eljutottam a felhasználói kapcsolattartás területére. Számomra a felhasználói kapcsolatok irányításán keresztül teljesedett ki a víziközmű-szolgáltatás komplexitása, hogy végeredményben a legfontosabb cél a felhasználóknak megfelelni, azaz a lehetőségek között problémamentesen működtetni a szolgáltatást, de ha bármilyen reklamáció vagy kérdés/kérdés felmerül a felhasználók részéről, akkor azt számukra érthetően és a legoptimálisabb módon megoldhassuk. A víziközmű ágazat nagyon sok lehetőséget kínált nekem az elmúlt évtizedekben, és ezért visszagondolva mindig elégedettség tölt el a pályaválasztásomat illetően.



Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Nagy meglepetésként ért az elismerés, hogy a Szövetség javasolt erre a díjra. A MaVíz-ben már hosszú ideje delegált személy vagyok, de nem gondoltam, hogy ezzel a tevékenységemmel különösképpen kiemelkednék. Itt ezen a helyen is megköszönöm az elismerésre javaslatot tevők és ajánlók elismerését.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Annak ellenére, hogy 40 éven át a víziközmű-szolgáltatásban dolgoztam, nem csak az úgynevezett ranglétrán haladtam, hanem szinte a szolgáltatás egész vertikumában töltöttem be munkaköröket. Elmondhatom, hogy „nyomokat hagytam magam után” a DRV Zrt.-nél. Fontossági sorrend nélkül a legmaradandóbbak: a Társaságnál jelenleg is alkalmazott műszaki információs rendszer (műszaki objektum nyilvántartás, laboratóriumi rendszer, termelés rendszer) kialakításában aktív, meghatározó szakmai szerepem volt, az irányításom alatt került kialakításra a DRV Zrt. központosított ügyfélszolgálatata, projektvezetőként az SAP_ISU vállalatirányítási rendszer, valamint a SCADA központi irányítástechnikai rendszer kialakítása köthető hozzá, valamint a regionális vízművek egységes üzletszabályzatának kialakításában és fenntartásában koordinálásában vállaltam jelentős szerepet.

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

Nehéz egy személyt megnevezni, azonban az, hogy maradtam a víziközmű ágazatban (és a DRV Zrt.-nél) az egyik első vezérigazgatónak, Szántó Imrének köszönhető, aki elősegítette az első évtizedben szakmai fejlődésemet, előre jutásomat nem csupán cégen belül, de a MaVíz jogelődje felé is. Az, hogy megkaptam a díjat a MaVíz vezetőinek köszönhető, és itt Nagy Edit főtítkárra és Kurdi Viktor elnökre gondolok, mivel ők ismerték és tudták megítélni tevékenységemet a Szövetségben.

Varga Ákos

Mit jelent számodra vízművesnek lenni?

A kérdésre röviden az egyik munkatársamtól eltanult mondással válaszolok: „Munkát kerestem, életformát találtam.” A közösség számára biztosítani az ivóvizet, illetve gondoskodni az élővizekbe bebocsátott vizek megfelelő tisztaságáról olyan feladat, mellyel mi, vízművesek könnyen azonosulunk, elkötelezetté válunk, és ez az elkötelezettség óhatatlanul összeköt bennünket. A „vízműveségben” nagyra értékelem azt a kivételes helyzetet, hogy minden körülmények között számíthatok a szolgáltatásban vagy a víziparban, más társaságoknál dolgozó munkatársak támogatására is.

Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Jól esnek a pozitív visszajelzések. Azt pedig különösen jó volt átélni, hogy a kollégák az ünnepségen együtt örültek velem.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

A Soproni Vízmű Zrt. nem a méretével, hanem a minőségi megoldásaival szeretné észre vetetni magát, és ez megítélésünk szerint számos területen sikerült is, melyekhez kétségkívül én magam is hozzájárhattam. A legbüszkébb azonban, nem a technikai eredményeinkre, hanem a közvetlen munkatársaimmal való együttműködésre vagyok. Arra, hogy az elmúlt évtized nehezebb körülményei ellenére is, egymást támogatva, elkötelezetten és módszeresen dolgoztunk a szolgáltatás érdekében, sőt derűnk sem vesztettük el.

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

Egyrészt Tolnai Béla tanár úrnak kell megköszönöm, aki, velem, mint egyetemistával megismertette a szakma alapjait, majd később a Fővárosi Vízműnél igazgatóként is támogatt bennünket, fiatal mérnököket. Másrészt Havas András vezérigazgató úrnak köszönöm meg, ha még tehetném. Andrától rengeteget tanultam, és nagyon sok lehetőséget kaptam, melyekért hálás vagyok.



Csóka Gyula

Mit jelent számodra vízművesnek lenni?

Vízművesnek lenni számomra elkötelezettséget jelent. Elsősorban a csáposkutakkal történő parti szűrés és a kavicsterasz természeti adottságait kiaknázó ivóvíz termelésével, a budapestiek részére jó minőségű és megfelelő mennyiségű ivóvizet biztosítani.



Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Természetesen örültem, és a megtiszteltetés mellett, büszke voltam, hogy több mint 50 éves munkámmal talán sikerült „nyomot hagynom” nemcsak a csáposkutak építésével, hanem az építés technológiai fejlesztésének területén is. Hálás voltam/vagyok a döntéshozóknak, hogy méltónak találtak erre a magas elismerésre.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Arra a korszakra, amikor mintegy 150 db csáposkút építését vezettem építésvezetőként, kiváló munkatársakkal és szakemberekkel a 20-30-as éveimben. A szabadalmimra, melyek közül volt amelyik európai védettséget kapott, és a kútépítésben technológiai fejlődést, majd ennek következtében a küpiacon is sikeres megjelenést eredményezett. Legbüszkébb talán arra vagyok, hogy „akár világrekordnak is mondható”, hogy a közelmúltban 60db csáposkút rekonstrukcióját irányítottam, koordináltam, szakember gárdáját betanítottam, és másfél év alatt kollégáimmal együtt, határidőre, hiánytalanul megvalósítottuk.

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

Talán először is a néhai Fűrész Györgynek, az egykori Kútépítési Osztály osztályvezetőjének, a törpe csáposkút egyik feltalálójának. Aki nemcsak mentorom volt, hanem belém ültette azt a szakmai elhivatottságot, amit a csáposkutak, valamint egyéb típusú kutak építése jelent. Örök érvényű mondása: „a kutakra nemcsak

vigyázni kell, hanem szeretni is kell őket, mert az ivóvíz nem a vízcsapnál, hanem a kutaknál kezdődik” A közelmúltban pedig a Fővárosi Vízművek volt vezérigazgatójának, Keszler Ferencnek, akitől üzleti racionalitást és a versenyszellem fontosságát tanulhattam és Csörnyei Gézának, a Fővárosi Vízművek jelenlegi vezérigazgatójának, akitől a nehéz helyzetek kezelését és azt, hogy az eredményesség záloga a szakmai együttműködés. Természetesen még mindazoknak, akik a több mint 50 éves pályafutásom alatt a munkámat segítették.

Bóka József

Mit jelent számodra vízművesnek lenni?

Kialakult bennem és kollégáimban is egy elhivatottság - mert erre a szolgáltatásra biztosan mindenkinek szüksége van – érezzük, hogy ez egy olyan kihívás, aminek

minden nap meg kell felelni. Biztosan létezik más „szakma” is, ahol hasonlóan dolgoznak, éreznek az ott dolgozók, ... de a vízművesség az más

Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Első pillanatban meglepődtem. Miért is? Majd végig futott bennem az elmúlt 29 év sok-sok pillanata, munkája. Lehet, hogy volt/van, amit jól csináltam? Nagyon jóleső érzés volt, hogy ezt vezetőim ilyen módon értékelték.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Részese lehettem a cég folyamatos fejlődésének, eredményes munkájának, az ágazati feladatok, változások napi munkába történő megvalósításában úgy, hogy az megfeleljen a fogyasztói elvárásoknak is.

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

A cég igazgatói közül (a 29 év alatt hatan voltak) Istókovics Zol-



tánnak, mert szinte minden lehetőséget, bizalmat és támogatást megkaptam tőle a munkám során.

Lajos István

Mit jelent számodra vízművesnek lenni?

Amikor közel 20 éve a céghez kerültem, nem gondoltam volna, hogy most is itt leszek, annak ellenére, hogy nem vagyok vándormadár típus. Aztán egy családi légkört találtam, sok jó embert, kollégát. Mikor aztán az „öregek” sorra nyugdíjba mentek, elhunytak, elmentek a cégtől, az esetek többségében valamennyire személyes veszteségként éltem meg. Kicsit olyan a cég, mintha a családom lenne...

Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Meglepődtem, majd büszkeséget. Közel 30 éve dolgozom gépszemnéként. Konkrétan díjat, elismerést a közvetlen főnökeim elismerésén kívül a munkámért még nem kaptam, de nem is számítottam rá. Nem díjakért dolgozom. Ezelőtt is a legjobb tudásom és ismereteim szerint végeztem a munkámat és ezután is úgy fogom. Azért jól esett, ahogyan a kollégák gratulációi is, mikor megtudták!

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Jó kérdés. Alapvetően a kollégákra, akikkel együtt dolgozhattam és dolgozom, de ha néhány dolgot mindenképpen ki kell emelnem, akkor arra, hogy kiépítettünk egy diagnosztikai rendszert a cégnél, de arra is büszke vagyok, hogy az utóbbi években rengeteg szivattyút cseréltünk ki az energiahatékonyság-javítás keretein belül a kútsorokon, gépházakban, illetve pár gépházat átépítettünk gépészetileg, a jelentősen megváltozott lakossági igényekhez igazítva. Jó néhány esetben az én elképzelésem alapján megtervezve. Büszke vagyok a gépházak átépítésének előzetes megtérülés-számítási módszerének kitalálására, és a



nemzetközi projektekben való részvételekre is.

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

Egy konkrét személyt nem emelnék ki. Ismeretek terén sokat köszönhetek Józsa Pista bácsinak és Major Sanyi bácsinak, akik sajnos már nincsenek köztünk, de sok volt és jelenlegi kollégáknak a segítségét és a velük végzett közös munkát kellene megköszönnöm, így senkit nem szeretnék azzal megbántani, hogy a felsorolásból kihagyom. A velük való együttműködés, néha vitákkal dúsítva, viszi előrefelé a munkát, és az ismeretek bővülését is és talán a cég hasznára is válik.

Molnár András

Mit jelent számodra vízművesnek lenni?

Vízművesnek lenni számomra egy tradícióra büszke, egymást támogató, innovatív csapathoz tartozást jelent.

Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Természetesen megtisztelő és felemelő érzés volt.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Pályafutásom során lehetőségem volt olyan projektekben részt vennem, melyekben alkalmazhattam szakmai tudásomat. Ezek eredményei ma is segítik kollégáim munkáját.

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

Hosszú pályafutásom során sok vezető támogatását élvezhettem. Ha mégis ki kell emelnem egy személyt, akkor elsősorban Rácz Attila vezérigazgató úrnak szeretnék köszönetet mondani.



Vojtilla László

Mit jelent számodra vízművesnek lenni?

Számomra nagy és életemet is meghatározó élmény a víziközműves szolgálat. Az egyik legfontosabb és egyben az egyik leginkább összetett felkészülést kívánó hivatás

ez. A legfontosabb élelmiszert, a tiszta ivóvizet mi biztosítjuk az embereknek. Enélkül nem alakulhattak volna ki a milliós nagyvárosok sem, mert az ismétlődő járványok kiűritették volna a házakat. Ehhez a biztonsághoz a szennyvíz elvezetésére és szakszerű tisztítására is szükség van. Sok ókori város azért tűnt el a térképről, mert nem foglalkoztak a keletkező szennyvizekkel. Ha ezt végiggondoljuk, akkor érezzük át azt, hogy milyen óriási értéket adunk a fogyasztóink számára.

Mit éreztél, amikor megtudtad, hogy az idei évben ilyen rangos elismerésben részesülsz?

Nagyon jól esett az elismerés. Végigfutott a fejem, hogy ezt valóban megérdemlem-e, de aztán - belegondolva a mintegy 40 éves pályafutásomba - megnyugodtam, és nyugtáztam, hogy igen.

Mire vagy ma a legbüszkébb a pályafutásodból?

Nem egyszerű kiemelni néhány dolgot az eltelt évtizedekből. Talán az 1995–2011-es időszak eseményei illenek ide. Ez idő alatt egy gazdaságilag és emberileg elbizonytalanodott szolgáltató céget sikerült egyenletesen fejlődő, stabil munkát kínáló vízművé fejleszteni. A víziközművek műszaki állapotán is sikerült sokat javítani, na meg egy állandó veszteséget termelő fürdő egység - a Barlangfürdő - jól eltalált fejlesztésével sikerült azt nyereségessé tenni, majd tovább adni a későbbi üzemeltetőjének. A 2006-os vis major minősítésű, vízszennyeződés eseményre adott válasz szakmai vitái is ekkor futottak le, és büszke vagyok arra is, hogy a rendelkezésre bocsátott keret magas színvonalú, másfél évtizede még újdonságnak számító, hosszú élettartamú technológia számára sikerült felhasználni. A Miskolctapolcai Vízmű ultraszűrő



membránjairól a közeli jövőben fog a csőhálózatba kerülni az ötvenedik millió köbméter, nagyon tiszta ivóvíz.

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

Elsősorban a szüleimnek, természetesen. A személyiségem fejlődésében a középiskolai osztályfőnökünknek, Pirkó Bélának, aki a Földes Ferenc Gimnázium matematika tanára volt, illetve az első és legjobb szakmai támogatómnak, Kádár Sándornak, aki a Borsodvíznek és jogelődjének a főmérnöke és igazgatója is volt.

A Magyar Víziközmű Szövetség az idén 22. alkalommal ítélte oda a Reitter Ferenc díjat.

A 2024. évi Reitter Ferenc díjat a Magyar Víziközmű Szövetség Elnöksége mérnöki, tudományos és oktatói munkájáért

Dr. Liczkó Istvánnak, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszéke címzetes egyetemi tanárának ítélte oda.

A Reitter Ferenc díjat V. Németh Zsolt államtitkár úr és Kurdi Viktor elnök úr adták át a Tanár Úrnak! A díjjal a későbbiekben készül egy nagy interjú, amelyet szintén itt, a Vízmű Panoráma hasábjain fogunk megosztani Önökkel.

Ezúton is újra gratulálunk a kitüntetetteknek a víziközmű ágazat minden dolgozója nevében!

„Az embernek, mert célja nagy,
Hát kell a másik ember,
Csak szépen összefogva hat;
Sok víz hajtja a malmokat,
Sok cseppből áll a tenger.”
(Friedrich Schiller)

PORTRÉ

Dr. Licskó István



Dr. Licskó István professzor Úrral abból az apropóból beszélgetünk, hogy 2024-ben ő kapta a Reitter Ferenc díjat, melyhez ezúton is gratulálunk.

Márialigeti Bence (MB): Reitter Ferenc egyfajta polihisztor volt a maga szélesebb szakterületén: foglalkozott vasúttal, építési szabályzattal, elkészítette a mai Nagykörút helyén kialakítandó hajózható csatorna terveit, Buda és Pest csatornázásának tervét.

Életutadat tekintve szintén sok területet bejártál: foglalkoztál természetes vízfolyásokkal kapcsolatos feladatokkal, környezetvédelmi hatástanulmányokkal, ipari és kommunális szennyvíztisztítással, ivóvízkezeléssel, modellezéssel.

Hogyan tekintesz a kapott díjra?

Dr. Licskó István (LI): Mielőtt a kérdésre válaszolnék szeretném tisztázni, hogy ez utóbbi szakterületet, a modellezést nem a mostanában elterjedt értelmezésében használtam. Én ugyanis bizonyos technológiai folyamatok laboratóriumi léptékű modellezését végeztem abból a célból, hogy felmérjem, adott - technológiai szempontból fontos - folyamatok megvalósítása milyen körülmények között lenne optimális.

Visszatérve az eredeti kérdésre: nagyon nagy megtisztelte-

tés számomra, hogy ezt a díjat megkaptam, hiszen a víziközmű szektortól kaptam, míg én csak egy kis szeglettel foglalkoztam, mégpedig elsősorban víz- és szennyvíztisztítási technológiákkal és azon belül is kémiához kötődő részfolyamatokkal. Úgy is mondhatom, hogy kémiához köthető fizikai folyamatok alapjait próáltam megismerni és ez alapján a leghatékonyabb gyakorlati hasznosítás receptjét megadni.

MB: De kezdjük az elején: honnan kerültél a szakma közelébe? Az önéletrajzodat tekintve, mintha tanárnak készültél volna.

LI: Középiskolában a Petrikbe jártam, amely egy vegyipari technikum volt. Az iskola ma is meg van, Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola a neve. Színvonalas intézmény volt már akkor is és megszerettették velem a kémiát. Én azonban úgy gondoltam, hogy ha én meg akarom érteni és jól ismerni a kémiát, akkor bizony ehhez lényegesen több fizikát kell tudnom, mint amit a vegyészeknek akkoriban oktattak. Ezért kémia-fizika szakra jelentkeztem az ELTE-re. Nehéz volt, de azt mondom, megérte. Egyébként a kémia-fizika szakos hallgatókat zug vegyésznek tekintették a vegyész végzettségűek, mert ritkán mentek el tanárnak, többnyire vegyészként, néha fizikusként helyezkedtek el.

A fizikát persze önszorgalomból is megtanulhattam volna, de annyira már ismertem önmagam, hogy erre nem lettem volna képes, kellett a külső kényszer. Nekem mindenesetre nagyon hasznos volt, mindazzal együtt, hogy nehezebb is volt.

Azután az akkori kor viszonyainak megfelelően elsősorban az egyetemen szerettem volna maradni, de erre nem volt lehetőség, mert korlátozott felvételi lehetőségek mellett a vegyész tanszékek persze elsősorban vegyészeket alkalmaztak kezdőként, gyakornokként. És ekkor kapóra jött egy lehetőség, hogy a VITUKI-ba menjek.

Igazából a szerves kémia érdekelt, már petrikes koromban gyógyszer vegyész akartam lenni. De emellett a szennyvízes irány is érdekelt, főleg azért, mert a szennyvízre nem hulladékként te-

kintettem, hanem nyersanyagként és olyan hasznosítható anyagcsoportot láttam benne, amellyel szívesen foglalkoztam volna.

MB: És egyébként a szerves kémia vagy gyógyszeripar felé való vonzalmadnak volt valamilyen előzménye? Valami élmény vagy családi indíttatás? A kémia egy nagyon szűk terület...

LI: Talán 12 éves lehettem, amikor születésnap ajándékként a bátyám, aki 12 évvel idősebb nálam, egy kis dobozt vett, aminek az volt a neve, hogy kis kémikus. Ezt ezért tette, mert akkor már humán területen dolgozott, filozófia-magyar szakot végzett és saját bőrén tapasztalta meg, hogy milyenek egy bölcsész elhelyezkedési lehetőségei és milyen módon értékelik a munkáját anyagilag. Azt mondta nekem, hogy inkább műszaki, természettudományos területen próbálkozzam. Ezért kaptam ezt az ajándékot. Ebben a dobozban volt jó néhány vegyszer és együtt csináltunk alapvető kémiai kísérleteket.

A kísérletezgetéseknek az lett az eredménye, hogy én nyolcadikos koromban nagyon határozottan kijelenttem, vegyész leszek. Tekintettel arra, hogy elég sokat betegeskedtem, édesanyámnak nem nagyon tetszett a dolog. Azt mondta, nagyon sok laborgyakorlat van a Petrikben, szó sem lehet róla, hogy odamenjek, egy évet sem fogok tudni elvégezni, hiszen betegségre hajlamos vagyok. De végül belenyugodott, hogy oda adtam be a jelentkezésemet. Azt gondolta, úgyszólván a felvételin. A közel tízszeres túljelentkezés ellenére felvettek. Végig is jártam. Négy év alatt talán, ha két hétnyi mulasztásom jött össze betegség miatt. Rendkívül nagy gyakorlatra tettem szert az eszközök és a vegyszerek kezelésében, olyannyira, hogy az egyetemen tulajdonképpen túl sok újdonságot legfeljebb a műszerek tekintetében kaptam.

Nem volt különösebb vizes hátterem. A vízhez való közeledésem valamikor egyetemista koromban alakult ki bennem, amiben nagy szerepe volt az üzemlátogatásoknak. Vittek minket üzemlátogatásra már a Petrikben is, de az egyetemiek maradandóbb élményt jelentettek. Jártunk gyógyszergyárakban, vegyipari üzemekben, de jártunk a Ferencvárosi Átemelőnél és a Dél-pesti Szennyvíztisztító

Telepen is. Talán furán hangzik, de egyöntetűen azt tapasztaltuk, hogy a legnagyobb rendezetlenség és kosz a gyógyszergyárakban van, míg legtisztább, legrendezettebb benyomást a szennyvíztisztító telep nyújtotta. A látvány, a bemutatás, minden tökéletes volt, mind a Ferencvárosi Átemelőnél, mind a Dél-pesti Telepen. Talán ennek volt a legnagyobb szerepe abban, hogy második opcióként a szennyvíz szerepelt.

A VITUKI-ban a volt középiskolámból ismertem többeket, akik technikusként oda kerültek és nagyon jó véleménnyel voltak a VITUKI-ról, nem volt tehát teljesen ismeretlen az intézet.

Mivel végzés után a gyógyszer vegyészirányba nem tudtam elmenni, szívesen ragadtam meg a VITUKI-ban adódó lehetőséget. Utólag azt mondom, hogy abszolút nem bántam meg. Álom volt a gyógyszer vegyészesség, de azt hiszem, hogy Magyarország egyik legjobb munkahelyére kerültem azzal, hogy a VITUKI-ba felvettek. Ugyan szennyvízzel szerettem volna foglalkozni, de mivel azt mondták, hogy ott sokan vannak, ivóvízes területre kerültem, amit hamar meg is kedveltem. És hát végsősoron, ha az ember érdeklődik, fontosnak találja azt, amit csinál, akkor bárhol megtalálhatja azt, ami nagyon is érdekes lehet számára és azt is, ahol valamilyen kis szegletben valami újdonságot csinálhat. Abban, hogy megszerettem az ivóvízzel való foglalatosságát, rendkívül nagy szerepe volt két személynek: dr. Kőrös Zoltánnak és Bulkai Lajosnak. Kőrös Zoltánnal egy szobában ültem. Ő valamikor a világháború után kapta közvetlenül a diplomáját, tehát lényegesen idősebb volt nálam. Sokat tanultam tőle. Bulkai Lajostól is nagyon sokat tanultam. Ő szintén idősebb szakember volt és egyben az osztályvezetőm is. Nagyon sok helyre vitt el magával már a kezdet kezdetén, így két-három év alatt gyakorlatilag az ország összes olyan üzemében többször is jártam, ahol valamilyen víztisztítási technológiát alkalmaztak. Ez még a hetvenes évek legeleje volt, nem volt sok ilyen hely. Voltak a felszíni víztisztító üzemek és elvéve néhány olyan hely, ahol felszín alatti víz tisztítására is sor került. Közben az embernek szerencséje is van időnként. Érkezett a VITUKI-ba egy olyan mérőműszer, ami Európában sem volt túl gyakori, de a Kelet-európai blokkban egyáltalán nem létezett. Ez a zéta-potenciál mérő berendezés, mellyel lebegő anyagok elektromos töltésrendszerét lehetett vizsgálni. Akkor

úgy tekintették, hogy ennek olyan nagy szerepe van, hogy még akár üzemirányítási szempontból is szóba jöhet. Nagyon nagy számú mérést, vizsgálatot végeztem a műszerrel és egy idő után arra a meggyőződésre jutottam, hogy üzemirányításra ez bizony nem alkalmas, viszont a víztisztításban rendkívül fontos szerepet betöltő koaguláció és flokkuláció folyamatai kiválóan tanulmányozhatók a segítségével. Egy valódi kutatóintézeti kutató-feltáró munka volt, amit csinálhattam.

MB: Bocsanat, hogy itt, ennél a pontnál megállítalak, de az a kérdés merült fel bennem, hogy a VITUKI-t hogyan kellett ebben az időben elképzelni? Inkább alap kutatási feladatok voltak? Ha igen, azokat ki határozta meg? Vagy ipari kutatási igények voltak inkább jellemzőek? Hogyan kell elképzelni a feladat spektrumot?

LI: Tulajdonképpen mindkettő volt. A VITUKI, mint tudományos kutatóintézet működését a szakterület szerint illetékes főhatóság, az Országos Vízügyi Hivatal költségvetéséből biztosították. Rendkívül szerteágazó területekkel foglalkozott a VITUKI, gyakorlatilag lefedte a teljes vízügyi spektrumot. Víztisztítással, víztechnológiával, szennyvízzel a vízminőségvédelmi intézet foglalkozott, amit ebben az időszakban Benedek Pál, vagy ahogy mi neveztük, a Benedek Pali vezetett. Ez a szerencsémnek a következő fokozata.

MB: Ő volt az első Reitter Ferenc díjas.

LI: Nem is tudtam. Az biztos, hogy megérdemelte, különleges egyéniség volt, külsejét tekintve szintén, mert 2 méter 3 cm magas volt. Rendkívül nagy nemzetközi ismerettséggel rendelkezett, nagyon nagyra értékelték őt külföldön is. Számukra az volt a legfontosabb, hogy rendkívül nagy szabadságot biztosított, ami nem azt jelentette, hogy lehetett volna lógni vagy slendrián munkát végezni, ezt nem tűrte. A feladatok megoldásában nagyon is részt kellett venni és jó minőséget kellett biztosítani. De ha ez megvolt, óriási szabadságunk volt. Egyébként mostanában már erről kevés szó esik, de a víz- és szennyvíztechnológiával, vízminőséggel foglalkozó szakemberek nemzetközi szervezete, az IAWPR (International Association of Water Pollution Research) 1965-ös megalakulásánál Benedek Pali képviselte Magyarországot, mint alapító tagot, majd vezetőségi tag, később tiszteletbeli tag lett. A többször átnevezett szervezet aztán 1999-ben egyesül IWA

(International Water Association) néven az IWSA-val (International Water Supply Association). Véleményem szerint ez egy nagyon fontos dolog volt.

A szerencse egy következő fokozata a pályafutásomban az a bizonyos egészségügyi világszervezeti projekt, aminek révén Magyarország rendelkezésére bocsájtottak ötszázezer dollárt és a vízügyi kormányzat százmillió forintot 1972-től egy három-négy éves időszakra. Ebből a forrásból sok mindenre futotta. Lehetővé vált az intézet épületének teljes átépítése, korszerűsítése. A projektben érintett két vízügyi igazgatóságnál monitor állomásokat lehetett létrehozni, automatikus vízminőségmérő állomásokat, amihez a műszereket a projekt dollár részéből lehetett beszerezni. Lehetőség nyílt a VITUKI korszerű műszerekkel való felszerelésére is. Voltak olyan kémiai analitikai berendezések, amik csak mutatóban voltak addig Magyarországon, a vízügyben egyáltalán nem. Különleges vizsgálatokat is tudtunk végezni, hiszen rendkívül fontos volt az, hogy kis koncentrációkat is meg tudtunk mérni. Ma ez természetes, de ötven évvel ezelőtt, a hetvenes évek elején, közepén ez egyáltalán nem volt hétköznapi dolog, és nemcsak Magyarországon, de a fejlett nyugaton sem. Nagyon nagy szerencsénk volt azzal, hogy a VITUKI-ban mi rendelkezünk ezekkel az eszközökkel és megint csak visszautalok Benedek Pali személyére. Nélküle ez a projekt nem jött volna létre. Az ő egészségügyi világszervezettel és egyéb nemzetközi szervezetekkel való kapcsolatai döntő módon járultak hozzá, hogy a hetvenes évek elején ez a lehetőség létrejöhessen. És a nemzetközi szintérré való kilépést, a tanulmányutakat is ez a forrás tette lehetővé.

Olyan környezetben töltöttem el az első öt-hat évemet, mely teljesen különleges volt magyarországi viszonylatban. És kérdezted, hogy csak kutatásról volt szó vagy esetleg ipari gyakorlati kapcsolatokról is. Az igazság az, hogy magukat a kutatási témákat az OVH határozta meg, de nekik lehetett süggni, hogy mi a fontos. Ezt pedig mi tudtuk, mert láttuk, mivel foglalkoznak külföldön, mi láttuk, milyen problémák vannak, hogyan lehet a kettőt valahogyan szinkronba hozni. De Benedek Pali azt mondta, hogy egy intézet nem lehet egyedül egy bizonyos pénzforrás függvénye, tehát nem hagyatkozhatunk csak az OVH finanszírozta alap kutatási témákra, hanem be kell gyűjtenünk feladatokat a

vízművektől, tervező irodáktól, tehát a gyakorlatban működő, vízzel kapcsolatos intézményektől is. Maga a vízminőségvédelmi intézet nagyon jó összetételű volt, mind szakmai, mind korfa szempontjából. Voltak nagy nevek, de sok volt a fiatal is. Nagyon jó volt a munkatársi közösség. Benedek Pali nem írta elő, hogy bárki készítsen tudományos dolgozatot, a tudományos fokozatra való törekvést. Mi azt belső készítetéből készítettük el és jutottunk oda, ahová jutottunk. Nos, ilyen környezetben felnőni szakmai szempontból nem túl nehéz dolog. És ezért mondom azt, hogy rendkívüli szerencsém volt, hogy itt lehettem és nagyon örülök annak a csaknem harminc évnek, amit ebben az intézetben, a VITUKI-ban töltöttem.

MB: A zéta-potenciál mérő berendezésnél kanyarodtunk el, de visszamehetünk oda, hogy ezzel kezdtél el méréseket folytatni.

LI: Talán sokat beszéltem a háttérrel, de ez számomra nagyon fontos, mert ez kellett ahhoz, hogy oda juthassak, ahová eljutottam. Tehát bizonyos jelenségek mélyebb vizsgálatát tette lehetővé ez a berendezés. Például az egy alapvető kérdés, hogy a koaguláció során képződő (mikro)pehelyek kötődnek meg a lebegőanyagokon, vagy a lebegőanyagok a pelyhek felületén. A nagyon apró lebegőanyagok számára - melyek normál körülmények között elválaszthatatlanok, még szűréssel sem lehet azokat elkülöníteni a víztől - a koaguláció és flokkuláció az egyetlen lehetőség, hogy ülepezhető és szűrhető legyenek. Abban a korban az volt az alap-elképzelés, hogy a kialakuló nagyobb pelyheken kötődnek meg a kis lebegőanyag szemcsék. Én mikroszkóppal vizsgáltam a rendszereket és a mérésekhez is mikroszkópot használtam, de ezt az elképzelést nem tudtam elfogadni. Kételyeimet elmondtam a környezetemnek, akik nem minden tekintetben osztották a véleményemet és azt mondták, ha a közvélemény, a nemzetközi közvélemény, az üzemeltetők más véleményen vannak, akkor nem érdemes azzal szembe menni. De amit én láttam és a megszerzett ismereteim alapján kikövetkeztettem és a mérések segítségével bizonyítékot is találtam rá, az ennek ellentmondott. Egyébként az elméleti szakirodalom szintén olyan következtetéseket fogalmazott meg abban az időben, amire én is jutottam. Én kitaróan követtem a meggyőződésemet és szép lassan azért bizonyos dolgokat elfogadtak abból, amit

mondtam. Többek között ezekhez tartozott az, hogy a vegyszeradagolást, bekeverést milyen módon kell megvalósítani. Nos, ennek a gyakorlatban való bevezetése még mindig nem olyan mértékű, mint ahogyan én azt jónak tartom, de azt tudomásul kell venni, hogy mások az üzemeltetés körülményei, mások egy üzemeltetésben érdekelt cégnek az érdekei, mint egy kutatóé. Az üzemeltetésben rendkívül fontos az, hogy mi mennyibe került. Egy olyan technológiai egység, ami ugyan hatékonyabbá tud tenni bizonyos tisztítási lépéseket, nagyon szigorú gazdasági, pénzügyi körülmények között nem biztos, hogy megvalósítható. Ez az 55 év, amióta én foglalkozom a víztisztítással, gyakorlatilag végig olyan körülmények között telt el, amikor az üzemeltető nem tudott szabadon dönteni, ugyanis a körülmények, elsősorban a gazdasági körülmények foglyai. Gazdasági körülmények foglyai voltak a rendszerváltásig, mert gyakorlatilag a víznek nem volt ára, tehát kaptak egy bizonyos üzemeltetési összeget és kész. Abból fejleszteni, korszerű tisztítási módszereket alkalmazni nem nagyon lehetett. A rezsicsökkentés megint csak olyan külső körülmény, amikor a megfelelő fejlesztést, a legjobb megoldást nem lehet megvalósítani. Volt a kettő között egy köztes időszak, de akkor sem voltak valódi piaci körülmények. Ha a szolgáltatás nem kapja meg azt a minimum összeget, amibe kerül, akkor semmiféle fejlesztést nem lehet megvalósítani. Az adott vízmű vállalatnak tehát nincs döntési szabadsága abban, hogy milyen technológiával, milyen megoldással próbálja elérni a különböző rendeletekben előírt komponens határértékek betartását.

Erre jó példát tudok mondani szűkebb szakterületem, a felszíni víztisztítás területéről. Mit jelent az a felszíni víztisztításban, hogy a legjobb technológia? Nem lehet, és már a hetvenes években sem lehetett volna úgy befejezni a felszíni víztisztítást, hogy a koaguláció, flokkuláció és ülepítés után csak homokszűrőt alkalmazunk. A lebegőanyag eltávolítására ez elegendő, de a szerves anyagok csak nagyon korlátozott módon távolíthatóak el így a vízből. Az oldott szerves anyagok, íz- és szag-anyagok távoltartására kiegészítést kell alkalmazni, amit Európában, tehát a fejlett ipari országokban ózonos oxidációval és ezt követően granulált aktív szén felületen történő abszorpcióval valósítottak meg. Elég nehezen lehetett azt bizonyítani, hogy az ózon és az

aktív szén együtt kell alkalmazásra kerüjön, mert nagyon drága volt. Önmagában mindegyik drága, a kettő együtt nagyon drága. Azt kellett mondanunk, ha választani kell a kettő között, akkor az aktív szén legyen. Sok volt a méltatlankodó megjegyzés, hiszen az ózon nagyon kellemes ízt biztosít a víznek, de a szerves anyag tartalmat nem csökkenti, mert nem lehet anyagi szempontból olyan mennyiségű ózont bepumpálni a vízbe, hogy az ott lévő szerves anyagokat vízzé és széndioxidá oxidálja. Nem oldódik annyi ózon a vízben, hogy ez megvalósítható legyen. Aktív szénnel megoldható, de nem lesz olyan kiváló íze a víznek. Viszont az ózont nem használhatom utolsó lépésként, mert nem lehetek biztos abban, hogy a korlátozott oxidációs folyamat nem hoz létre olyan szerves anyagokat, amelyek veszélyesek lehetnek az emberi szervezetre. Nagy nehezen, hosszú idő elteltével elfogadták ezt az elgondolást és ma már a felszíni-víz tisztítóknál ilyen alkalmazásra kerül sor: ózon és aktív szén. És hogy mennyire fontos volt, egy ilyen komplett rendszer kialakulása, ezt a tisztai cianid szennyezés idején láthattuk.

Nagyon sokat köszönhetek a vízműves kollégáknak. VITUKI-s koromban én gyakorlatilag minden felszíni víztisztító üzembem jártam. Megismertem a technológiákat, több helyen nagyon jó személyes kapcsolatok kialakítására is sor került. Szerintem ez nélkülözhetetlen és nagyon sokat tanultam, mert egy dolog az, hogy az ember ott ül a VITUKI-ban a laboratóriumában vagy itt az egyetemen és bizonyos vizsgálatokat elvégez, és azt mondja, hogy ezt így és így kell csinálni. De kint a gyakorlatban sok minden más, mások a léptékek. Itt egy labor kísérletnél a hidraulikai viszonyokkal nem kell annyira foglalkozni, kint rendkívül fontos. Egészen más áramlási viszonyok alakulnak ki egy nagy műtárgyban, mint az én egy literes laboratóriumi edényemben. És ezt nem lehet figyelmen kívül hagyni. Nekem ebben a tekintetben is szerencsém volt, mert gyakorlatilag mindenütt, ahol vízműben megfordultam, nagyon komoly tapasztalatokat szerezhettem és nagyon komoly segítséget kaphattam az ott dolgozóktól.

MB: Úgy tudom, hogy 30 évet dolgoztál a VITUKI-ban és immár közel 25 évet a BME-n. Mindkét helyen a tudomány a központi feladatkör, de talán a BME közelebb van az üzemeltetéshez. Ebben a váltásban volt-e valami tervezett dolog vagy valami

tudatosság?

LI: Ilyen szigorú különbséget én nem tudnék tenni, nem is volt ilyen motiváció a váltásban. A VITUKI-ban a rendszerváltás környékén nagy változások mentek végbe, ami nem sok jót hozott. Általában véve nem tett jót az úgynevezett ipari kutatóhelyeknek. A kilencvenes évek elején az volt a műszaki fejlesztés, tudomány politikai alapelve, hogy műszaki fejlesztési, kutató intézményeket nem szükséges az államnak fenntartania. Akadémiai kutatóhelyeket igen, de ami nem akadémiai, az hulljon, arra nincsen szükség. Tulajdonképpen erre a sorsra jutott volna a VITUKI is, de a beágyazottsága folytán a kilencvenes évek eleji mély hullámot mégiscsak valahogy túlélte. A vízművekkel való jó kapcsolata és együttműködése segített abban, hogy át tudja vészelné a nehéz időszakot. Az állami támogatás drasztikusan lecsökkent, de egyéb forrásokból sikerült komolyabb vérvesztés nélkül túlélni. A vízminőségvédelmi Intézetnél az történt, hogy jött egy angol cég és ajánlatot tett egy közös vállalat létesítésére. Az intézet egy része átment ebbe a vegyesvállalatba, mely három vagy négy év alatt tönkrement. Nem sokkal később jött egy másik angol társaság, az sokkal reménykeltőbb volt, hiszen ennek gerincét a Water Research Center, Európa egyik legjobb vízügyi kutató helye alkotta. Elsősorban vízminőség, víztechnológia tekintetében voltak ők nagyon jók. Az angliai privatizációs hullám következtében azonban a WRC rövid idő alatt teljes mértékben profitorientálttá vált, és ez jelentős változást hozott náluk. A Water Research Center miatt ez jó lehetőségnek tűnt, létrejött a közös vállalat (VITUKI Consult Rt.) és a vízminőségvédelmi intézetből többen voltunk, akik átmentünk. Nem volt jó választás. Másfél év alatt erre rájöttem. És lélekben már otthagytam ezt a közös vállalatot, de visszaút nem volt. Közülük egy időben, a '90-es évek közepén került ide a BME-re tanszékvezetői beosztásba Somlyódy professzor, akivel 1972-től kollégák voltunk a VITUKI-ban, sőt, volt egy olyan rövid időszak, amikor Laci megkapta a lehetőséget Benedek Palitól, hogy egy önálló kutatócsoportot hozzon létre a Sajó egyik mellékfolyójának vízminőségi modellezésére, és annak a csoportnak én is tagja lettem a '70-es, '80-as évek fordulóján. Időközben Somlyódy Laci az IIASA-ba került (International Institute for Applied Systems Analysis), ami Bécs mellett működik a mai

napig. Ezzel a közös munkánk akkor lezárult, de a kapcsolatunk megmaradt. Benedek Pali nyugdíjba vonulásakor Somlyódy lett a vízminőségi Intézet igazgatója, és a '90-es évek elején rövid ideig a VITUKI főigazgatója is volt, de a IIASA újabb két évre „elcsábította”. Amikor visszajött, akkor tanszékvezetőként ide került, de korlátozott lehetőségekkel. Nem tudott új embereket felvenni, mert az egyetemen akkoriban nagyon komoly létszámstop volt. Viszont nagyon jó kapcsolata volt az akadémia akkori elnökével, Glatz Ferencsel és emellett az MTA műszaki osztályának vezetője is lett. Az akadémia elnöke akkor egy olyan programot indított, hogy minden egyes szakterületnek ki kellett dolgoznia egy stratégiát a következő húsz-harminc évre, hogy mit kellene Magyarországnak tennie ahhoz, hogy megfelelő gazdasági, műszaki kulturális fejlődésben egyre közelebb kerüljön Európa fejlettebb részéhez. Somlyódy elérte az akadémia elnökénél, hogy egy vízügyi stratégia is készüljön. Az akadémia biztosított pénzt arra, hogy egy akadémiai kutatócsoport a tanszékre kihelyezve működni tudjon. A működési költségeket az akadémia biztosította, a helyet és működési körülményeket a tanszék vállalta. És így néhány személy alkalmazására is sor kerülhetett. Ekkor kért fel engem Somlyódy professzor, hogy csatlakozzam ehhez a társasághoz. Ide kerültem és másfél év elteltével egyik kolléga nyugdíjba ment a tanszékről és azt az állást megkaptam. Így lettem BME-s dolgozó.

MB: Most 2000 környékén járunk?

LI: 1999-ben. Én 1998 elején kerültem az akadémiai kutatócsoporthoz, igen, pontosan azon a napon, amikor Öllös professzor 70. születésnapját ünnepeltük, február 1-jén. Azóta vagyok itt. Azt szoktam mondani, hogy volt négy munkahelyem az életemben két postacímmelem.

MB: Ha már Öllös professzort szóba hoztad: nagy nevekkel dolgoztál együtt, Öllös professzor, Somlyódy professzor, Íjjas professzor és mások. Hogy tekintesz rájuk, erre a tudományos környezetre vagy közege? Jelent ez neked valamit?

LI: Említettem, hogy szerencsés ember vagyok. Erre is ez igaz, volt kitől tanulnom. Voltak olyan személyek, akik meghatározó jelentőségűek voltak. Most, hogy messzebb ne menjünk, a víziközmű szakterületen, habár fiatal terület, legalábbis Magyarországon, maga a gyakorlati része az természetesen nem fiatal, mert aho-

gyan említettem, Reitter Ferenc már megálmodta a budai és pesti csatornahálózatot. Közvetlen utódai meg is valósították. Tehát a gyakorlati megvalósítás tekintetében nagy elődök voltak, de a második világháború után kialakult az a társaság, akik elméleti téren is megfelelő szintre eljutottak, tehát képviselni tudták a világszínvonalat: Benedek Pál, Somlyódy, ...stb. Somlyódy egy kétéves periódusban az IWA elnöke volt. Ő az egyetlen Magyarországról, aki ilyen nagy létszámú műszaki tudományos társaság elnöki székébe került. Benedek Pali a szervezet alapításában vett részt, Somlyódy már eljutott az elnöki székbe. Öllös professzor a gyakorlatban, tehát a műszaki fejlesztés és az ismeretanyag terítésében vállalt felbecsülhetetlen feladatot, amit el is végzett. Tehát Ő nem annyira a tudomány mélységeibe ásta bele magát, hanem a meglévő ismeretek és a gyakorlat összekapcsolásában. Ő jelölte ki azt az utat, hogy nagyon szoros kapcsolatot kell az oktató-kutató helynek a meglévő gyakorlattal kialakítania, és figyelembe venni azokat a körülményeket, amelyek nagyon nagy mértékben közrejátszanak abban, hogy mit lehet az adott körülmények között megvalósítani. Mert szép dolog, ha tudjuk, hogy mi lenne az optimális megoldás. A kérdésed az volt, hogy az egyetemnek talán több a kapcsolata a gyakorlattal, tekintettel arra, hogy az oktatói munkában nélkülözhetetlenek a gyakorlati ismeretek, a konkrét megvalósíthatósági lehetőségek, ezért az egyetemi oktatóknak jól felfogott érdekük a működő víziközmű vállalatokkal való nagyon szoros együttműködés. Igen, de a VITUKI-ban mi ugyanezt mondtuk, ebben a tekintetben nem volt különbség a két intézmény között.

MB: Aktív tudományos emberként, mérnökként érted meg a rendszerváltozást. Szakmai munka tekintetében miben volt a legnagyobb változás? Már beszéltél a VITUKI-t érintő változásokról, de a mindennapi tudományos életet tekintve van-e valamilyen szignifikáns elmozdulás vagy változás a rendszer-változáshoz kapcsolódóan?

LI: Bizonyos dolgok, talán rossz kifejezés, hogy összesűrűsödtek. Az biztos, hogy a '90-es évektől szabadabbá vált a nemzetközi szervezetekben való megjelenés lehetősége és a szakmai eredmények megjelentetése, publikálása. Akkor én is friss akadémiai kandidátusként sokat jártam külföldre. Azt persze nem mond-

hatjuk, hogy korábban erre semmilyen lehetőség nem volt, de sokkal-sokkal nehezebb volt.

Másrészt viszont a kutatásra, műszaki fejlesztésre fordítható összegek rendkívüli mértékben visszaestek. Ahogyan mondtam, az irányadó politika akkor az volt, hogy ezekre a kutatóhelyekre nincsen szükség. És a VITUKI ezt túlélte. Az ember nem gondolhatta, hogy valamikor a 2010-es évek elején egy tollvonással, minden különösebb racionális indok nélkül megszüntetik. Ez sajnos bekövetkezett.

Harmadsorban az alkalmazott kutatások potenciális megbízói köre a '90-es években nagyon visszaesett. Hiszen a vízműveknél a drasztikus fogyasztás csökkenés következtében megint csak rendkívül nagy bevétel kiesés volt, amivel szorult gazdasági helyzetbe kerültek.

MB: És mi volt a helyzet az ipari vállalatokkal?

LI: Nem volt érdekük a fejlesztés, hozták magukkal a hazai megoldásokat, amik többnyire víztakarékos technológiákat jelentettek.

MB: A Vízmű Panorámában ebben a portré rovatban, ahol most a beszélgetést is folytatjuk, többségben üzemeltető cégek különböző személyei bukkannak fel, a tudományos műhelyek résztvevői ritkábbak. Mit üzensz a terepen dolgozók számára?

LI: Az első és legfontosabb a továbbképzés. Minél több ember számára biztosítani a továbbképzést. Akár munkahelyi szinten vagy a műszaki végzettséggel rendelkezők számára valamilyen posztgraduális képzés formájában.

Új feladatok lesznek a közeljövőben. Nem lehet kikerülni azt, hogy bizonyos szennyezőanyagok kibocsátását - a mikroszennyező anyagokra gondolok -csökkentsük. Nem a mikroműanyagokra gondolok. El kell érniük azt, hogy a városi szennyvíz kibocsátásoknál a jelen pillanatban nagyon szigorúnak tekinthető határértékek egy idő után betarthatóak legyenek. Nem a mostani határidőkre gondolok, ezek betartása most lehetetlen. Fel kell ezekre készülni. Ez azonban rezsicsökkentéssel nem megy. Akkor nem megy, ha a hiányzó összeget az állam nem pótolja. Tehát erre a pénzre szükség van. Hogy ez most a víz- és szennyvízdíjakból származik vagy állami kiegészítésből, az más kérdés. De ennek a pénznek meg kell jelennie a víziközmű-szolgáltatóknál, mert enélkül az előttünk álló feladatok nem oldhatók meg.

Fel kell készülni ezeknek a feladatoknak a megvalósítására, arra, amit ma úgy neveznek, hogy szennyvíztisztítás negyedik fokozata.

MB: Sokan a negyedik fokozatként a még hatékonyabb tápanyag eltávolítást tartják számon...

LI: Jó. Lehet, de ez csak egy kis része. Ugyanis, ha arról beszélünk, hogy növényi tápanyag eltávolításnál nitrogén és foszfor, itt nagyon erősen külön kell választani a kettőt. Az egyik csak emberi tevékenységből származik, azzal tudunk valamit kezdeni a szennyvíztisztítási technológiában. A másik az égből jön. A nitrogén gáz, ha korlátozott mértékben is, képes a vízbe beoldódni. Ugyanúgy, mint az oxigén. Nagyon kis mértékben, de képes. És a vízben ott vannak azok a mikroélőlények, nemcsak mikroorganizmusok, hanem planktonok, növények, melyek képesek a vízben oldott nitrogént, tehát a levegőből származó nitrogént nitrogén vegyületté, vízben kiválóan oldódó és a növények számára felvehető nitrogén vegyületté átalakítani. Ettől kezdve a nagyon nagy mértékű, csaknem korlátlan nitrogén eltávolításnak nincs értelme. Mert ha nagyon-nagyon eltávolítottam a nitrogént a szennyvízből, rendkívül nagy költséggel, akkor majd beoldódik a levegőből, a levegő lesz a forrása. Ezért nagyon alaposan és körültekintően kell megtervezni a nitrogén eltávolítását. Nem szabad minden határon túl. Más a helyzet a foszforral, mert a foszfort nem lehet máshonnan beszerezni, mint emberi forrásból. Vannak a műtrágyák, melyek nem pontszerű szennyezőként vannak nyilvántartva, mellyel nem nagyon tudunk mit kezdeni, vagy nagyon korlátozottak a lehetőségeink. A városi szennyvíztisztító telepeken azonban nagyon is el tudjuk távolítani a foszfort. Én láttam olyan foszfor határértékeket, ami oldott foszforra 50 mikrogramm literenként, összes foszfor esetében 0.2 mg/l. És teljesítik. Jó, hát azt a vízművállalatot, amelyiknek ezt teljesítenie kell, azt nem sújtja a rezsicsökkentés.

MB: Ez akkor azt is jelenti, hogy párhuzamosan a visszanyerésre is egyre nagyobb hangsúlyt kellene fektetni.

LI: Igen. Ebben a tekintetben a nitrogén megint csak nem számottevő, mert a levegőből több mint 100 éve használható nitrogén vegyületeket állítanak elő.

Vannak próbálkozások a foszfor visszanyerésére, de egyelőre a gazdaságossága megkérdőjelezhető. A szennyvíziszapban lévő

foszfor visszanyerésére érdemes lenne komolyabb összegeket fordítani, mert a foszfor nagyon komoly mértékben kezd fogyni. De az nagyon sok vizsgálatot igényel még annak ellenére, hogy néhány szennyvíztisztító telep a nagyvilágban már alkalmazza.

Meggyőződésem, hogy néhány évtized múlva rendkívül fontos forrása lehet a foszfornak a szennyvíziszap. És nincs mese, foszforra szükségünk van. Foszforra rendkívül nagy szükségünk van, a DNS szintézishez szükséges energiát az élő szervezetben foszfor vegyületek átalakulása biztosítja. Adenazin-trifoszfát, adenazin difoszfáttá való átalakulása hozza létre azt a jelentős mennyiségű energiát, ami a szintézishez szükséges. Márpedig sejtképződés ezek nélkül nem lesz. Vagyis a foszfor műtrágyát nem tudjuk kikerülni. Szükség van rá. Minél több ember van a földön, annál több foszforra lesz szükség. Tehát itt vannak általunk nem szeretett dolgok, de akár szeretjük, akár nem, a jelenlegi körülmények között kikerülhetetlenek.

MB: Most a foszfor műtrágya helyett lehet szennyvíziszap vagy szennyvíziszap komposzt is.

LI: Természetesen, de annak a gazdasági, gazdaságossági vonatkozásairól nem szabad megfeledkezni. Manapság nehéz egy gazdálkodó szervezetet rábírni arra, hogy szennyvíziszapot használjon nem-élelmiszer növények termesztéséhez. Nem fognak tapsolni. Olyan megoldásokat kell találnunk, hogy a gazdák tapsoljanak. Ezek feladatok, amivel foglalkozni kell. Most nagyon beszűkült azon intézmények száma, ahol valóban megpróbálják a megoldásig vinni a dolgot. De ugyanígy a fejlettebb országokban is visszaszorultak. Ebbe most nem akarok belemenni, de azért nem tudom megállni, hogy ezt a megjegyzést ne tegyem. Visszatekintve az elmúlt 45-55 évre, nem ilyen fejlődésre gondoltam. Tehát ezt nem tekintettem volna 50 évvel ezelőtt korszerű előrelépésnek, ahol most tartunk. Ezt a parttalan profitra törekvő életformát.

MB: Ezt akkor nem is annyira szakmailag gondolta, inkább egy általánosabb nézet.

LI: Igen, de ez nagyon nagy mértékben befolyásolja negatív módon a szakmát. Ugyanis az infrastruktúra, minden infrastruktúrás megoldás távol áll a profit szerzéstől. Bocsánat, nem a profit szerzéstől, mely bizonyos profit kell. De az infrastruktúrához kapcsolódó fejlesztések nem lehetnek profitorientáltak. Mert az

szintén nagyon rossz vizekre vezetné az embert.

MB: Az oktatásnak a helyzetét hogyan látod? Egyrészt színvonalban mennyire állja meg egy európai összehasonlításban a mérnökképzés a helyét, ill. mennyire sikerül összehangolni a szakterületünkön az operatív igényeket és a képzési lehetőségeket?

LI: Tulajdonképpen a víziközmű vállalatok jelenlegi helyzete nagyon jelentősen befolyásolja az oktató intézményeket. Hiszen manapság a víziközmű vállalatok nem tudják a legjobb szakembereiket sem megfizetni. Minden más szakma, szakterület sokkal jobban tudja a szakembereit dotálni, fizetni, mondjuk úgy, megbecsülni, mert rendelkezésre állnak azok az anyagi alapok, melyek ehhez szükségesek. Nézzünk egy érettségi előtt álló gimnazistát, középiskolást. Amennyiben az érettségiző fiatal a víziközmű szakterületet jelöli meg további tanulmányai, majdani tevékenysége területeként, gyanítom, hogy nem nyeri el szüleinek őszinte lelkesedését, mert a szakterület nagyon rossz jövedelmi viszonyai gyakorlatilag mindenki számára ismertek. Tehát amíg ezen a téren nem lesz drasztikus változás és nem becsülik meg megfelelő módon a víziközmű vállalatoknál dolgozó embereket, addig az oktatásban ez negatív módon tükröződik. Kevés a jelentkező, mert miért szerezzen olyan képzettséget, amivel nem tud megfelelő módon elhelyezkedni a piacon.

Negatív hatása van azért is, mert eléggé el nem ítélnélhető módon - és ez megint közvetlenül a rendszerváltás terméke - nem gondoltak arra harmincegynéhány évvel ezelőtt, hogy egy országnak a jeles felsőoktatási intézményeit nem szabad a piaci hatásoknak kitenni. Egy olyan kis ország, mint Magyarország valójában három-négy-öt felsőoktatási intézménynél többet nem tud teljes egészében állami költségvetésből magas szinten fenntartani. De el kell döntenie, hogy akarja-e a jó hírű, nagy múlttal rendelkező intézményeit, felsőoktatási intézményeit megtartani, sőt fejleszteni, vagy ki akarja dobni a piacra és utána néhány év múlva fel lehet számolni őket. Nehéz dolog, szerencsére még nem tartunk itt, de az előjelek nem túl biztatóak. És azért azt érdemes megfontolni, hogy megfelelő szintű felsőoktatási intézmény nélkül egy ország előrelépése nem valószínű, hogy biztosítható. Nem mondom azt, hogy minden egyes egyetemmel avanszált főiskolát

egyetemi szinten az államnak kell eltartania. De meg vannak azok az egyetemek, amelyek már megszerezték a megfelelő reputációt, nemcsak itthon, hanem külföldön is. Ezeknek a fenntartása és fejlesztése kötelező lenne.

MB: Ha jól értem, akkor nem a működtetési forma a kérdés számodra, hanem annak a pénzügyi alapnak a rendelkezésre állása, amit a működéshez az államnak biztosítania kell. És nem az van, hogy aki nem tud elég üzletet szerezni magának, az meghal.

LI: Nem is annyira üzletet, hanem hallgatót. Hallgatót könnyű szerezni, de a jó hírű egyetemeknek stabil anyagi alapokat kell biztosítani és biztosítani kell a fejlődési, fejlesztési lehetőséget is. Nem mindegyiknek, ki kell válogatni azt a féltucat intézményt, amelyik nagyon jó hírrel rendelkezik már és számukra a biztos jövőt meg kell valósítani.

Azt látni ugyanis, hogy vannak olyan tendenciák, hogy fontosabb a több hallgató és akkor lehet engedni a színvonalból. Nem lehet. Ezt csinálják az egyéb egyetemek, a kevésbé híres egyetemek. Ha nagyon alacsony a képzési és követelményi szint, attól szimpatikusabbak lesznek és oda jelentkeznek, mert kevesebb energiát igényel. Átlagos képességekkel rendelkező hallgató számára természetesen az a vonzóbb, ahol kevesebbet kell befektetni és megkapja a diplomát. És ebben a pillanatban még nem tartunk ott Magyarországon, a szakmai színvonal még nem tart ott, ahol Angliában vagy Amerikában, ahol egy nagyon jó nevű egyetemen végzett személy kapásból kiváló állások között válogathat.

MB: Ha arról az oldalról nézzük, hogy a víziközmű ágazatnak milyen tudásra és kompetenciára van szüksége, azt mennyire tudja a BME kiszolgálni?

LI: Az oktatásunk, ezt be kell vallani, nem annyira gyakorlatorientált. Nem is volt az soha. Tehát a nem vezetői beosztásban lévő szakemberek vagy nem felsővezetői beosztásban lévő szakemberek számára valószínű, hogy túlképzettséget jelent a műegyetemi tudásanyag. Ők ebben a pillanatban nem igénylik ezt a szintet. De a középvezetői szint fölött én már szükségesnek tartom. Különösen a következő időszakra vonatkozóan, amikor a víziközmű szolgáltatóknak sokkal keményebb szakmai feltételeknek kell eleget tenniük, mint manapság. Gondolok itt

arra, hogy mind az ivóvízminőségi szabvány, mind a szennyvíz kibocsátásra vonatkozó előírások változni fognak. Előre kell néznünk. Tehát a jelenlegi körülményeknél innen még túlképzett személyeket bocsátunk ki, ebben a pillanatban kisebb is az irántuk való érdeklődés.

MB: Gondolod ezt egyébként a BSC képzésről is, vagy csak az MSC-ről?

LI: A BSC-nél is hasonló a helyzet. Nem vagyunk annyira gyakorlatorientáltak. Itt az a probléma, hogy nagyon általános a képzés. Persze az első három évben az lenne az igazi, hogy nagyon általános képzést kapjanak és ne legyenek szakterületi irányba jól képzettek, hanem mindenből annyit, amit egy építőmérnöknek tudnia kell, teljesen mindegy, hogy mélyépítési területre kerül vagy vízminőség szabályozással fog foglalkozni. A gyakorlatorientáltság pl. Baján sokkal erősebb. Nálunk nem, mert itt szélesebb az általános képzés.

MB: Néha az az érzésem, hogy manapság nem is igazi mérnököket keres az ágazat, hanem biorobotokat. Azt, hogy ehhez hogyan illeszkedik a képzés, azt meg is válaszoltad azzal, hogy a jelenlegi helyzetben túlképzettek lesznek. De akkor hol van az igazság? Akkor végülis mire válasz a képzés?

LI: Na most a jelenleg fennálló nyomorult körülmények között érvényes az, amit mondom. Ha olyan körülmények lennének, amikor megvalósítható lenne annak egy kis része, amire feltétlenül szükség van, máris nem lennének olyan mértékben túlképzettek. Tehát a jelenlegi nyomorult körülmények között érvényes, amit mondtam.

MB: Egy kérdés maradt még. Milyen terveid vannak, milyen gondolatok foglalkoztatnak most?

LI: Hát nézd, 78 éves korában az embernek már szárnyaló, messze mutató tervei nem jó, ha vannak. Kisebbség, rövid távra szólók, azok még lehetnek. Az ember terveit tulajdonképpen a körülményei befolyásolják. Ezek közül 78 éves korra az egészségi állapot már nagyon komoly tényező. Lehet, ebben a pillanatban még nem panaszkodom, úgy érzem, hogy úgynevezett szakértői munkákban, tanácsadói tevékenységben még talán tudok valami pluszt adni a tanszék, a szakma számára, de ez már nem különösebben jelentős. Tehát én úgy érzem, hogy egy olyan

6-8 évvel a nyugdíjba vonulásom után alapjaiban befejeztem, de kisebb dolgok még azóta is megvalósításra kerültek. Nagy fájdalom az, hogy nem fejeztem be, épphogy csak elkezdtem két tankönyv vagy egy bő tankönyv elkészítését, de mindig valami közbejött és félretoltam. Nem tudom, hogy merjek-e vállalkozni arra, hogy még egyszer előszedem és nekivágok. Ezt korábban kellett volna, egyebeket kellett volna félrelökni. Hát valószínű, hogy ez kimarad, félek attól, hogy ezt már nem tudnám olyan jól megcsinálni, ahogy szeretném. De nem lehetetlen, hogy még veszek egy nagy-nagy-nagy levegőt és próbálkozom. Az oktatást nagyjából befejeztem. Szerettem csinálni, de amikor nyugdíjba mentem, az teljesen egyértelmű volt, hogy akkor a nappali oktatástól teljesen visszalépek. Új körülmények vannak, a hallgatók jellege is megváltozott, valószínű, hogy velük én már annyira nem tudtam volna szót érteni, mint a nálam harminc évvel fiatalabb kollégák. De különben is, ezt nekik kell csinálni. Egy öreg ember mit mondhat? A harmincon, negyvenen túljutott korosztálynak kell ezt megvalósítani.

MB: Akkor ahogyan szokták mondani, egyre jobban mész bele a jól megérdemelt pihenésbe.

LI: Hát igen. Tulajdonképpen az is jó lenne, mert hiszen lelki szemeim előtt ott sorakoznak azok a könyvek, melyeket idős koromban szerettem volna elolvasni. Talán hozzájutok, de ez ellentmond annak, hogy vajon akarom-e ezt a két elkezdett tankönyvet folytatni.

MB: Sok erőt és frissességet kívánok akár az olvasáshoz, akár a tankönyv íráshoz. Köszönöm az interjút.

Idén is lehet szavazni az „Év cikke” díjra!

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

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

A szavazásra április 3-tól július 31-ig van lehetőség. A szavazás online formában történik, a linkek a MaVíz honlapján és a MaVíz hírlevélben lesznek elérhetőek.

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

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

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

Köszönjük,

A Vízmű Panorama és a MaVíz csapata



TOLNAI BÉLA
okl. gépészmérnök
BioModel Bt.

tolnaibela51@gmail.com

SZAKMÁNK MEGALAPOZÓI

FOURNEYRON, Benoit (1802 – 1867)

FRANCIA MÉRNÖK



Fourneyron 1802-ben Loir-menti Saint-Étienne-ben született. Apja matematikus volt. Az l'Ecole des mines de Saint-Etienne (Bányászati Főiskola) első diplomázó hallgatói közé tartozik. Halasztással kezdi a főiskolát fiatal kora miatt, de kitűnően végez 1819 ben.

Első munkáit korábbi professzorától kapta, De Gal-

lois azzal bízta meg, derítse ki, hogy az Alais-i medence alkalmas-e kohászatra. Nem sokkal később a Creusot-i bányák feltárási munkáiba kapcsolódik be. Jelentős kohászati létesítmények megvalósításához járul hozzá.

A főiskola alapító igazgatója megbízta a St Etienne – Andrézieux vasútvonal tanulmánytervének elkészítésével.

1827 áprilisában fiatal mérnökként egy 6 LE s (1,5 m-es ráfolyású) hidraulikus próba turbinát mutat be, amelynek teljesítményét a fejlesztési munka során 40 LE-ig emeli. Ez a találmány valójában a Bányászati Főiskolai professzorának, Claude Burdin tanulmányának tökéletesítése, melyet a Tudományos Akadémián még 1824-ben mutattak be.

A szabadalom 1832-ben kerül bejegyzésre a következő név alatt: „általános és folytonos nyomás alatti kerék”. Még ugyanebben az évben a Tudományos Akadémia is elismeri a nagyszerű műszaki teljesítményt. A turbinát azonnal alkalmazzák egész Európában, majd Amerikában is.

1835-ben megtervezi az első nyomás alatti vezetékét, mellyel lehetőség nyílik a houille blanche (vízienergia) hasznosítására.

Fourneyron 1837-re egy percenként 2300-as fordulatszámú, 80%-os hatásfokú, 60 lóerős turbinát készített, amelynek lapátja 30 cm átmérőjű volt, és alig 18 kg-ot nyomott. Ennek számos előnye volt a vízikerekkel szemben – többek között az, hogy a tengelye függőleges lehetett, a kerék tehát vízszintes síkban foroghatott. A turbina azonnal világsikert aratott, és ipari hajtásra használták Európában, valamint az Egyesült Államokban – különösen az új-angliai textilgyárakban.

1850-ben a Chambon-Feugerolles-nál helyezték el, hogy tökéletesítse a turbináját és egy öntöde megalapítását is magára vállalja. 1855-ben készült el a turbina fejlesztett változata, amelyből számos darabot készítettek és a világ különböző tájain építettek be. Még a Niagara-vízeséshez is került belőlük.

A találmány igazi fontossága azonban csak jóval halála után, 1895-ben tűnt ki, amikor áramfejlesztő generátorokat hajtó Fourneyron-turbinákat állítottak működésbe a Niagara-vízesés amerikai oldalán.

Fourneyron felismerte a gőzturbinákban rejlő lehetőségeket, ám a megfelelő minőségű anyagok és a gyártási tapasztalat hiánya megghiúsította, hogy kielégítően működő gőzturbinát készíthessen.

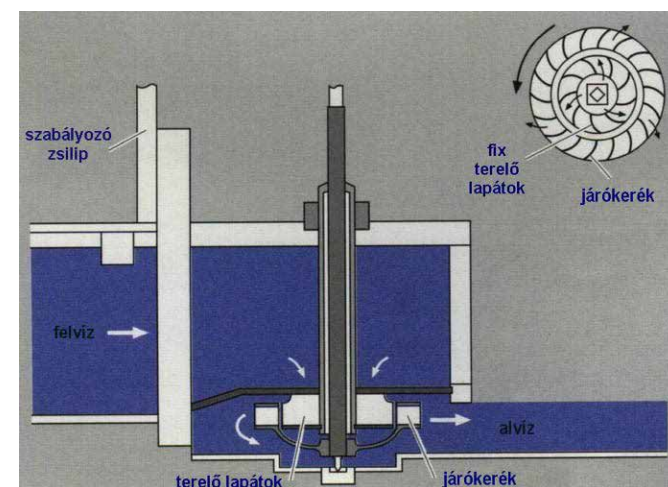
Élete utolsó éveiben politikai tevékenységet is vállalt, amely előbb a Loire-i Bányák Szövetsége elleni harcban nyilvánult meg. A kis tulajdonosokat képviselte a nagyokkal szemben. Később, 1847-ben az ellenzék párizsi második kerületi listáján képviselőnek jelölik és 1848-ban bejut a nemzetgyűlésbe, mint a Loire (balközép) képviselője. 1863-ban már nem választják újra.

Fourneyron 1867-ben Párizsban halt meg. Halála után a vagyona egy részét a szegényekre hagyta.

NEVÉT VISELI:

Fourneyron turbina

A Fourneyron-turbina egy új és sokkal hatékonyabb vízikerek volt, amely az első sikeres vízturbina. Fourneyron turbinája magában foglalt többet, addig nem alkalmazott újítást is. Az egyik legfontosabb, hogy a vízbe merülő turbina vezetőlapátokkal rendelkezett, amely a vizet pontosan a lapátokra irányította. Ez biztosította a víz egyenletes eloszlását ezáltal megnövelte a hatékonyságot (a víz energiájának 80%-át alakítja hasznos mechanikai energiává). Az első ilyen turbinát a Badeni Nagyhercegség egyik kisvárosában St. Blasien-ben használták.



FORRÁS

<http://www.cartage.org.lb/en/themes/Biographies/MainBiographies/F/Fourneyron/1.html>

<http://www.anales.org/archives/x/fourneyron.html>