

Hírsatorna

A MAGYAR VÍZ- ÉS SZENNYVÍZTECHNIKAI SZÖVETSÉG LAPJA
2020/2. szám



COVID-19 - VÍZGAZDÁLKODÁS

ÉRJE EL HIRDETÉSÉVEL SZAKEMBEREK SZÁZAIT!

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség a kor követelményeinek megfelelő, elektronikus formában megjelenő szakmai lapját, a Hírcsatornát **AZ ÁGAZAT 1000 SZAKEMBERE KAPJA KÖZVETLENÜL KÉZHEZ** kéthavonta.

Ennél talán még fontosabb, hogy – statisztikáink alapján – átlagosan mintegy **750 ALKALOMMAL MEGTEKINTÉSRE IS KERÜL** minden lapszám.

A Hírcsatorna széles körben történő terjesztésével, így a Hírcsatorna több száz, a **TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS SZÉLESKÖRŰ SZAKEMBER CSOPORTJÁT** érheti el hirdetésével hatékonyan!

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



Az elektronikus formának köszönhetően hirdetéseiben aktív tartalmak megjelentetésére is lehetőség van, így **KÖZVETLEN LINKEK, VIDEÓK, ANIMÁCIÓK** tehetik még vonzóbbá és informatívabb hirdetését.

Kedvezményes árainkról az alábbi **linken** tájékozódhat!

Reméljük, Ön is meglátja lehetőséget a Hírcsatornában!

IMPRESSZUM

A Magyar Víz –és Szennyvíztechnikai Szövetség online folyóirata

1046 Budapest, Kiss Ernő u. 3/A 419.

www.maszesz.hu

Kiadó: MaSzeSz

Kiadásért felel: Sinka Attila –főtitkár

Főszerkesztő: Papp Mária

Szerkesztő: Lehócz Anita

Szerkesztőbizottság tagjai: Csörnyei Géza, Géczy Ágnes, Dr. Jobbágy Andrea, Dr. Karches Tamás, Dr. Kárpáti Árpád, Kiss Katalin, Dr. Licskó István, Laky Dóra, Makó Magdolna, Madarász Emese, Medgyesi Pál †, Vadkerti Edit

Megjelenik negyedévente

Grafika és tördelés: Zsiráf Kreatív Ügynökség

TARTALOM

Beköszöntő	4
SZAKMAI - TUDOMÁNYOS ROVAT	
COVID-19 megjelenésének hatása a vízgazdálkodásra	5
- Komárominé Dr. Kucsák Mónika , Dr. Bardóczy Dr. Székely Emőke	
Általános megjegyzések a mikroszennyező anyagokkal kapcsolatban	14
- Licskó István	
Ívóvízhálózatok topológia optimalizációja	26
- Huzsvár Tamás - Dulovics Szimpózium díjazottja	
Mire lehet még használni egy ivóvízhálózat hidrológiai modelljét	35
- Wéber Richárd - Dulovics Szimpózium díjazottja	
Az érdi csatornahálózati és telepi szaghatás kezelés üzemeltetési tapasztalatai	46
- Straszner Márton	
MASZESZ HÍREK, AKTIVITÁSOK	
MaSzeSz aktivitás a járványügyi helyzetben	58
MaSzeSz 2020. évi Közgyűlés	60
JurTa Híradó	61
A víziközmű infrastruktúra az egészségmegtartás láthatatlan pillére	62
ÁGAZATI KÖRKÉP	
Medgyesi Pálra az elnökre, a vezérigazgatóra, az emberre emlékezem	66
- Bodor Dezső	
HAZAI ÉS NEMZETKÖZI KUTATÁSI PROGRAMOK	
Textilipari szennyvíz előtisztító optimalizálása - esettanulmány - Bildhéber Bence	70
TÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS	
Települési vízgazdálkodás, a szennyvíz körkörös hasznosítása	85
- dr. Juhász Endre MTA Vízellátási és Csatornahálózati Bizottság elnöke	
KÉPZÉSAJÁNLÓ	95

BEKÖSZÖNTŐ

KEDVES OLVASÓK!



Év elején még nem gondoltuk volna, hogy március közepére az egész ország új helyzetbe kerül a CO-VID-19 vírus miatt.

A kialakult vészhelyzet a vízgazdálkodás tel-

jes területére is hatással van, különösen a vízi közmű szolgáltatás területén. Végső következtetéseket még nem lehet levonni, de biztos, hogy az elkövetkezendő időben a hasonló helyzetekre fel kell készülni mind műszakilag, mind gazdaságilag.

Ennek vizsgálatát szakembereink már el is kezdték: összehasonlították, milyen hatással van a járvány a vízfelhasználásra a világban.

A cikk írói szerint azt már most ki lehet jelenteni, hogy a víz, mint érték, a jövőben felértékelődik.

A MaSzeSz egyik legrangosabb rendezvénye a Dulovics Junior Szimpózium, melynek díjazottjai közül most két dolgozat kerül bemutatásra, mindkét téma nagyon aktuális, a szakma számára útmutatást jelenthetnek.

Ebben a számban is téma a mikroszennyező anyagok megjelenési formái, veszélyességük a vízben, melynek aktualitása napjainkban továbbra is fennáll.

A szolgáltatók számára jelentős probléma a lakossági bűzpanaszok kezelése, a szaghatás kezelő rendszerek üzemeltetése. Ennek a megoldására egy jó gyakorlati példa kerül bemutatásra.

Befejezőként Juhász Endre által írt cikkben olvashatunk a körkörös gazdaságról, mit jelent ez a vízgazdálkodásban, valamint arról, hogy napjainkban a vízválság korát éljük.

A megjelent cikkek, hírek olvasásához mindenkinek kellemes, és hasznos időtöltést kívánok.

Lapzárta előtt kaptam a szomorú hírt, hogy kedves kollégánk, szerkesztő bizottságunk tagja, Medgyesi Pál meghalt. Személyisége, szakma iránti elkötelezettsége, tudása, tapasztalata hiányozni fog!

Nyugodjon békében!

Dr. Papp Mária
főszerkesztő

COVID-19 MEGJELÉNÉSÉNEK HATÁSA A VÍZGAZDÁLKODÁSRA

KOMÁROMINÉ DR. KUCSÁK MÓNICA,
OKL. KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖK,
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI SZAKMÉRNÖK
DR. BARDÓCZYNÉ DR. SZÉKELY EMŐKE,
OKL. ÉPÍTŐMÉRNÖK, KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI SZAKMÉRNÖK

1. BEVEZETÉS

A jelenlegi vészhelyzet, amit a COVID-19 vírus megjelenése okozott, számos újszerű helyzetet teremtett sok szakterületen, így a vízellátás és szennyvíztisztítás területén is.

A víz mesterséges földi körforgása változik. Nagyon egyszerűsítve: vízigények nőnek, vízfelhasználás is, ráadásul tér-és időbeli megjelenésük is változik. Vízkészletek adottak, új egyensúlyi helyzet kialakítása kell, hogy cél legyen. A szennyvíztisztítás oly módon kapcsolódik a témához, hogy a szennyvízelvezető csatornahálózat potenciális veszélyforrás is lehet a COVID-19 tekintetében, a gócpontok megjelenésénél. A feltételezés alapja a 2003-as SARS vírus esete adta, amikor Hong Kong egyik kerületében karantén

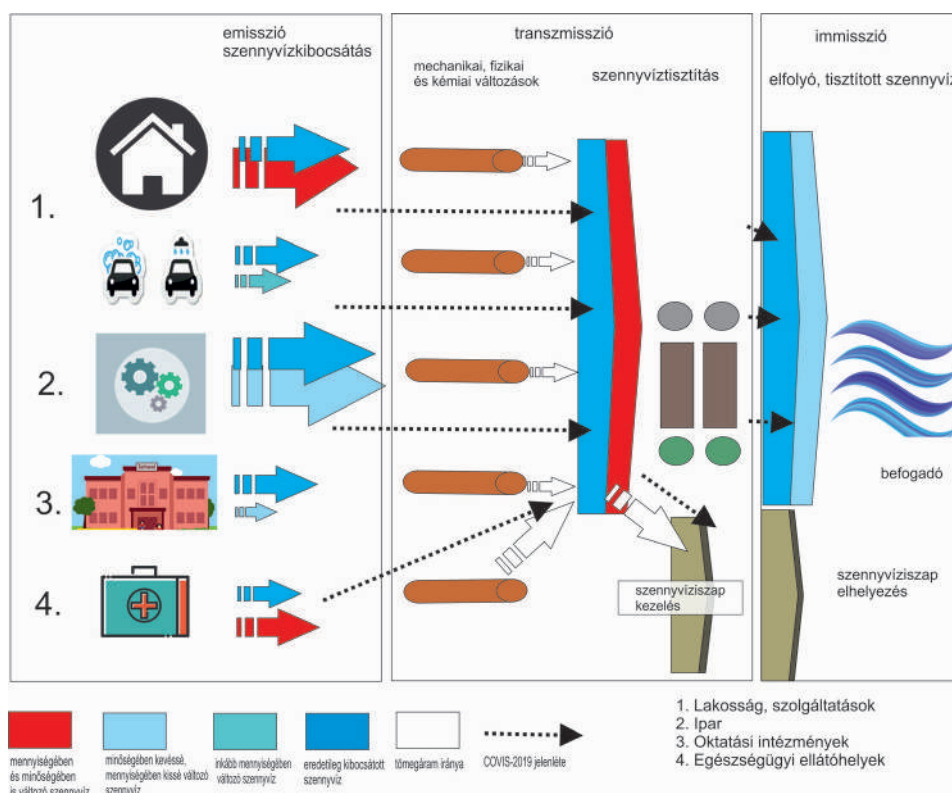
alatt lévő apartmanház lakói a szennyvízelvezető hálózaton keresztül fertőződtek meg az abban jelenlévő és a tömegárammal együtt mozgó vírus miatt. A vírussal kapcsolódni képes receptor az angiotenzin-konvertáló enzim 2 (ACE-2), többféle emberi sejt felszínén megtalálható: a légutakon kívül a tápcsatornában, vesében, központi idegrendszerben, stb. Ezzel magyarázható, hogy a vírus által okozott fertőzés nem csupán légúti, hanem tápcsatornai tünetekkel is járhat, a fertőzött egyén légúti váladékain kívül székletével is ürítheti a vírust. Ez hívta fel a figyelmet a szennyvízcsatorna lehetséges átviteli szerepére. Kutatások szerint a vírus 14 napig képes életben maradni a szennyvízben 4 ° C hőmérsékleten, 2 napig 20 ° C hőmérsékleten, és RNS-e 8 napig kimutatható,

bár a vírus inaktiválódik. Kórházak szennyvizénél kísérleteztek a fertőtlenítéssel. Ennek eredményeképp bizonyosságot nyert, hogy a szennyvíz fertőtlenítése is inaktiválja a vírust. (Wang XW1, 2005) Jelenleg kutatások folynak Hollandiában, hogy izolálják a vírust a szennyvíztisztító telepeken (KWR Water Research Institute segítségével). A Corona vírust RNS-elemzéssel próbálják megtalálni a korábbi szakirodalom adatai alapján. Ezzel a módszerrel aktív és inaktív vírusfragmentek egységesen izolálhatók. A szennyvíztelepeken mért vírusszint meghatározásával pontosabb információt kapnának a vírusfertőzések számáról az agglomerációban. A tesztelés RT-PCR módszerrel történik, amivel képesek a Sars-CoV2 vírus génszegmentjeit vizsgálni. Amennyiben reakciót ad a vírus genomja, akkor feltételezhető a jelenlétük. Erre utaló megbízható eredményt a 2020. március 15-én bevizsgált harmadik mintavételezés után kaptak. Egyelőre egy telepnél (Tilburgb) folyt vizsgálat az elfolyó szennyvízre vonatkozóan, ott nem találtak vírust. A cél a szennyvíz SARS-CoV-2 szűrése eszközként használható legyen a vírusok jelenlétének mérésére egy településen. Ha tovább folytathatják és validálhatják módszerüket, a vízágazatnak lesz olyan eszköze, amely értékes kiegészítő információkat szolgáltat a vírus humán populációban történő terjedéséről. Hiszen az egészségügyi tesztek száma véges, mint tapasztaljuk, nem tudják használatával száz százalékosan megállapítani a fertőzések számát. (KWR Water Netherland, 2020)

2. EGYSZERŰSÍTETT KÖZELÍTÉS A VÍZ ÉS SZENNYVÍZ KÉRDÉSEK VÁLTOZÁSAIHOZ

A kényszerűen megváltoztatott szokások következményeként számolhatunk megnövekedett lakossági vízfelhasználással és detergens koncentráció növekedéssel. Először is fontosnak tartjuk tisztázni a következőket: A vízfelhasználás változása hat a szennyvízkezelésekre, elvezetésre, és tisztításra. Környezetvédelmi szemmel, szennyvízben gondolkodva: emisszió-transzmisszió-immiszió rendszer felállítása az első lépés.

A fenti ábra (**1. ábra**) természetesen egyszerűsített, kiemelve egyes csoportokat, de alkalmas a vizsgált rendszer bemutatására. A tömegáramok minőségi és mennyiségi változását különböző színekkel jelöltük az ábrán. A vírus jelenléte a szennyvízelvezető rendszerben nyomon követhető, az eddigi vizsgálatok alapján, ez az ábrán fekete nyíl jelölésű. A befogadóba is kerülhet, hiszen 8 napig kimutatható az RNS-e, viszont inaktiválódik, tehát már nem fertőz. A nyilak hosszával a vírus megjelenésének valószínűségét jelöltük. A szennyvíziszap kezelés esetén feltételezzük, hogy a mezofil és termofil rothasztási technológiáknál a hőmérséklet következtében a vírus szintén inaktiválódik, a hosszú tartózkodási idő miatt (hideg rothasztásnál 60-120 nap, mezofil rothasztásnál 15-20 nap; termofil esetén 8-15 nap) nem jelenik meg a lerakott szennyvíziszapban a vírus. A vázolt helyzet és keretrendszer alapján a következő kérdésekre keressük a választ:



1. ábra Emisszió-transzmisszió-immisszió keretrendszer felállítása a minőségileg-mennyiségileg változó vízfelhasználásra (Kucsák, Bardóczyné 2020.)

Emisszió tekintetében: Változik-e most a kibocsátott szennyvíz mennyisége és minősége? (Attól függően, hogy mit választunk a vizsgálat tér-és időbeli egységének). Transzmisszió tekintetében: Változik-e a Továbbszállított szennyvíz mennyisége és minősége? Természetesen csatornázott területeket vizsgálunk és a különböző rendszereket (egyesített, elválasztott rendszer). Immissziót vizsgálva: Változik-e a szennyvíztelepre érkező szennyvíz mennyisége, illetve minősége és rugalmasan tudja –e a technológia az eddigi elfolyó víz minőséget biztosítani?

A három kérdés közül cikkünkben az első kérdéssel foglalkozunk, de részletesebben illetve a másik két téma részletes kifejtését a közel jövőben tárjuk fel.

3. VÍZFELHASZNÁLÁS VÁLTOZÁSA A JÁRVÁNY KÖVETKEZTÉBEN A VILÁGBAN

A COVID járvány megfékezésére első számú védekezési módszer a napi többszöri kézmosás, szappan, fertőtlenítő szerek használata. Tudjuk, hogy a vírus külső lipidrétege, zsírdékony burrok. Ezt a zsírdékony réteget a szappan feloldja, ezzel a vírust inaktíválja. A szappanos kézmosás (30 másodpercig alaposan, a kéz minden eldugott részét is) az ajánlások szerint elegendő és hatékony a védekezésre. Ez a javaslat 20 másodperccel több időt ír elő a kézmosásra, mint amit normál esetben használnánk itt Magyarországon. Tekintsünk ki egy kicsit távolabb.

2020. március 26-án, csütörtökön a Világbank Vízközleménye szerint a víz, a fertőtlenítés és a higiénia (WASH - WASH elnevezés a Water, Sanitation és Hygiene, vagyis a Víz, Közegészségügy, és Higiénia szavak kezdőbetűjéből tevődik össze), valamint a hulladékgazdálkodási gyakorlatok (szennyvízelvezetés is) döntő szerepet játszanak a koronavírus emberről emberre terjedésének megakadályozásában. *"Ensuring good and consistently applied #WASH and waste management practices is one of the essential barriers to human-to-human transmission of #COVID19 in communities, homes, health care facilities, schools, and other public spaces,"* -adta közre a Világbank Twitteren.

A WHO adatai alapján 2,1 milliárd ember él nem megfelelő ivóvíz ellátással, szennyvízkezeléssel és higiéniaiával, valamint a világ népességének mindössze 20% -a mossa meg a kezét.

Alapvető probléma, már évek óta a vízkészlet bizonytalansága bizonyos régiókban, a globális klímaváltozás miatt fellépő nagy esőt hozó ciklonok hiánya miatt. A World Resources Institute (WRI) felmérte a világ vízellátási feszültségeit, felmérte hol van a vízellátás kritikus szinten, hol vannak fennakadások, és hol van abszolút hiány. Hazánk területén egyelőre nincs ok az aggodalomra, de a tőlünk délebbre fekvő európai országoknál már kevésbé megnyugtató a helyzet. A Föld legkritikusabb régiója a Közel-Kelet és Észak-Afrika, azonban még itt is vannak lehetőségek a helyzet javítására. (World Resources Institute, 2020) Néhány példa a közel múlt vészjósló eseményeiből: 2018 elején Dél-Afrikai Köztársaságban Fokvárosban kellett meghozni azt a nagyon szigorú intézkedést, amiben napi vízadagokat írtak elő, minden emberre 50 liter jutott fejenként. 2019-ben Zimbabwe vezetett be jegyrendszert a vízre, a hosszan tartó szárazság miatt. Mozambik is küzdött a szárazsággal, hetente egyszer tudtak vizet szolgáltatni a lakosok számára, mely a toalett öblítésére már nem volt elegendő.

A fent vázolt vízhasználat hasznos a gazdaság, ennél fogva pedig az emberi életminőség szempontjából. Ily módon azonban az adott terület helyi vízi erőforrásai a különböző vízfelhasználók egymással versengő igényeinek lehetnek kitéve, ami háttérbe szoríthatja a természet saját vízszükségletét. A vízi erőforrások túlzott igénybevétele káros lehet a víztől függő állatok és növények számára. Ennek egyéb környezeti következményei is lehetnek. (Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2019)

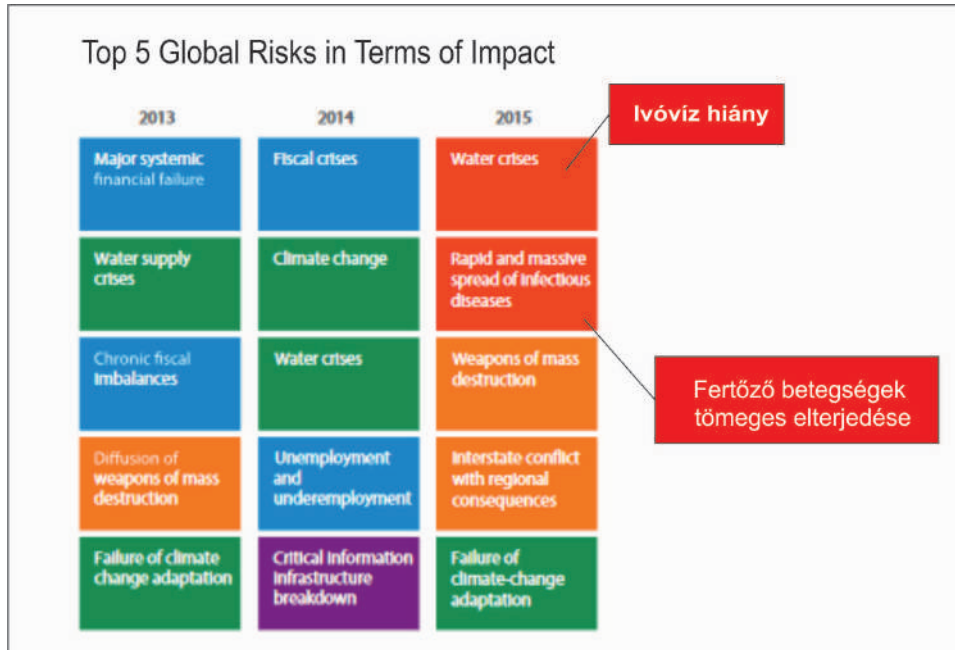


2. ábra Vízellátás bizonytalansága a világ országainál WRI felmérése alapján (Kucsák 2020) (World Resources Institute, 2020)

A felvázolt jelenségek ismeretében joggal merülhet fel bennünk az a kérdése, hogy az egyébként is instabil vízkapacitással rendelkező országok, hogyan tudnak megfelelni a járvány okozta vízfelhasználás növekedéssel? Előljáróban reflektálni szeretnénk, egy 2015-ben (!) kidolgozott kockázati jelentésre. 2015-ben a Világgazdasági Fórum (WEF) globális kockázati jelentésében, ami közel 900 szakértő véleményéből összeállított dokumentum, a társadalmi stabilitással kapcsolatos kérdések felértékelődtek, a gazdasági kockázatokkal szemben. A legsúlyosabb kockázati tényezőnek az ivóvízhiányt vette az egész világon. A második helyre is egy sokat emlegetett,

a fenntarthatatlansághoz kapcsolódó téma került: a fertőző betegségek tömeges elterjedése. (World Economic Forum, 2015) Az alábbi táblázatban jelölték ezt a magas kockázatot, öt évvel a világjárvány előtt.

Jelen estben a vírus megjelenése következtében bizonyos nemzetközi intézkedések elkerülhetetlenek, például az ENSZ 2 milliárd dolláros globális humanitárius reakciót indít a COVID-19 leküzdésére Dél-Amerika, Afrika, a Közel-Kelet és Ázsia 51 országába. (Amankwaa, 2020) Az országos szintű intézkedések elengedhetetlenek nem csak a vízkészlet instabilitással rendelkező országokban, például az USA-ban



3. ábra Global Risks reports 2013-2015, részlet (World Economic Forum, 2015)

Detroit is a 90 város között van, ahol a közmű számlák nem fizetése utáni vízkorlátozást fel függesztették míg a vírus jelen van, hiszen így megvalósulhat a „WASH” szektor elérhetősége a szegényebb emberek számára is.

Láthatjuk, hogy eddig nem várt fordulatot hozott a COVID-19 járvány a vízfelhasználás és szennyvízelvezetés kérdésében is. A víz jelenleg felérékelődik, magasabb értéket képvisel most politikai és gazdasági döntésekben is. Ezt az összetett témát szeretnénk a továbbiakban kifejteni. Részletesebben kívánunk foglalkozni a vízfogyasztás változásával, a szennyvíz összetételében bekövetkező esetleges változásokkal valamint ennek következtében a tisztítási technológiákra történő hatással.



IRODALOMJEGYZÉK

- Amankwaa, G. (2020. 03. 23). COVID-19 and 'Chasing for Water' – Water Access in Poor Urban Spaces. <https://iwa-network.org/covid-19-and-chasing-for-water-water-access-in-poor-urban-spaces/>.
- Európai Környezetvédelmi Ügynökség. (2019. december 10). Vízhasználat Európában – A mennyiség és a minőség várható nagy kihívásai. <https://www.eea.europa.eu/hu/jelzesek/eea-jelzesek-2018-viz-elet/cikkek/viz-hasznalat-europaban-2014-a-mennyiseg>.
- KWR Water Netherland. (2020. 03. 24.). Sewage water as indicator for spreading of COVID-19. <https://www.dutchwatersector.com/news/sewage-water-as-indicator-for-spreading-of-covid-19>.
- Magyarország Belügyminisztérium Közfoglalkoztatási és Vízügyi Helyettes Államtitkárság. (2018. június). TÁJÉKOZTATÓ Magyarország településeinek szennyvízelvezetési és –tisztítási helyzetéről, a települési szennyvízkezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv Nemzeti Megvalósítási Programjáról. http://vpf.vizugy.hu/reg/ovf/doc/Vizikozmu_TSZ_NMP_tajekoztato_kiadvany_2018.pdf, Magyarország.
- Századvég Gazdaságkutató Zrt. (2016. április). INTÉZKEDÉSI TERV A Kvassay Jenő Terv víziközmű-ágazatot érintő javaslataihoz kapcsolódó feladatokról. http://www.maviz.org/system/files/kvassay_terv_vegrehajtas_a_-_20160420_0.pdf. Forrás: http://www.maviz.org/system/files/kvassay_terv_vegrehajtas_a_-_20160420_0.pdf.
- Wang XW1, L. J. (2005. 8). Concentration and detection of SARS coronavirus in sewage from Xiao Tang Shan Hospital and the 309th Hospital of the Chinese People's Liberation Army. (pp.213-21). Water Science and Technology. Forrás: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16312970>.
- World Economic Forum. (2015). Global risks 2015 10th Edition. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_2015_Report15.pdf, Geneva, Switzerland.
- World Resources Institute. (2019. 08.). <https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress>.
- World Resources Institute. (2020. 04.). Combating the Coronavirus Without Clean Water. <https://www.wri.org/blog/2020/04/coronavirus-water-scarcity-hand-washing>.

SZERZŐK:



Komárominé Dr. Kucsák Mónika: a szerző az okleveles környezetgazdálkodási agrármérnök diplomáját 2000-ben szerezte meg a Szent István Egyetemen, majd 2009-ben a SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Karán környezetgazdálkodási szakmérnöki diplomát, ugyanabban az évben a SZIE Környezettudományi Doktori Iskolában PhD fokozatot szerzett. Szakmai tudásának kiszélesítéseként először KEOP szennyvízberuházási pályázatokkal foglalkozott az akkor Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Fejlesztési Igazgatóságán. 2013-tól hat éven át az Ybl Miklós Építéstudományi Karon oktatott. Jelenleg a váci Boronkay György Műszaki Szakgimnáziumában tanít a környezetvédelmi szakon. 2002-től vállalkozásában környezetvédelmi tervezési munkákat végez, rendelkezik víz- és földtani közeg védelem

szakértői, valamint talajvédelmi szakértői jogosultsággal. Szakterülete: szennyvíztisztítás, települési csapadékgazdálkodás, környezetvédelem. Mindig fontos volt számára a környezetvédelem, annak széles körű ismertetése, oktatása, a fenntarthatóságra való figyelemfelhívás.



dr. Bardóczyné dr. Székely Emőke: a szerző az okleveles építőmérnöki diplomáját 1975-ben szerezte meg a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. 1991-ben ugyanitt szerzett diplomát a Posztgraduális Környezetvédelmi Szakmérnök Képzésben, valamint 1997-ben PhD doktori fokozatot szennyvíztisztítás témakörben. Az egyetem elvégzése után a Budapesti Vízügyi Tervező Vállalat vezető tervezőjeként dolgozott 1975-90-ig, közben 3 évet Algériában, mint a vállalati csoport tervezőmérnöke. Munkaterülete: vízellátás, víz- és szennyvíztisztítás, patakszabályozás, öntözés. 1991-től a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Vízgazdálkodási Tanszékének munkatársa, ezt követően a Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar

Vízgazdálkodási és a Környezetgazdálkodási Intézet Tájökológiai Tanszékén dolgozik egyetemi docensként.(2014-ig). Nyugdíjazás után 2004 óta létező vállalkozói tevékenységét folytatattja tovább 2014 után is. Jelenleg is vizilétesítmény vezető tervezői, valamint természet és tájvédelmi tanulmány készítői jogosultsággal rendelkezik. Szakterülete: vízgazdálkodás, környezetvédelem, tájökológia. Szakmai elismerés: 2009-ben a Vízügyi Ágazatban miniszteri elismerő oklevél kitüntetésben részesült. 2014-ig a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség elnökségi tagja volt.



Erősített polietilén fóliák

tavak, tározók, csatornák
építéséhez, vízszigeteléséhez
és takarási célokra.

Akár **5000+ m²/panel.**

www.btlgeomembrane.eu

185 000 m², 6 nap alatt
Öntözővíztározó

Garancia
20
Év



ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK A MIKROSZENNYEZŐ ANYAGOKKAL KAPCSOLATBAN

LICSKÓ ISTVÁN

BME VÍZI KÖZMŰ ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI TANSZÉK

Az elmúlt 70 évben időről időre különböző intenzitással felbukkan az ivóvíz-tisztítással, a szennyvíztisztítással, a vízminőségvédelemmel és a hidrobiológiával foglalkozó szakemberek körében a mikroszennyező anyagok okozta problémák kezelésének igénye. Félreértések elkerülése miatt célszerű azonnal, a tanulmány elején definiálni, hogy mit értünk a „mikroszennyező anyagok” kifejezésen. **Mikroszennyező anyagoknak** azokat a vízben mikrogramm/liter koncentráció nagyságrendben előforduló anyagokat nevezzük, melyek a vízi életfolyamatok feltételeit és a víznek az ember számára való felhasználhatóságát csökkentik, esetleg megszüntetik [1]. Fentiek alapján nem sorolhatók tehát a mikroszennyező anyagok közé a manapság olyan sokat emlegetett mikro-műanyagok, melyek definíció szerint a 0,5 mm-nél kisebb műanyag részecskék.

A mikroszennyező anyagok – kevés kivételtől eltekintve – az emberi tevékenység következtében jutnak a vízbe. A fent említett 70 év alatt

a különböző időszakokban különböző mikroszennyező anyagok okoztak riadalmat a szakemberek és a népesség egyes csoportjaiban. A XX. század 20-as, 30-as éveiben nagyon jelentős eredményként értékelték a növényvédő-szerek ipari méretű előállítását, és „ipari mértékű” alkalmazását a mezőgazdasági termelés fokozására. Ezek a növényvédő-szerek – elsősorban a felszíni bemosódás következtében – a felszíni vizekbe jutva mikroszennyező anyagként viselkedtek és jelentős károkat okoztak a vízi ökoszisztémában. Az '50-es évek végén és a '60-as években a higany okozta környezetszennyezés (Minamata-kór) iránti érdeklődés uralta a vízminőségi szakemberek világát, amit a 70-es évekre a kadmium okozta (Itai-itai betegség) váltott fel. Az adott időszakban ez a két nehézfém vezette felváltva az Egészségügyi Világszervezet (WHO) „fekete listáját”.

Az '50-es és a '60-as években a városi szennyvizek tisztításával foglalkozó szakemberek figyelmét egyre nagyobb mértékben keltették fel azok

a szerves és szervesetlen szennyező anyagok, melyek részben a háztartásokból, de elsősorban az ipari kibocsátóktól származtak. Az 1965-ben megalakult International Association on Water Pollution and Research (IAWPR – Nemzetközi Víz-szennyezés Kutatási Szövetség, melynek alapítói között ott volt Magyarország is) 1970 évi San Franciscoban megrendezett konferenciáján már kiemelt szinten foglalkoztak a szennyvíztisztítás harmadik fokozatával. Ezen a kifejezésen akkor a fizikai-kémiai szennyvíztisztítást értették, melynek többek között egyik fontos feladata volt a biorezisztens anyagok – melyek közé a mikroszennyezők döntő többsége is sorolható – eltávolítása.

Az Amerikai Egyesült Államokban létre is hoztak néhány olyan városi szennyvíztisztító telepet, melyeken a fizikai-kémiai szennyvíztisztítást megvalósító technológiai egységek (homokszűrők, granulált aktívszenet tartalmazó adszorberek, ioncserélő gyantát tartalmazó egységek, koagulációt-flokkulációt és kémiai kicsapást megvalósító egységek, ammónia strippinget biztosító rendszerek) voltak. A '70-es évek közepére azonban kiderült, hogy az új technológiai egységek üzemeltetése a tervezettnél csak lényegesen nagyobb költséggel üzemeltethető, és még is a vártnál lényegesen kisebb hatékonysággal távolítják el a mikroszennyező anyagokat. Akkor a szakemberek arra a következtetésre jutottak, hogy az ipari eredetű biorezisztens anyagok – melyek jelentős részét a mikroszennyező anyagok alkotják – eltávolítását nem a városi (kommunális) szennyvíztisztító telepeken kell megvalósítani, hanem a keletkezés helyszínén, azaz az adott ipari kibocsátónál.

A '70-es évek közepétől szerves mikroszennyezők ivóvízben való jelenléte sokkolta a víztisztítással foglalkozó szakembereket. Rook [2,3,4,5] tanulmányai arra hívták fel a figyelmet, hogy az ivóvíz fertőtlenítésére használt klór és a nyersvízben jelenlévő természetes eredetű szerves anyagok között lejátszódó reakciók termékei között $\mu\text{g/l}$ koncentráció nagyságrendben trihalo-metán (THM) típusú rákkeltő vegyületek jelennek meg. Ez a tény két okból is nagyon kellemetlen volt. Egyrészt, tudomásul kellett vennünk, hogy a fertőtlenítés céljából adagolt klór veszélyes anyagokat hozhat létre a tisztítandó vízben. Másrészt, az is egyértelművé vált, hogy a víz természetes eredetű – tehát nem szennyezésként a vízbe jutott szerves anyagok – emberi egészségre veszélyes szerves mikroszennyező anyagok prekursorai (azaz „elővegyületei”) lehetnek. A WHO ajánlása alapján Magyarországon is $30 \mu\text{g/l}$ -ben maximálták az ivóvízben megengedhető összes THM koncentráció szintet, mely az elmúlt több mint 40 évben több alkalommal változott, inkább a könnyítés, mint a szigorítás irányába. Az utóbbi két-három évtizedben a klórral kezelt ivóvizekben azonosított halogénezett rövid szénláncú szerves vegyületekre (gyűjtőnevükön: AOX vegyületek) egyre nagyobb figyelmet fordítunk, bár nemzetközi szinten szabványosításukra még nem került sor. Ennek megfelelően a hazai egészségügyi hatóságok is csak ajánlás szintjén határoztak meg határ-koncentrációt a vízmű telephelyet elhagyó (tehát nem a fogyasztónál megjelenő!) ivóvízben mérhető AOX koncentráció tekintetében.

A '80-as évek elején még el sem ült a THM vegyületek okozta riadalom, amikor hazai szinten egy újabb sokk érte a közüzemi vízellátással foglalkozó szakembereket: az OKI munkatársai több Dél-Alföldi ivóvíz-szolgáltató vizében – az akkori nemzetközi és hazai előírásoknál (50 µg/l) nagyobb koncentráció szinten – arzén vegyületeket találtak. Részletes vizsgálatok és elemzések után egyértelművé vált, hogy a mélységi védett rétegvizekben nem emberi szennyezés nyomán jelentek meg az arzén vegyületek, hanem a sajátos hidro-geo-kémiai viszonyok következtében. A szakemberek számára az is világos volt, hogy az adott védett mélységi víztartókban az 50 µg/l és nem ritkán 200 µg/l közötti arzén tartalom évtizedek, évszázadok, évezredek óta ott van a vízben. Az a tény, hogy az arzént µg/l pontossággal meg tudtuk mérni, a kémiai analitika és eszközeinek nagyon gyors fejlődésének, és hozzáférési lehetőségének volt az eredménye. A határértéket meghaladó arzén megjelenése a szakma mellett a szakminisztériumi vezetésben is riadalmat keltett, és a lakossági pánik elkerülése miatt nyilvános fórumokon (beleértve a szűk szakmai rendezvényeket is!) tilos volt az „arzén” szó használata. Helyette a „szervetlen mikroszennyező anyag” kifejezést kellett használni.

A '70-es és '80-as évek fordulóján az alumíniummal kapcsolatos híresztelések borzolták a - főként felszíni-víz tisztítással foglalkozó – szakemberek kedélyét. Olyan – elegendően meg nem erősített, igazolt, bizonyított - információk terjedtek szakmai folyóiratokban is, melyek szerint az ivóvíz alumínium tartalma felelős az Alzheimer-kór kialakulásáért. A WHO

gyorsan reagált az első riasztó eredményekre, az alumínium határértékét 200 µg/l-ben állapították meg, de magát az alumíniumot később sem voltak hajlandók (egyértelmű bizonyítékok hiányában) az „esztétikai komponensek” (pl. nátrium, klorid, ammónium?) csoportjából a „mérgező anyagok” (higany, kadmium, ólom, nitrit-ion) csoportjába sorolni. Az alumínium határértéke ma is 200 µg/l a fogyasztónál megjelenő ivóvízben, és betartása azokban a víztisztító üzemekben, melyek technológiájuk során alumínium-vegyületeket alkalmaznak, és a nyersvíz puffer-kapacitása kicsi, komoly figyelmet, szakszerű technológiai utasítást, és annak szigorú alkalmazását igényli.

Az ezredfordulót követő napokban a január végi csapadékos időjárás egy Nagybánya környéki romániai ipari tározó tó gátjának átszakadását okozta, melynek következtében egy patak közvetítésével megközelítően 100.000 m³ cianid tartalmú ipari recirkulációs víz jutott a Szamos, majd a Tisza folyóba, melyben a cianid ionok koncentrációja a Szamos torkolata közelében meghaladta a 10 mg/l-t. A cianid ionok rendkívül erős mérgeknek számítanak az élőlények számára. Az ivóvízben a cianid ionokra vonatkozó határérték 50 µg/l, és ez volt érvényben a Tiszát ért szennyezés idején is. Tudjuk, hogy a közel 20 éve bekövetkezett rendkívüli szennyezés katasztrofális pusztítást okozott a Tisza élővilágában, de a folyó élővilága néhány év alatt csaknem teljes mértékben regenerálódott. A Tisza folyó közvetlen és közvetett módon egy-egy felszíni-víz tisztító üzem lát el nyersvízzel, melyek nagy alföldi városok ivóvízellátását biztosítják. Közvetett tiszai vízellátással a Balmazújváros

közelében létesített felszíni-víz tisztító üzem rendelkezik, mely a nyersvizet a Keleti Főcsatornából emeli ki. A cianid szennyezés hírére a KFCs zsilipeit a Tiszánál lezárták, így a cianid szennyező-hullám levonulásának idején a Tiszából nem jutott víz a Keleti Főcsatornába. Az adott felszíni-víz tisztító üzem zavartalan működésének nem volt akadálya. A Szolnoki Felszíni-víz Tisztító Üzem esetében bonyolultabb helyzet alakult ki. 2000. februárjában a Vízmű csak tisztai vízkivételi lehetőséggel rendelkezett, és Szolnok ivóvízellátását kizárólag a Felszíni-víz Tisztító Üzemből származó ivóvíz biztosította. A Vízmű kiváló szakember gárdája, szakszerű vizsgálatokat és kísérleteket végezve kidolgozták a cianid ionok teljes oxidációjának megoldási lehetőségét a vízmű adottságai között. A laboratóriumban kidolgozott eljárás kiválóan működött üzemi méretekben is, és a nyersvízben jelenlévő veszélyes cianid ionok a víztisztítási technológia egységein átjutva egészségre teljesen ártalmatlan anyagokká alakultak. A tisztított vízben mért cianid koncentrációk messze kisebbek voltak az 50 µg/l-es határértéknél.

A fejlett ipari országokban – így pl. az Egyesült Királyságban – egyes vízminőséggel foglalkozó kutató intézetekben – pl. a Water Research Centre-ben – már a '70-es években próbálkoztak mai szemmel nézve „kezdetlegesnek tűnő” kémiai analitikai eszközök felhasználásával felszíni vizekben a hormonháztartást zavaró anyagok, illetve a gyógyszermaradványok vizsgálatával. Tekintettel arra, hogy mind a hormonháztartást zavaró anyagok (EDS), mind a gyógyszermaradványok zöme inkább a ng/l mint a µg/l koncentráció tartományban fordul elő a felszíni

vizekben és az ivóvizekben, de az esetek többségében még a szennyvizekben is, többé-kevésbé sikeres meghatározásukra csak a kémiai analitikai módszerek és eszközök jelentős fejlődését követően kerülhetett sor. Az említett fejlődés eredményeként egyes gyógyszermaradványok és egyszerűbb EDS komponensek koncentrációjának kielégítő pontosságú mérésére az ezredfordulót követően sor kerülhetett, de a szennyvizekkel kibocsátásra kerülő anyagok zömének mennyisége az analitikai módszerek és eszközök „fejletlensége” miatt jelenleg megismerhetetlen. Mindezek mellett az érdeklődés a mikroszennyezők több ezer ismert komponense közül jelenleg – a „divatnak” megfelelően elsősorban az EDS komponenseket és a gyógyszermaradványokat tekintik „a” mikroszennyező anyagoknak. Ennek a hibás, és felelőtlen kommunikációnak az a következménye, hogy az emberi egészségre lényegesen nagyobb közvetlen veszélyt jelentő THM és AOX típusú kis szénatomszámú klórozott szerves vegyületekre nem fordítanak megfelelő figyelmet, holott ezek a vegyületek minden ivóvízben - melyekben klórt alkalmaztak fertőtlenítésre - lényegesen nagyobb koncentrációban fordulnak elő, mint az EDS komponensek és a gyógyszermaradványok.

A MIKROSZENNYEZŐ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA

A mikroszennyezők alapvetően két csoportba sorolhatók[6]: a szerves és a szervetlen mikroszennyezők közé. Tekintettel arra, hogy az ismert szerves és szervetlen vegyületek száma között közel két nagyságrendnyi különbség van,

a szerves mikroszennyező anyagok száma is lényegesen kisebb, mint a szerves mikroszennyező anyagoké. Fentiek alapján megtehetjük, hogy a szerves mikroszennyező anyagokat kivétel nélkül egyenként tárgyaljuk, míg a szerves mikroszennyező anyagokat csoportokba sorolva.

A **szervetlen mikroszennyező anyagok** közé soroljuk a nehézfémek közül a higanyt, a kadmiumot, az ólmot, a nikkelt, a krómot, a rezet és a cinket. Az alumínium nem nehézfém, nem is sorolják a mikroszennyező anyagok közé, de határértéke az ivóvízben kisebb, mint a nehézfém mikroszennyezők közé sorolt cink és réz határértéke. Vitatható és vitatják is, hogy az alumínium, a cink és a réz a mikroszennyező anyagok közé sorolható-e. Az arzén sem nehézfém, de egyértelmű, hogy mikroszennyező anyag. Az élő szervezetekre kifejtett hatása miatt a cianid ion is egyértelműen a szerves mikroszennyező anyagok közé sorolható. Nem feledkezhetünk meg a báriumról sem, mely $\mu\text{g/l}$ koncentráció nagyságrendben veszélyes az élő szervezetekre.

A **szerves mikroszennyező anyagokat** – elsősorban nagy számuk miatt - célszerű csoportosítani. Nagyon sok komponenst tartalmaz a kőolaj és kőolaj-származékok csoportja. Ezek az anyagok erősen hidrofób jellegük miatt csak rendkívül korlátozott mértékben elegyednek és oldódnak a vízben. A vízi élővilág szempontjából veszélyességük elsősorban abban mutatkozik meg, hogy viszonylag kis sűrűségük, és erősen víztaszító képességük miatt csaknem monomolekuláris réteg

kialakítása közben kerülnek szét a felszíni vizek felszínén, megakadályozva az oxigén levegőből történő beoldódását a vízbe.

Rendkívül veszélyesek, és korlátozott vízoldhatóságuk miatt elsősorban felszíni vizek üledékében halmozódnak fel a többgyűrűs aromás szénhidrogének (PAH-vegyületek). A poli-klórozott bifenileket (PCB-származékokat) a XX. század első felében széleskörűen alkalmazták transzformátor olajok stabilizátoraként, illetve fa-anyagok állati kártevők elleni védőanyagaként. Vízben való oldódásuk korlátozott, ennek megfelelően elsősorban a felszíni vizek üledékében jelennek meg. Tekintettel arra, hogy Európában a szén-feldolgozó ipar tevékenysége az elmúlt száz évben a XIX. század végének szintjéhez viszonyítva töredékére csökkent, az ipar közvetlen kibocsátása is nagyságrendekkel kisebb. Ennek megfelelően a felszíni vizek PAH-vegyület forrása elsősorban az üledék. Hasonló a helyzet a PCB-származékokkal is: a XX. század második felében használatuk és ennek megfelelően előállításuk minimálisra csökkent, így a felszíni vizekben forrásuk elsősorban az üledékben korábban felhalmozódott – nem jelentéktelen – mennyiségekre korlátozódik.

A fenolok és fenol-származékok a korábban említett két csoporthoz hasonlóan elsősorban a kőszén és barnaszén intenzív vegyipari feldolgozásának időszakában (XIX. sz. második, illetve a XX. sz. első fele) kerültek az ipari szennyvizekkel a felszíni vizekbe. A fenolok és származékaik vízben ugyan oldódnak, de nem jól. Ennek megfelelően a felszíni vizekbe kibocsátott fenolok elsősorban az üledékben jelentek meg. Az üledék felkeveredése során azonban a pórusvízből oldott állapotú fenolok jutnak

a vízterbe, és ennek következtében koncentrációik helyenként a néhány $\mu\text{g/L}$ -t is elérhetik. A korszerű, intenzív, nagy hozamokat biztosító növénytermesztés ma már elképzelhetetlen a növényvédőszeres rendszeres alkalmazása nélkül. A klasszikus növényvédőszeres, melyek nagy része kontakt idegméreg (pl. DDT, HCH) nagyon stabil szerkezettel rendelkeznek, nem bomlanak le, ennek következtében több száz évig is változatlan formában megmaradhatnak a természetben. Ez az oka annak, hogy a XX. sz. második felében az említett termékek alkalmazását az iparilag fejlett országokban betiltották. A DDT felhasználását országos szinten a világon elsőként Magyarországon tiltották meg még a '60-as évek második felében. A klórozott szénhidrogén típusú növényvédőszereseket a rövid idő alatt (néhány hét, nap) szerkezetet változtató, azaz lebomló anyagok (pl. foszforsav-észterek) váltották fel. Az alkalmazott agrotechnika, a domborzati viszonyok, valamint az időjárás függvényében azonban ezek az anyagok is eljuthatnak a felszíni és felszínalatti vizekbe jelentős vízszennyezést okozva. A növényvédőszeres forrása nemcsak a mezőgazdasági területekről származó lefolyás lehet, hanem a gyártás és a helytelen tárolás is. A XX. sz. második felének egyik legemlékezetesebb vízszennyezésében a növényvédőszereseknek jutott a „főszerep” (1986. november 1. Basel, SANDOZ-szennyezés).

A detergens (felületaktív anyagok) elsősorban közvetett veszélyt jelentenek az élővilágra, de nem hanyagolható el egyes ipari felhasználásra gyártott detergens hormon háztartást befolyásoló hatása sem. Bár az ún. „kemény detergens” (azaz a biológiailag nem, vagy csak nagyon

lassan lebontható) alkalmazását az iparilag fejlett országok a '60-as és '70-es években környezetvédelmi okokból betiltották, azok korlátozott, ám gyakorlatilag nem ellenőrzött ipari alkalmazása nem szűnt meg. A detergens veszélyessége elsősorban abban nyilvánul meg, hogy a hidrofób anyagokat látszólag hidrofíllé képesek változtatni, így könnyebben bejuthatnak az élő szervezetekbe. A detergens egyértelműen pontszerű forrásokból juthatnak a vizekbe, így kibocsátásuk megfelelő színvonalú szennyvíztisztítással ma már jól szabályozható.

Az oldószerként, illetve vegyipari alapanyagként alkalmazott rövid szénláncú klórozott szénhidrogének (diklór-metán, triklór-etilén, stb) különböző ipari szennyvíz kibocsátásokkal kerülhetnek a felszíni, illetve rendezetlen, illegális hulladék-elhelyezéssel a felszínalatti vizekbe. Bár az említett mikroszennyező csoport tagjainak csaknem kizárólagos forrása az ipari eredetű szennyvíz, kibocsátásuk szabályozása lényegesen nehezebb, mint a sokkal kevésbé veszélyes detergenské.

A komplexképző szerves vegyületek élő szervezetekre kifejtett veszélyessége a detergenshez hasonlóan – közvetett. Az említett csoportba tartozó szerves vegyületek alkalmasak arra, hogy – többek között - a nehézfémekkel komplex vegyületeket alkossanak, és ebben a komplex vegyületben a nehézfémek eredeti tulajdonságai átmenetileg maszkírozásra kerülnek. A komplex vegyületek stabilitása azonban erőteljesen változik a környezeti feltételek módosulásával, ennek megfelelően a komplexek felbomlása előre nem jelezhető. Ebből következik, hogy a komplexben maszkírozásra került nehézfémek a kibocsátásuktól kiszámíthatatlan

(esetleg nagy) távolságra jelenhetnek meg, és ott fejthetik ki élőlényeket károsító hatásukat. A komplexképző szerves vegyületek elsősorban ipari termékek, és elsősorban a gyártásuknál képződő szennyvizekkel kerülhetnek a felszíni befogadóba. Kibocsátásuk szabályozása megfelelő hatékonyságú ipari szennyvíztisztítással megvalósítható.

A klórozott, rövid szénláncú szerves anyagok elsősorban a THM (trihalo-metán), illetve az AOX (adszorbeálható szerves halogének) vegyületek elsősorban az ivóvíz klórozásakor képződnek, ennek megfelelően legfontosabb forrásuk a háztartási és intézményi szennyvizek kibocsátása. Tekintettel arra, hogy illékony szerves anyagok, a szennyvíztisztító telepek levegőztető rendszereiben koncentrációjuk nagy mértékben csökken. A biológiai tisztítást nem végző szennyvíztisztító telepekről, illetve csatornahálózatból közvetlenül kibocsátott szennyvizek THM koncentrációja nem csökken jelentős mértékben. A THM kibocsátás szabályozása az ivóvíz megfelelő tisztításával oldható meg.

Bizonyos anyagok – elsősorban, de nem kizárólagosan azok, melyek maguk is hormonok – alkalmasak az élő szervezetek hormonháztartását megzavarni. Kis számban természetes eredetű anyagok is képesek az említett hatást kifejteni, de a hormonháztartást zavaró anyagok (EDS) döntő többsége mesterségesen előállított, tehát az emberi tevékenység következtében a környezetbe jutó anyag. A korábban említett szerves vegyület-csoportokkal ellentétben a hormonháztartást zavaró anyagok a $\mu\text{g/L}$ koncentráció tartományánál kisebb, már a ng/L intervallumban is jelentős zavart okozhatnak. Kibocsátásukra a háztartási, illetve

ipari, elsősorban gyógyszeripari, illetve vegyipari szennyvizekkel kerülhet sor. Felszíni vizekben történő megjelenésük a ng/L koncentráció nagyságrendben már az emberi szervezetre is veszélyt jelenthet, elsősorban abban az esetben, ha a befogadó alvízi szakaszain felszíni vízkivételre kerül sor ivóvíz-tisztítási céllal. A jelenleg alkalmazott ivóvíz-tisztítás technológiai lépések közül legfeljebb a nagyon jó minőségű granulált aktív szenet tartalmazó adszorber lehet alkalmas az esetleg jelenlévő hormonháztartást zavaró anyagok koncentrációjának kisebb-nagyobb mértékű csökkentésére ivóvízben.

Ma még eldönthetetlen, hogy a Föld lakói jelenlegi gyógyszer-fogyasztásának mértéke indokolt, vagy jelentősen túlzott, az azonban megállapítható, hogy területileg rendkívül egyenetlen. Tényként kezelhetjük azt is, hogy a gyógyszerek iránti igény nő, a kereslet hosszú távon fizetőképessé válik. Belátható időn belül a gyógyszer-termelés és -fogyasztás növekedésével számolhatunk. Tudjuk, hogy a szervezetbe bejutott gyógyszereknek csak viszonylag kis része hasznosul, mind a hatóanyag, mind a kísérő anyagok jelentős része változatlan, vagy megváltozott formában távozik a kezelt élő szervezetből. A felhasznált (a szervezet által hasznosított gyógyszerek maradványai) a szennyvizekbe kerülve eljutnak a szennyvíztisztító telepre. A szennyvíztisztító telepen alkalmazott technológia színvonalának és hatékonyságának függvényében a gyógyszer-maradványok koncentrációja csökkenhet. A befogadóban azonban ng/l koncentráció nagyságrendben megjelennek a gyógyszer-maradványok. Nem zárható ki tehát, hogy a szennyvíz-befogadóként és ivóvízbázisként (felszíni-víz tisztítás, partiszűrés) egyaránt funkcionáló

felszíni vizeinkből gyógyszermaradványok juthatnak az ivóvízbe. A probléma iránti társadalmi érdeklődés jelentős, a korrekt vizsgálati eredmények iránti igény nő. A vizsgálatokat, kutatásokat teljesítők, valamint az eredményeket kommunikálók felelőssége soha nem látott mértékben megnőtt világviszonylatban.

A MIKROSZENNYEZŐ ANYAGOK MEGJELENÉSI FORMÁI ÉS VESZÉLYESSÉGÜK

A mikroszennyező anyagok a vízben oldott és/vagy szilárd állapotban jelenhetnek meg. A mikroszennyezők veszélyessége koncentrációjukon kívül jelentős mértékben attól is függ, hogy milyen a megoszlás az oldott és szilárd, vagy szilárd anyaghoz tartósan kötődő (melyet szilárdnak tekintünk) frakciója között. Nagyon fontos tehát annak ismerete, hogy az adott víztérben milyen körülmények befolyásolják az egyes komponensek megoszlását az oldott és szilárd állapot között. A környezeti feltételek, az adott víz fizikai és kémiai jellemzői, valamint azok változása alapvetően megváltoztathatja az egyes mikroszennyezők megoszlását az oldott és szilárd állapot között.

Az illékony szerves mikroszennyezők (valamint a dimetil-higany!) kizárólag oldott formában vannak jelen a vízben. A mikroszennyező anyagok döntő többsége azonban mind oldott, mind szilárd állapotban egyaránt megjelenhet a vízben. Az adott mikroszennyezők oldott és szilárd állapotú formáinak pillanatnyi aránya az adott vegyület kémiai összetételétől, a vízben uralkodó pH viszonyoktól, a pufferkapacitás nagyságától, a víz hőmérsékletétől, a sótartalomtól, valamint a víz lebegőanyag tartalmának minőségétől és mennyiségétől függ.

Míg a szerves mikroszennyezők egyetlen kémiai szerkezettel jellemezhetők, a nehézfémek többféle vegyülete is jelen lehet a vízben egyidejűleg. A vízben egyidejűleg jelenlévő nehézfém vegyületek különböző oldékonysággal rendelkeznek. Általános szabályként megállapítható, hogy adott nehézfém esetében az oxidált állapotú vegyületek vízben rosszabbul, míg a redukált állapotúak jobban oldódnak. Kivétel a króm, melynek oxidált állapotú vegyületei vízben jól, míg redukált állapotú vegyületei rosszul oldódnak.

A pH kis mértékű ($\pm 0,5$ egység) megváltozása nem befolyásolja jelentősen az adott mikroszennyező megoszlását a szilárd és oldott állapot között. Az említettnél nagyobb mértékű pH változásra egy adott víztérben csak rendkívüli meteorológiai események, vagy jelentős vízszennyezések alkalmával kerül sor. Hazai felszíni vizeink pufferkapacitása elegendően nagy ahhoz, hogy jelentős pH változásokra ne kerüljön sor. Ennek következtében felszíni vizeink pH értéke – kevés kivételtől eltekintve – 6,8 és 8,5 között változik. Ez a pH tartomány és a viszonylag nagy pufferkapacitás érték a nehézfémek tekintetében inkább a kicsapódásnak, mint az oldódásnak kedvez.

A víz hőmérsékletének függvényében változik az adott mikroszennyezők oldódása. Az illékony mikroszennyezők oldódása csökken a hőmérséklet növekedésével, így magasabb hőmérsékleten az oldott komponensek nagyobb része távozik a gáztérbe (levegőbe), mint hideg víz esetén. A szilárd anyagok ezzel szemben a víz hőmérsékletének emelkedésével jobban oldódnak. Az egyes felszíni vizek évenkénti közel 20 °C-os hőmérsékletváltozása a mikroszennyezők nagy részénél nem okoz jelentős

módosulást oldódásukban, de az illékony komponensek esetében már számottevő változás lehet a vízben maradó koncentráció tekintetében. A hazai felszíni vizekben bekövetkező hőmérséklet ingadozás tehát csak kis mértékben változtatja meg az egyes mikroszennyező komponensek oldott-szilárd arányát.

A mikroszennyezők oldott-szilárd megoszlását jelentősen megváltoztathatja az adott víztérben jelenlévő lebegőanyagok minősége és mennyisége. A lebegőanyagok nagy része – méretük alapján – a kolloid, kvázi-kolloid diszperziók közé sorolható. A kis méretek - μm , illetve két-három tucat μm – miatt az adott lebegőanyag részecskék fajlagos felülete nagy, és ennek következtében nagy adszorpciós kapacitással rendelkeznek. A lebegőanyagok felületén az oldott állapotú mikroszennyező anyagok nagy mértékben adszorbeálódnak, lényegesen megváltoztatva az adott komponensek megoszlását az oldott, illetve szilárd állapot között. Az adszorpció mértéke mind a lebegőanyagok minőségétől, mind mennyiségétől függ.

A viszonylag kis sűrűségű, nagy fajlagos felülettel rendelkező szerves lebegőanyagok kitűnő adszorpciós képességgel rendelkeznek, mind szerves, mind a szervetlen mikroszennyezők tekintetében. A nagyobb sűrűséggel, de kisebb fajlagos felülettel rendelkező szervetlen lebegőanyagoknak kisebb az adszorpciós kapacitásuk, elsősorban a szerves komponensek adszorpciója gátolt. Az ásványi eredetű lebegőanyagok adszorpciós kapacitását – különösen a nehézfémek tekintetében – nagy mértékben növeli, ha az adott lebegőanyag részecske felülete ioncserélő képességekkel rendelkezik. Az ioncsere adszorpció jelentős

mértékben csökkenti az oldott állapotú nehézfémek koncentrációját, de növeli a szilárd állapotban megjelenőket.

Egy adott víztérben az aktuális vízhozam (folyók), illetve a hullámozás intenzitása (folyók, sekély állóvizek) függvényében változhatnak a lebegőanyag kiülepedés, illetve az üledék felkeveredés körülményei. Tekintettel arra, hogy a kiülepedés és a felkeveredés miatt folyamatos kölcsönhatás van a lebegőanyagok és az üledék között, a víztérben megjelenő aktuális mikroszennyező koncentráció nem lehet független a fenéküledékben megjelenő mikroszennyező anyagok mennyiségétől. Figyelembe kell vennünk azt is, hogy a fenéküledék és a víztér hátfelületének közelében folyamatos kölcsönhatás következtében mind újraoldódási, mind adszorpciós folyamatok lejátszódnak. Hogy ezek közül melyik válik dominánssá azt a környezeti feltételek szabják meg. A fenéküledék egy adott víztérben mikroszennyező depó, de a körülmények változása esetén forrás egyaránt lehet. A mikroszennyezők adott víztérben való jelenlétének értékelésekor a fenéküledék szerepe nem hagyható figyelmen kívül.

A hosszú távon oldott állapotban megjelenő mikroszennyezők a folyók vizében akadálytalanul, jól kiszámíthatóan vándorolnak. Más a helyzet a szilárd állapotú mikroszennyezőkkel (beleértve a lebegőanyaghoz kötötteket is), melyek a vízfolyások sajátosságainak, az áramló víz mennyiségének és sebességének függvényében kiülepedhetnek, és így az üledékbe kerülhetnek, illetve az üledék felkeveredésével az áramló vízbe juthatnak. Míg a folyóba egy adott ponton oldott állapotban bejutó (és hosszú ideig oldott állapotban is maradó)

mikroszennyező transzportja mind sebesség mind koncentráció-eloszlás tekintetében megfelelő pontossággal előre jelezhető a bebo-csátás alatti folyószakaszokra, a szilárd állapotú anyagokra ez nem igaz. A kiülepedés mértéke, illetve a kiülepedő lebegőanyag frakcióban jelenlévő mikroszennyezők mennyisége nem becsülhető a szükséges pontossággal. Még kevésbé lehet elfogadható pontossággal előre jelezni az üledék felkeveredését, vándorlását, ismételt kiülepedését a folyó alsó szakaszain, illetve a felkeveredő és az áramló vízzel vándorló üledék mikroszennyező tartalmát.

A mikroszennyezők élőlényeket károsító hatásukat vízben oldott formájukban fejtik ki. A vízben oldott anyagok lényegében akadálytalanul juthatnak át a sejtfalon, így a sejtek belsejében

károsító hatásuk könnyen érvényesülhet. Ezzel szemben a szilárd állapotú, vízben rosszul oldódó anyagok – amíg ebben a formában vannak jelen – közvetlen károsító hatást nem képesek kifejteni. A természetes életközösségek védelme szempontjából ezért nagyon fontos, hogy az egyes komponensek oldott-szilárd arányát a lehető legkisebb értéken tartsuk. A korábbiak alapján azonban egyértelmű, hogy a szilárd állapotban jelenlévő komponensek a környezeti feltételek változása miatt könnyebben, vagy nehezebben de oldott állapotba kerülhetnek, és a kevésbé veszélyes forma rövid időn belül nagyon veszélyes állapotúvá válhat.



IRODALOMJEGYZÉK

SZERZŐ:



Licskó István frissen szerzett kémia-fizika szakos diplomával a zsebében 1969. szeptemberében kezdett dolgozni a VITUKI Víztisztítási Intézetében. Kezdetben ivóvíztisztítással (felszíni-víz) foglalkozott majd fokozatosan kiterjesztette kutatásait a szennyvíztisztítás (kémiai) és a vízminőségvédelem területére. A felszíni-víz tisztításban alkalmazott koagulációs-flokkulációs folyamatokkal kapcsolatos vizsgálatok végigkísérték szakmai pályafutását. Jelentős kísérleti munkát végzett a hetvenes évek közepétől a mikroszennyező anyagok vízből és szennyvízből történő eltávolításával kapcsolatban, majd a nyolcvanas évek második felétől Magyarországot képviselte a légköri eredetű savasodást vizsgáló nemzetközi munkacsoportban.

A nyolcvanas évek második felétől kisebb nagyobb rendszerességgel vett részt a szakterületéhez kapcsolódó felsőfokú oktatásban, majd 1998-tól a BME VKKT-hez történt csatlakozását követően az oktatás lett legfontosabb tevékenysége. Kutatási, szakértői feladatok megoldásában 2011-ben történt nyugdíjba vonulását követően is változatlanul részt vállal, csakúgy, mint a szakmérnöki oktatásban.

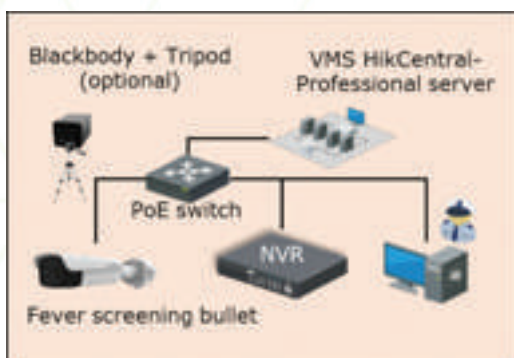
H1 Systems COVID 19 világjárvány megfékezését célzó megoldásai

A H1Systems Kft. a közelmúltban a Fővárosi Vízművek számára telepített biztonságtechnika rendszereket. A projekt kapcsán felügyeleti, riasztó, beléptető és kamera rendszer is kiépítésre kerül. Ennek apropóján hívnánk fel a figyelmet azokra a hőkamerás megoldásokra, amelyek vagy a beléptetési pontra kihelyezett önálló megoldásként, vagy a felügyeleti és/vagy beléptető rendszerbe integrálva segíthetik prevenciószűrést.

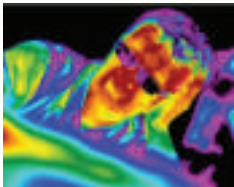
Ez a megoldás minden olyan vállalat esetében alkalmazható amely a járványhelyzetben létfontosságú feladatot lát el így működését ebben az esetben sem függesztheti fel. Ezeknél az egységeknél ugyan a járvány indukálja a prevenciószűrést, de a normalizálódott helyzetben sem szerencsés fertőzőképes embert engedni a munka közösségbe.

A rendszer a beléptető és kamerarendszerrel integrálható testhőmérséklet mérő eszközökkel képes a lázas betegek beazonosítását és a normál testhőmérsékletű emberek védelmét segíteni, ezzel támogatva a munkaképes dolgozói létszám és az üzletmenet folytonosságának fenntartását.

A rendszer a kamera látóterébe lépő személyek termikus testhőjét rögzített és vizuális módon megjeleníti. A megoldással a testhőmérséklet mérésére és valós időben történő feldolgozására van lehetőség, így a szűrés még a beléptetési ponton megvalósul. A beállított referenciaérték feletti testhőmérséklettel rendelkező egyének, az alkalmazott AI algoritmus segítségével 1-9 méteres távolságból gyors, személyes érintkezés nélküli kiszűrhetőek, a kiszűrt egyének kezelése a helyi szabályok szerint történhet, szükség esetén további vizsgálatokra irányíthatóak. A rendszer a beléptető rendszerhez integrálva lehetőséget biztosít a beléptető rendszerben fényképpel regisztrált személy AI algoritmussal történő felismerésére.



A rendszer egyszerű termikus alapelvek mentén végzi el feladatát. Bármely tárgy, amelynek hőmérséklete abszolút nulla felett van, észlelhető mennyiségű infravörös sugárzást bocsát ki. A hőkamera érzékeli az ilyen sugárzást és termikus képeket készít.



A hőkamera konvertálja az IR sugárzást szürkeárnyaltos értékekké, és egy algoritmusmodell segítségével a szürkeárnyaltos értékeket hőmérsékleti értékekké alakítja. A kamerák blackbody-val kiegészítve akár $\pm 0,3$ pontosságot is elérhetnek.

A magas hőmérsékleti pontosságú hőkamerák segítenek a megemelkedett testhőmérséklet közvetlen érintkezés nélküli észlelésében. Célzott azonosítással egy másodperc alatt akár több személy vizsgálata is lehetséges, kiszűrve a környezeti zavaró tényezőket. A rendszer lehetővé teszi a téves riasztások minimalizálását, riasztást csak az arcon mért hőmérséklet eltérés esetén történik.

Elsősorban a személyes ügyfélkapcsolati kontaktnak kitett munkatársak és az ügyfelek védelmét szolgálja, az a statikus polikarbonát ügyfélkapcsolati térelválasztó, amely átlátszó „maszkként” mindkét oldalon levő személyt óvja a cseppfertőzéstől. Nagy előnye, hogy olcsón és gyorsan telepíthető, és mégis nagyon hatékony fertőzés terjedésének akadályozásában.



Amennyiben a fentiekben bemutatott megoldások valamelyike felkeltette érdeklődését, kérjük vegye fel kapcsolatot munkatársunkkal, hogy testreszabott műszaki tartalmú ajánlatot tehesünk.

IVÓVÍZHÁLÓZATOK TOPOLOGIA OPTIMALIZÁCIÓJA

HUZSVÁR TAMÁS, WÉBER RICHÁRD, DR. HŐS CSABA
BME GPK, HIDRODINAMIKAI RENDSZEREK TANSZÉK

Kivonat: Napjaink fejlett hálózatai igen heterogének és komplexek. E heterogenitásból fakadóan szinte bármely régióban találhatóak olyan hálózatok, ahol napi vagy évszaki csúcsfogyasztás esetén jelentős nyomásingadozások jelentkeznek az ivóvízhálózatokban. Ezek kritikus esetekben mind a fogyasztók mind a szolgáltatók számára kedvezőtlen helyzet alakul ki, mely egyfelől nem teszi a fogyasztó számára lehetővé a kívánt mennyiségű ivóvíz hálózatból történő kinyerését, másfelől pedig a szolgáltató számára bevételkiesést és felhasználói panaszokat jelent. Jelen publikáció ezen kellemetlen helyzetek kezelésére mutat egy lehetséges utat a hálózatok optimális topológiai fejlesztési irányainak kijelölése által, egyfelől a hálózat mosatás és karbantartás, másfelől pedig a topológia bővítésen keresztül.

BEVEZETÉS

Annak okán, hogy hazánk fejlett ivóvízhálózatai az elmúlt több mint százhusz esztendő alatt kerültek fokozatosan kiépítésre és az utóbbi ötven esztendő során minden korábbinál nagyobb tömegek költöztek városokba, e hálózatok gyakran kisebb, beolvadó részhálózatok összekapcsolásából álltak elő és nyerték el mai formájukat. E folyamat a mai napig zajlik és okoz folyamatos fejtörést a vízügyi ágazat dolgozóinak révén a városok növekedése az ivóvízellátási lánc egyre hosszabbra nyúlását, az az ivóvízhálózatok struktúrájának egyre fokozódó komplexitását eredményezi. E komplexitás mellett azonban a nem, vagy csak szélsőségesen nehezen észlelhető hálózati károsodások (pl.

csőösszeroppanás, rejtett szivárgások) az ivóvízhálózatok kapacitás csökkenését eredményezik. E halmozott okozatból fakadóan szinte bármely régióban találhatóak olyan ivóvízhálózatok, ahol a jelentős napi vagy évszaki csúcsfogyasztások idején a hálózati nyomás drasztikusan lecsökken. E nyomás csökkenés, amennyiben a rendszer fogyasztói oldalát nézzük, elégtelen vízkivétel, fogyasztói komfortcsökkenést amennyiben pedig a szolgáltatói oldalt, úgy pedig bevételkiesést és bírságot jelent, ha a tűzcsapok előírt kapacitása nem teljesül. Ezen nyomós okokból kifolyólag, célunk azon hálózati nyomvonalak kijelölése, ahol egy esetleges hálózati csőátmérő csökkenés, vagy akár teljes elzáródás

a legkritikusabb hatással van a hálózat üzemviteli stabilitására ebből fakadóan pedig, a csövek karbantartása során, mely csőnyomvonalak jelentik az üzemvitel gerincét. Ezen célok eléréhez már nem elegendő csupán a hagyományos modellezés eszközeivel vizsgálni az ivóvízhálózatokat, hanem fel kell használnunk az utóbbi években rohamos fejlődésen keresztüljutott hálózat elmélet [1] és érzékenység alapú hálózatvizsgálat [2] eszköztárát e hálózatok viselkedésének alaposabb megértéséhez. Jelen publikációban az alkalmazott matematikai eszközök mindegyike a Staci programcsomagba került beépítésre, mely egy egy-dimenziós ivóvízhálózati modellező és szakértői fejlesztőeszköz [3].

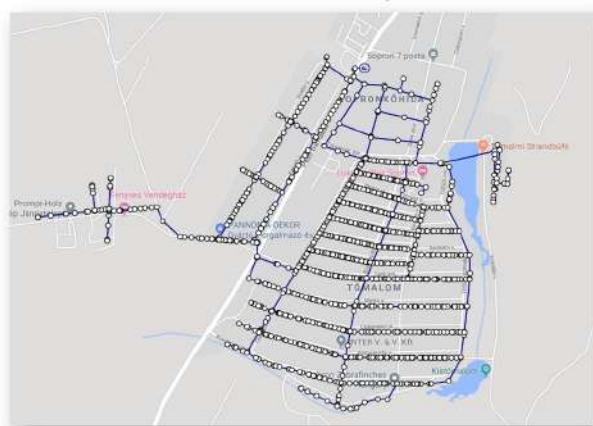
HÁLÓZATI MODELL A TÉRINFORMATIKAI RENDSZERBŐL

Az utóbbi három évtized először a nyomvonal és hálózat tervező, valamint ügyfél-, állomány- és rendszerkezelő adatbázisok digitalizációját

hozta el. E térinformatikai rendszereket érintő fejlesztés hozta el a lehetőséget a digitálisan modellezett és folyamatos felügyelet mellett üzemeltetett ivóvízhálózatok korát. Egy ilyen folyamat során az ivóvízhálózatok modellje úgy áll elő, legyen szó bármely fejlett modellező eszközről, hogy a térinformatikai rendszer alapján a hálózati ág elemek csőszakaszok, szivattyúk és szelepek, tolózárak kerülnek a modellterbe felvitelre. Ezt követően meghatározásra kerülnek ezen elemek csatlakozási és önálló fogyasztási pontjai. Végezetül pedig a számlázási rendszer alapján meghatározásra kerülnek a hálózati csomópontok fogyasztási értékei. Az így felépített hálózati modell jelentette bemenet alapján esetünkben a Staci programcsomag kiszámítja a csomóponti nyomások és ágelemi térfogataramok értékét a Newton-Raphson iterációs technika segítségével.

Az ilyenformán meghatározott hálózati jellemzők, már modelkalibráció [4] után hűen tükrözik a vizsgálni kívánt hálózati viszonyait, ahhoz

1D hidraulikai modellépítés a Staciban*



további információk: <https://www.staci-hds.com/>

A hálózati modell felépítése
GIS adatok összegyűjtése az adott területet kezelő szolgáltatótól



Ágelemek (Csövek, szivattyúk, tolózárak, stb.) helyének meghatározása



A csomóponti fogyasztások meghatározása az egy éves számlázási adatok alapján

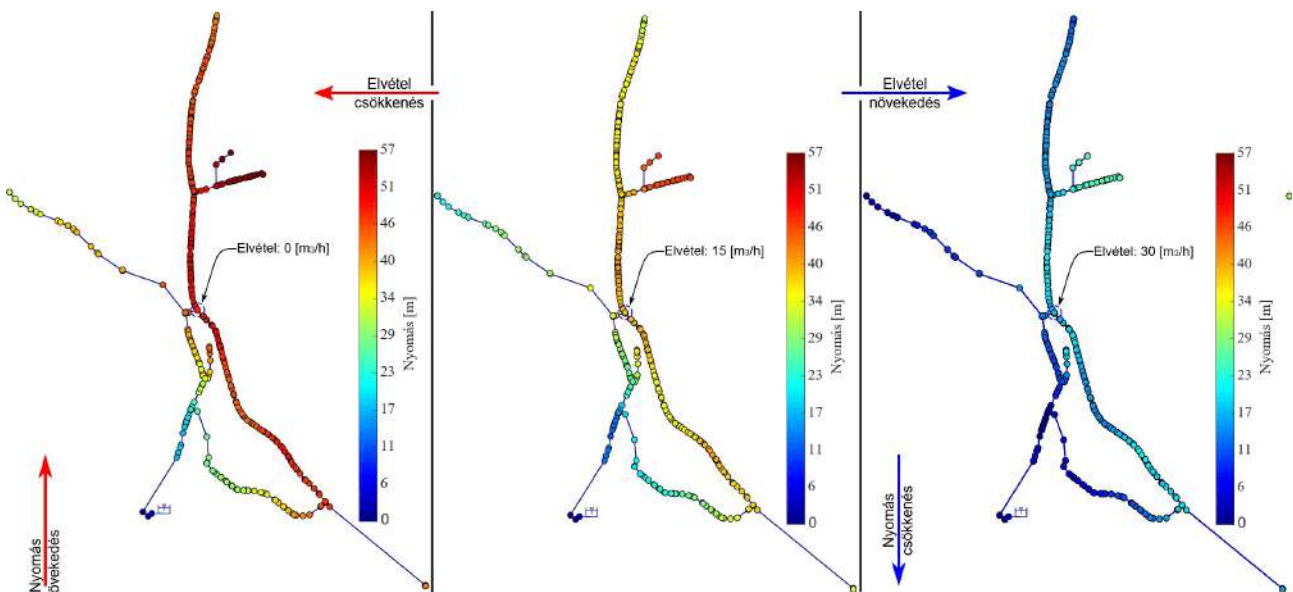
1. ábra Hidraulikai modell építése a Staci segítségével

azonban, hogy a hálózat üzemvitelét érintő összetettebb folyamatokat vizsgálni tudjuk a hálózatok részletesebb és átfogóbb elemzésére van szükség, melyhez az egyik eszközt, a hálózati érzékenységvizsgálat jelenti.

AZ IVÓVÍZHÁLÓZATOK ÉRZÉKENYSÉG ALAPÚ ELEMZÉSE

Ahhoz, hogy valamilyen módon karakterizálhatóvá váljék a hálózati nyomás stabilitása a hálózatok csomóponti nyomásérzékenysége és ágelemi tömegáram-érzékenysége bevezetésére van szükség. A nyomásérzékenység fogalmát a legegyszerűbben a 2. ábra alapján értelmezhető. Az ábrán egy kistelepülés hálózati nyomáseloszlása látható. A hálózat ezer lakost lát el ivóvízzel és négyszáz csomóponttal rendelkezik. Válasszunk ki ezen hálózaton egy tetszőleges

csomópontot (kék szaggatottal kiemelt). E pontban vegyünk fel három különböző fogyasztás értéket. Ahogyan az a középső ábrán látható, az alap 15 m³/h fogyasztás beállítása esetén, a hálózat a színskála szerint átlagosan 40 vízoszlopméternyi víznyomással rendelkezik. Kapcsoljuk le ezt a fogyasztást teljesen (bal oldali ábra), a rendszernyomás jól láthatóan megnövekedett, elérte egészen az 57 méteres víznyomás értéket. Végül pedig vegyünk fel ugyanezen pontban az eredeti fogyasztás dupláját, jobb oldali ábra. Jól láthatóan ennek hatására a rendszer nyomása drasztikus visszaesést mutat, már a 20 méteres minimális szolgáltatási nyomás sem teljesül sok helyen. A példán jól érzékelhető, hogy ha az ivóvízhálózatunk egy tetszőleges pontjában változtatunk a fogyasztáson az nem csupán abban, de az összes többi csomópontban is hatással van a csomóponti nyomás értékére.

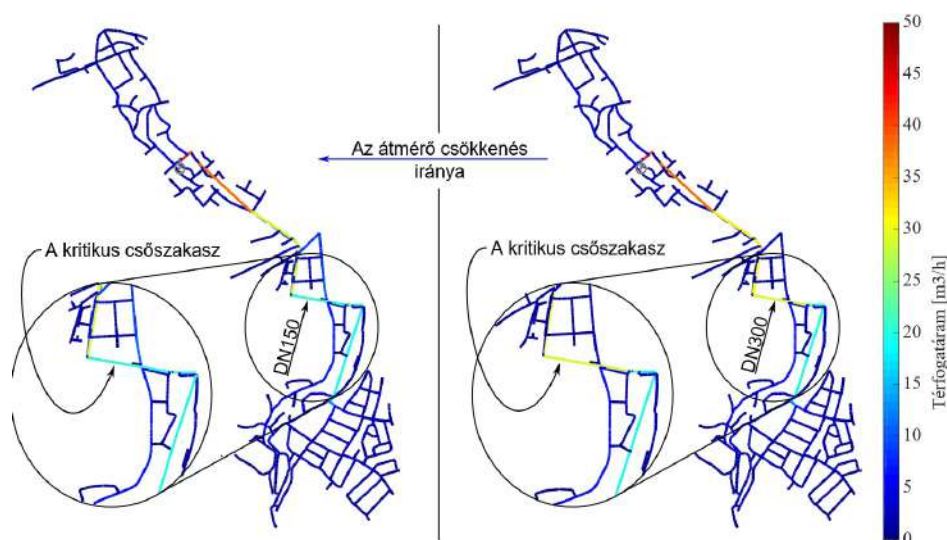


2. ábra A fogyasztásváltozás hatásának bemutatása egy nyugat-magyarországi kistelepülés hálózatán.

Összességében érzékenység alatt azt értjük, hogy a modell egy hidraulikai kimenete (pl. nyomás, térfogatáram) mekkora mértékben változik egy paraméter változtatására (pl. fogyasztás, átmérő, csőérdesség). Ezen mennyiséget a modellezés során a hálózat leíró egyenletrendszerének fogyasztás szerinti deriváltja alapján kerül meghatározásra. Amennyiben ez egyetlen csomópontra értelmezzük ezen mennyiséget, úgy egy alacsony számításigényű paramétert kapunk, mely alkalmas a nyomáslengéseknek kitett hálózati szakaszok azonosítására, amennyiben pedig az összes csomópont lokális nyomásérzékenységét meghatározzuk, úgy egy topológia specifikus mérőszámot, mely lehetővé teszi a robusztusságot a lehető legnagyobb mértékben fokozó új csőátkötés meghatározását [5]. Melyről szóló korábbi vizsgálataink már rámutattak arra, hogy ha egy hálózat kapacitáshiánnyal küszködik, egy pusztán nyomásérzékenység különbségen alapuló

módszer alkalmas azon csőnyomvonalak meghatározására, mely által a kritikus régió ivóvízkapacitása a lehető legnagyobb mértékben növelhető, ezen módszer már - a nyomásérzékenység alapú topológia optimalizáció lehetősége - beépítésre került a Staci programcsomagba, melyről beszámoló a [2019. évi 2. Hírcsatorna lapszámban](#) található.

E mennyiséggel rokon az ivóvízhálózatok csőszakaszainak tömegáram-érzékenysége, mely legújabb vizsgálataink tárgyát képezi. Ezen vizsgálati forma esetén ugyanezen módon a csövek átmérője és a csövekben jelentkező tömegáram között teremt kapcsolatot a leíró egyenletrendszer átmérő szerinti deriváltja. Az így nyert mennyiség segítségével azonosíthatóvá válnak azon kritikus hálózati pontok, ahol egy esetleges átmérő csökkenés a lehető legnagyobb hálózati vízkivételi visszaesést eredményezi. E mennyiség megértését segíti a 3. ábra, ahol egy kritikus csőszakasz átmérője kerül változtatásra.



3. ábra A térfogatáram változtatásának hatása egy nyugat-magyarországi kisváros hálózatán.

Az ábrán jól látható, hogy a kiválasztott csőszakaszban az átmérő lefelezése a térfogatáram lecsökkenésével jár, mely egybevág a súrlódási modellek tanulságával, révén ilyenkor a sebesség megnő és csövek nyomásvesztése növekszik. Érdekes tanulság azonban, hogy a környező csőszakaszok nem veszik át az átmérőjét veszítő csőszakasz helyét – azok térfogatárama is csökken láthatóan –, így a kialakuló szűkület az egész ábra alján látható kertvárosias övezet kapacitását, így a fogyasztói komfortot csökkenti és a hálózati üzemvitelt nehezíti a szolgáltató számára. Az ilyen kritikus hálózati elemek csőszakaszok, vagy kritikus fogyasztásérzékeny területek azonosítása lehetővé teszi azon karbantartási irányok kijelölését, melyek mentén az elemek folyamatos megfelelő kondícióban tartása által a hálózat üzemvitelét hosszú távon optimális állapotban tartható.

A két kritikus vizsgálati mennyiség – a nyomás és tömegáram érzékenység – és az ezekből létrehozott karbantartás optimalizációs technika bemutatását egy nyugat-magyarországi kis város hálózata esetén mutatjuk be, mely 2700 csomóponttal rendelkezik és 3500 lakost lát el ivóvízzel.

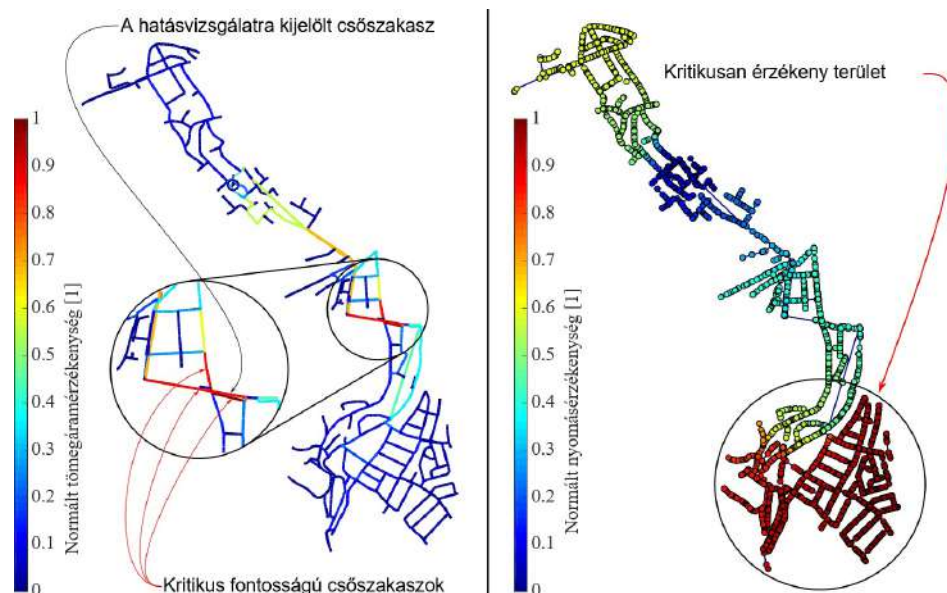
IVÓVÍZHÁLÓZATOK ÉRZÉKENYSÉGALAPÚ TOPOLOGIA ELEMZÉSE

A kiválasztott hálózat vizsgálatához először annak érzékenységi térképeit kell elkészítenünk, ezek láthatóak az 4. ábrán. E térképek alapján a hálózat legkritikusabb szakasza egyértelműen azonosíthatóvá válik. A nyomásérzékenységi térkép – 4. ábra, jobb oldali – látható,

hogy a hálózat alsó része kritikusan érzékeny a fogyasztásváltozásokra, nyomásérzékenysége jelentős. Ez azt sugallja, hogy jelen hálózati szakasz esetében a hálózat kapacitás tekintetében teljesítőképessége határán jár. Ehhez a területhez kapcsolódóan a másik fontos információt a tömegáramérzékenységi térkép – 4. ábra, bal oldali alábrája – tartalmazza. Jól láthatóan a nyomásérzékenység és ezáltal kapacitás hiány szempontjából kritikus övezet a tömegáramérzékenységi térkép alapján kijelölt mindösszesen három fő csőszakaszon keresztül kapcsolódik a hálózat ábra szerinti felső részén található betáplálási ponthoz. Az így létrejövő szűkület pedig kritikusan sebezhetővé válik az átmérőcsökkenéssel vagy a csövek károsodásával szemben.

Ha visszatekintünk a bemutatott 3. ábrára, egyértelműen látható, hogy a tömegáram-érzékenységi és térfogatáram érzékenységi térkép a hálózat esetében mutat némi korrelációt, az érzékenységi térkép alapján azonban az is világossá válik, hogy vannak olyan csőszakaszok, melyek jelentősége nem látható a térfogatáram diagramon. Így bár a hálózati csövek karbantartási jelentőségének becslésére a térfogatáramok egy jó kiindulási becslést adnak, de a pontos – karbantartás szempontjából kiugró jelentőségű csőszakaszok meghatározása, túlmutat ezen vizsgálati mód lehetőségein.

Ahhoz, hogy megértsük és elemezhetővé tegyük a módszer által kijelölt csőszakaszok jelentőségét, kapacitásvizsgálatot hajtottunk végre a nyomásérzékenységi térkép alapján lehatárolt és a 4. ábra jobb oldali alábráján



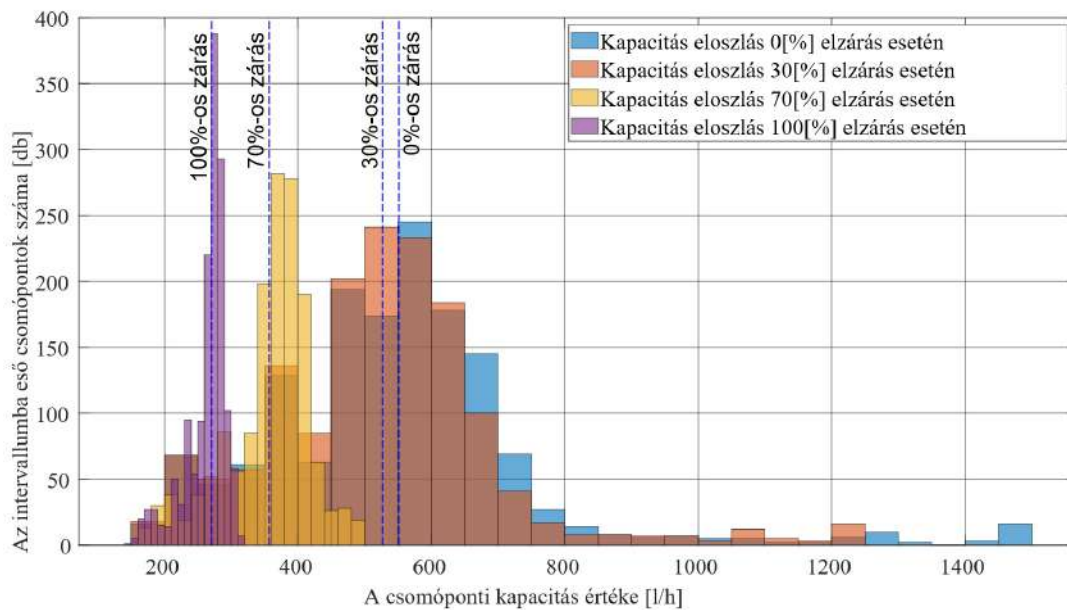
4. ábra A kiválasztott hálózat nyomás és tömegáram érzékenységi térképe.

bejelölt kritikus nyomásérzékeny hálózati szakaszon. Ehhez egy szintetikus egyik végén légkörre nyitott csőszakasz bekötését modelleztük minden csomópont esetére. A rendszerben egyszerre mindig csak egy kivételi pont volt légkörre nyitva, így lehetőségünk nyílt az adott hálózat fogyasztói kapacitásának vizsgálatára.

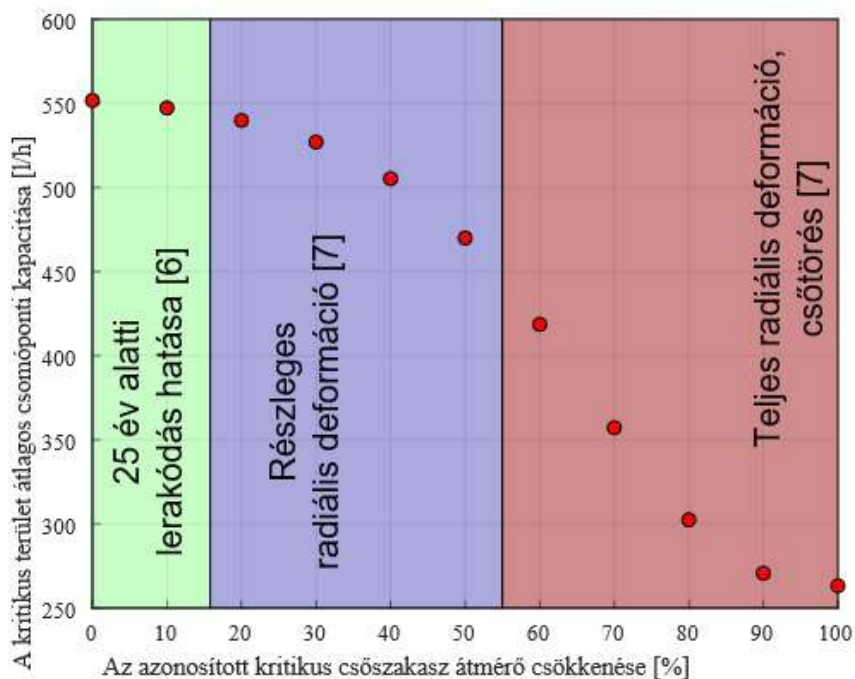
Az így létrejövő eloszlás, révén itt még a hatásvizsgálatra kijelölt csőszakasz átmérője nem került változtatásra a 0%-os zárasi hisztogramként került bemutatásra az 5. ábrán. Az így nyert hisztogramok meghatározásához minden esetben 1500 darab hidraulikai 1D szimuláció elvégzésére volt szükséges, melyet a Staci programcsomaggal, automatizált módon valósítottunk meg. A hatásvizsgálat során a 4. ábrán kritikus csőszakasz átmérőjét 10%-os lépésközzel fokozatosan változtattuk és minden egyes átmérő lépcső esetére új

teljes kiértékelést futtatunk a kritikus hálózati szakasról, így nyerve kapacitás eloszlást a csökkenő átmérősor mentén minden átmérő lépcső esetére.

Az 5. ábrán feltüntetésre került négy hisztogram alapján egyértelműen látható, hogy a csőátmérő szűkítése milyen jelentős hatással van a kritikus terület átlagos ivóvízkapacitási értékeire. Érdekes jelenség, hogy az átmérő csökkentése először az eloszlás félérték szélességét csökkenti és kisebb mértékben mozditja lefelé az átlagos kapacitási értéket. Ezen alapulva kijelenthető, hogy először a „szerencsés” nagy kapacitással rendelkező, vagy ipari fogyasztók tapasztalják a csőszakasz károsodását vagy a csőszakaszban képzett túlzott lerakódás jelenlétét, lásd 30%-os zárás esete. Ezt követően az egyre drasztikusabb csőszakasz kiesés már egyre nagyobb mértékben



5. ábra A hálózat kapacitás eloszlása a kritikus régióban.



6. ábra A kritikus terület átlagkapacitásának alakulása a zárás függvényében.

mozdítja lefelé a terület átlagos kapacitás értékét, így elvezetve a teljes zárás esetén jelentkező, az eredeti kapacitás felével sem rendelkező szinte teljesen funkcióvesztett állapotig, lásd 5. ábra 100%-os zárás esete. E jelenség alaposabb szemléltetésére a 6. ábra az átlagos kapacitás zárási hányad alapján történő eloszlását ábrázolja. A feltüntetett átmérő csökkenési határok, az az, hogy mely százalékos zárás minnek feleltethető meg a valóságban, magas széntartalmú húzott acél csövekre vonatkoznak a jelölt szakirodalom alapján. Jól látható, hogy a csőszakaszok átmérő csökkenése akár a 15%-os értéket is elérhető pusztán a lerakódások következtében. E mellett pedig akár az útburkolati túlterhelés akár kevéssé szerencsés építési károsítások az átmérőt tovább csökkenthetik, melynek detektálása – révén a húzott acél csőszakaszok igen ellenállóak és még nagy akár 80%-os deformáció esetén sem hasadnak fel – igen nehézkes. Ebből fakadóan pedig ahogyan az a hatásvizsgálat alapján is kitűnik, igen nagy problémát jelenthetnek az üzemeltetők számára.

AZ ÉRZÉKENYSÉG ALAPÚ JAVASLATTERV LEHETŐSÉGEI

E publikációban bemutattuk, hogy a hálózatok tömegáramérzékenység és összevont érzékenység alapú vizsgálata nem csupán a hálózati sebezhetőségek feltárására alkalmazható. Ugyan olyan jól felhasználható ezen módszer a hálózat karbantartási pontjainak kijelölésére, azáltal, hogy a csőszakaszok jelentőségének elemzését és súlyozását lehetővé

teszi. E módszer segítségével azonosítva tehát a mintahálózat karbantartás szempontjából legkritikusabb pontja a hálózat közepén található négy darab 4. ábrán jelölt csőszakasz. Amennyiben a szolgáltató felmérést végez, e négy szakasz állapotmegőrzése az elsődleges, révén ezek átmérő csökkenése a hálózat összekapacitását nagy mértékben befolyásolja. Ezt követik, de már jelentősen kisebb kritikussággal a betáplálási pont környéki csőszakaszok, végül pedig a hálózat peremén található csövek. Révén a hálózatban található csövek érzékenységi indexe igen alacsony értéket mutat, így e csőszakaszok esetén az átmérő csökkentése, vagy a karbantartási sorban hátrébb sorolása nagyon kis mértékben befolyásolja a hálózat összteljesítményét.

Szakirodalmi források alapján ismert, hogy az elmúlt néhány évtizedben a lakossági fogyasztás visszaesést mutat sok városban. Ennek kapcsán a jelenleg üzemelő ivóvízhálózatok igen kis áramlási sebességgel rendelkeznek és túlméretezettek tekinthetőek. Így a szolgáltatók számára abszolút reális lehetőséget jelent a rekonstrukciók során a hálózatok nagy átmérőjű költséges csöveinek átmérő csökkentése, akár bélelés akár egészen új kisebb átmérőjű csőszakaszok beépítése által. E módszer segítségével meghatározhatóvá válnak azon csőszakaszok, ahol az átmérőváltozás a lehető legkisebb kapacitásváltozást eredményezi, így amennyiben a tranziens nyomáslengés ellenőrzés is lehetővé teszi, jelentős rekonstrukciós költséget takarít meg a szolgáltató számára.

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen publikációban bemutatásra került, hogy az érzékenység alapú hálózatvizsgálat számos új aspektusát mutatja meg az ivóvíz hálózatok viselkedésének. Egy felől alkalmas a hálózat kritikusan átmérő érzékeny csőszakaszainak meghatározására, így kijelölve azon elementárisan fontos hálózati helyeket, melyek jó állapotban tartása – folyamatos mosatása – elengedhetetlenül fontos a hálózat üzemvitele szempontjából. E mellett pedig, rámutattunk arra egy hatástanulmányon keresztül, hogy egy ilyen csőszakasz átmérőjének csökkenése (pl. lerakódások, csőösszeroppanások által) kezdetben kisebb

mértékű kapacitás spektrum összehúzódást, majd egy ponton túl ugrásszerű kapacitásvesztést eredményez. Ezen eredmények alapján pedig kiderült, hogy az e módszerrel nyert információ nem csupán a karbantartási helyek kijelölésében, de a hálózati hibafeltárás és hálózatfejlesztés szakaszában is kiaknázható.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet szeretnénk mondani a Soproni Vízmű Zrt-nek, hogy a rendelkezésünkre bocsájtották a hálózatok adatait kutatási célokra.

▶ IRODALOMJEGYZÉK

SZERZŐ:



Huzsvár Tamás, PhD hallgató vagyok a BME GPK Hidrodinamikai Rendszerek Tanszékén. Az ivóvízhálózatok robusztusság és kapacitásnövelésével egy TDK dolgozat keretében kezdtem el foglalkozni. Miután dolgozatommal az intézményi TDK konferencián első az országos konferencián pedig harmadik díjat értem el, meghívást kaptam a tanszéken Dr. Hős Csaba által vezetett hidraulikai kutatócsoportba. Jelenleg a kutatócsoportban futó aktív kutatási projektek felölelik az ivóvízhálózatok energiahatékonyság és kapacitás növelés, valamint hálózati modellkalibráció és hálózatelmélet téma területeit, melyek közül az energiahatékonyságnövelés képezi doktori témám fő fókuszát. A Maszesz JURTA tagjaként már az előző két évben is részt vettem a Dulovics Szimpóziumon, az ott kapott visszajelzések nagyban segítettek a jelen publikációmban bemutatott módszerünk fejlesztését.

MIRE LEHET MÉG HASZNÁLNI EGY IVÓVÍZHÁLÓZAT HIDRAULIKAI MODELLJÉT?

WÉBER RICHÁRD, HUZSVÁR TAMÁS, DR. HŐS CSABA
BME GPK, HIDRODINAMIKAI RENDSZEREK TANSZÉK

***Kivonat:** Még napjaink rendszeresen karbantartott ivóvízhálózatai esetén is előfordulhatnak véletlenszerűnek tekinthető csőtörések, melynek helyreállítását a felelős közmű cégnek kell elvégeznie. Az érintett területeket első lépésben szakaszoló tolózárral szegregálni szükséges, ezáltal jelentős kiesés is előfordulhat mind a lakossági mind az ipari fogyasztók esetén. Amennyiben a víziközmű vállalat nem képes biztosítani a megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvizet, az egyfelől komoly kiesést okozhat az anyagi bevétel oldalán, másfelől növeli a fogyasztói panaszok számát. Ebben a cikkben bemutatjuk, hogy egy hidraulikai modell segítségével miként lehet az említett probléma megoldását támogatni, annak hatását előre jelezni, esetleges megelőző intézkedéseket hogyan lehet meghozni. A bemutatás során egy valódi ivóvízhálózati modellt használunk fel, pusztán demonstrációs célból, a módszerek általánosan használhatók bármely hálózat esetén.*

BEVEZETÉS

Az ivóvízellátó hálózatok minden település (a kis falvaktól a nagyvárosokig) stratégiaiilag fontos infrastrukturális részei. A mai ivóvíz rendszerek több évtized (vagy akár egy évszázad) folyamatos fejlesztésének eredményeképpen jöttek létre újabb és újabb területek hozzákapcsolásával, ezért általában igen heterogén kialakítású, bonyolult hálózatok [2]. Ezen rendszer rendeltetészerű üzeme kritikus az ipari hatékonyság és a lakosság életszínvonala szempontjából.

Napjaink modern számítástechnikai eszközeit használva azonban előre jelezhetőek nem csak a hálózat alapvető működési körülményei, de havária esetben is támaszkodhatunk rájuk. Ilyenek lehetnek például véletlenszerű csőtörések vagy hirtelen nagy mennyiségű vízkivételek, pl. tűzvíz kivétel. Egy jól felépített és karbantartott ivóvízhálózati modell segítségével lehetőségünk van akár megelőző lépéseket is tenni pl. váratlan csőtörésekkel szemben.

IVÓVÍZHÁLÓZATOK MODELLEZÉSE

Napjainkban az informatikai rendszerek széleskörű elterjedésének köszönhetően lehetőség van arra, hogy az ivóvízhálózatokban található minden egyes hidraulikai elemet (csőszakaszt, tolózárát, szivattyút) virtuálisan tároljunk és kezeljünk. A hálózatok e módú leképezése lehetővé teszi olyan hidraulikai modellt építését, melynek köszönhetően a modellezett hálózat viselkedése feltérképezhető a valóságot közelítő módon [1]. Egy ilyen hidraulikai modell számtalan lehetőséget rejt magában: a beszakadt tolózárak detektálásától kezdődően; az esetleges hálózatbővítések hidraulikára gyakorolt hatásának koncepcióterv szintű vizsgálatain keresztül, a kis vízigényváltozásra nagy nyomásváltozásokkal reagáló (magas nyomásváltozás érzékenységgű) hálózati helyek azonosításáig.

A matematikai modellről dióhéjban a következőket érdemes ismerni. Egydimenziós áramlást, összenyomhatatlan közeget feltételezünk, továbbá időben szakaszosan állandósult állapotot vizsgálunk. Ilyen feltételek mellett írjuk fel minden csomópontra az anyagmegmaradás, illetve minden ágelemre (pl. csőszakasz, szivattyú) az energiamegmaradás egyenletét [3]. Ezen egyenletek egy nagyméretű, egyértelműen megoldható, algebrai, nemlineáris egyenletrendszerre alkotnak. Ezt a Newton-Raphson-módszerre épülő megoldóval oldjuk meg, a Dr. Hős Csaba által fejlesztett Staci programcsomag segítségével [4]. Ez a hidraulikai megoldó bemenetén kap egy hálózatot (topológiával, csomóponti

és csőszakasz adatokkal, hálózati vízigénnyel stb.), majd a matematikai számítások után a kiemeneten megkapjuk a hálózatban található csomópontok nyomását valamint az ágelemekben átfolyó térfogatáramot.

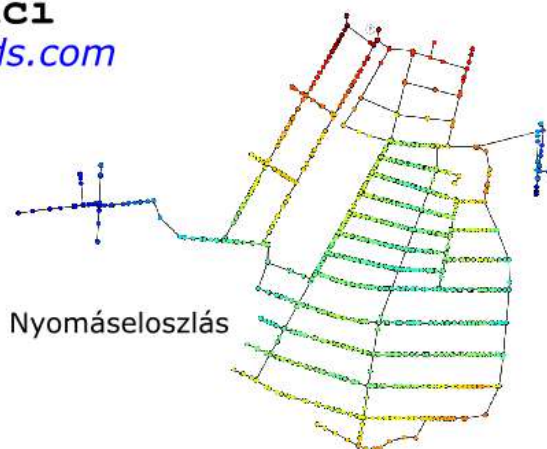
Modellezés szempontjából az eddig leírtak általánosan elterjedtek és általában alkalmasak a rendeletésszerű működésüket leírni az ivóvízhálózatoknak, azonban a szélsőséges esetek számításához szükséges van kiegészítésre. Csőtörés vagy hirtelen nagy mennyiségű víz kivétele esetén előfordulhat, hogy a hálózati nyomás oly nagymértékben lecsökken, hogy az már nem képes kielégíteni a fogyasztói igényeket. Ennek modellezésére természetesen lehetőség van az úgynevezett nyomásfüggő fogyasztási modell definiálásával. E modell dióhéjban alkalmas arra, hogy ha a nyomás egy adott küszöb alá esik, csak részlegesen szolgálja ki a definiált névleges vízigényt, így biztosítva lehetőséget az egyes havária esetek közvetlen fogyasztói manifesztációjának feltérképezésére. A következőkben bemutatott vizsgálatainkhoz ezzel a modellel egészítettük ki a Staci programcsomagunkat.

Hidraulikai modell építését és használatát mutatja be vázlatosan az 1. ábra. Hasonló célokra alkalmas eszközök napjainkban számos kereskedelmi forgalomban kapható szoftverben elérhetőek. A továbbiakban azon módszereket mutatjuk be, melyeket csak a Staci-ban állnak rendelkezésre.

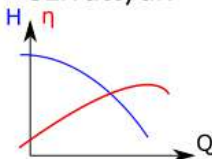
Csővezetékek

ID	X1	Y1	X2	Y2	Length	D	Material	Year
1316203	561715.7	196302.7	561683.9	196245.7	65.185	90	polyethylene	1995
1316202	561718	196307	561715.7	196302.7	4.879	90	polyethylene	1995
1322674	561715.7	196302.7	561723.7	196298.2	9.209	25	polyethylene	1990
1316205	561722.2	196317.4	561718	196307	11.934	90	polyethylene	1995
1322675	561718	196307	561728.3	196301.1	11.824	25	polyethylene	1990
1316204	561717.3	196320.1	561722.2	196317.4	5.61	90	polyethylene	1995
1322671	561722.2	196317.4	561732.7	196313.4	12.445	25	polyethylene	1990
1316195	561716.8	196320.3	561717.3	196320.1	0.591	90	polyethylene	1995
1322673	561713.2	196312.4	561717.3	196320.1	8.719	25	polyethylene	1990
1316197	561706.5	196325.8	561716.8	196320.3	11.574	90	polyethylene	1995

Staci
staci-hds.com



Szivattyúk

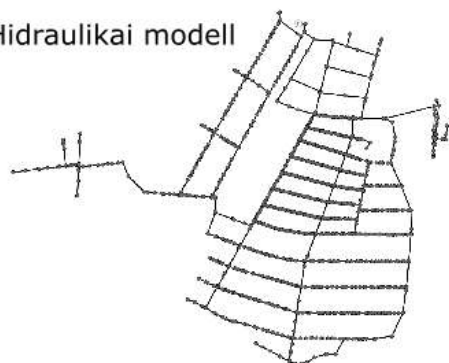


Tolózárak

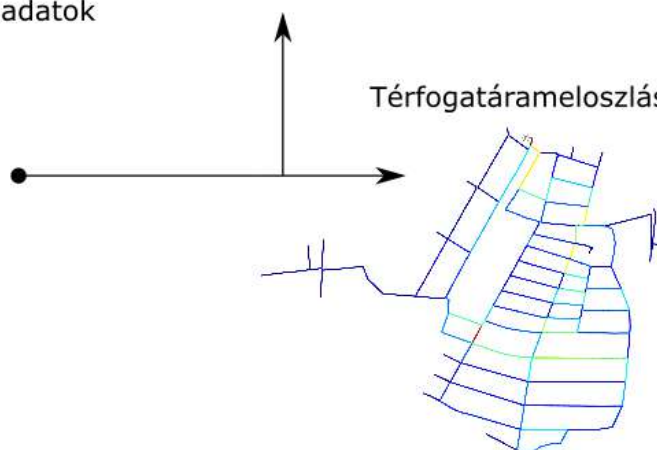
ID	X	Y	State
2874222	563520.4	193510.3	Open
2874221	563538.5	193474.9	Open
2874220	563520.7	193509.8	Open
2874219	563520.8	193510.1	Open
2874218	563538.4	193474.5	Closed
2874217	564695.1	195627.2	Open
2874216	564694.8	195627.5	Open

Fogyasztási adatok

Hidraulikai modell



Térfogatárameloszlás



1. ábra Hidraulikai modell építése a Staci segítségével

SZEGMENSGRÁF FELÉPÍTÉSE ÉS ALKALMAZÁSA

A gráfelmélet és hálózatelmélet eszköztára az utóbbi két évtizedben jelentős fejlődésen ment keresztül [5], mely komoly hatást gyakorolta a víziközmű ágazatra is. Számos publikáció jelent meg, melyek fő törekvése a hálózat topológiai, felépítésbéli sajátosságok hidraulikai jellemzőkre gyakorolt hatásának azonosítása [6]. Az irányvonalhoz igazodva a Staci programcsomagba is beépítésre került számos eszköz, mely például alkalmas két pont között a legrövidebb utat meghatározni vagy egy ivóvízhálózat különböző strukturális tulajdonságai számszerűsíteni.

Általános esetben, amikor a hálózat rendeltetészerűen üzemel, egy teljesen összefüggő hálózatot alkot. Előfordulhatnak azonban különböző üzemviteli kényeszerű leállások, pl. csőtörés vagy a vezetékek mosatása esetén, hogy egyes szakaszokat a hálózati főtestről le kell hidraulikailag választani. Erre a célra a rendszer számos pontján találhatóak tolózárak, melyek lehetőséget adnak különböző szigetek kiszakaszolására, biztosítva ezzel az adott rekonstrukciós művelet zavartalan elvégzését. Az ilyen esetek modellezési szempontból történő kényelmesebb kezelésére vezettük be az úgynevezett

szegmensgráfot, melyet a következőképp értelmezünk.

A szegmensgráf bemutatását egy egyszerű, szintetikus példahálózat segítségével tesszük meg, mely a 2. ábrán látható. Az első részábrán láthatjuk az eredeti hálózatot egy szivattyúval, mely egy tározóból emeli a vizet a hálózatba és tölt egy medencét, továbbá található rajta öt tolózár, melyeket betűkkel azonosítottunk. Első lépésben el kell távolítanunk a tolózárakat a modellből, ezáltal a hálózat szétesik különböző egymással nem érintkező, egyelőre ismeretlen számú szigetre. Az első csomóponttól indulva (lásd 3) lépés) feltérképezzük, melyek a hálózat azon elemei (csövei, csomópontjai, esetleg egyéb hidraulikai elemei), melyek továbbra is közvetlenül csatlakoznak. Amikor sikerült az összes elemet elérni, az algoritmus tovább ugrik a következő csomópontra, mely nem csatlakozott ehhez a szigethez, lásd 4) lépés. Amennyiben sikerült minden elemet valamelyik csoporthoz sorolni, képesek vagyunk felépíteni a szegmensgráfot, melyben az elkülönült szigetek, vagyis szegmensek lesznek a csomópontok és az őket összekötő élek pedig a tolózárak, lásd 6) lépés a 2. ábrán. Ugyanezeket a lépéseket alkalmazhatjuk valódi ivóvízhálózat esetén is, ahogy az látható a 3. ábrán.

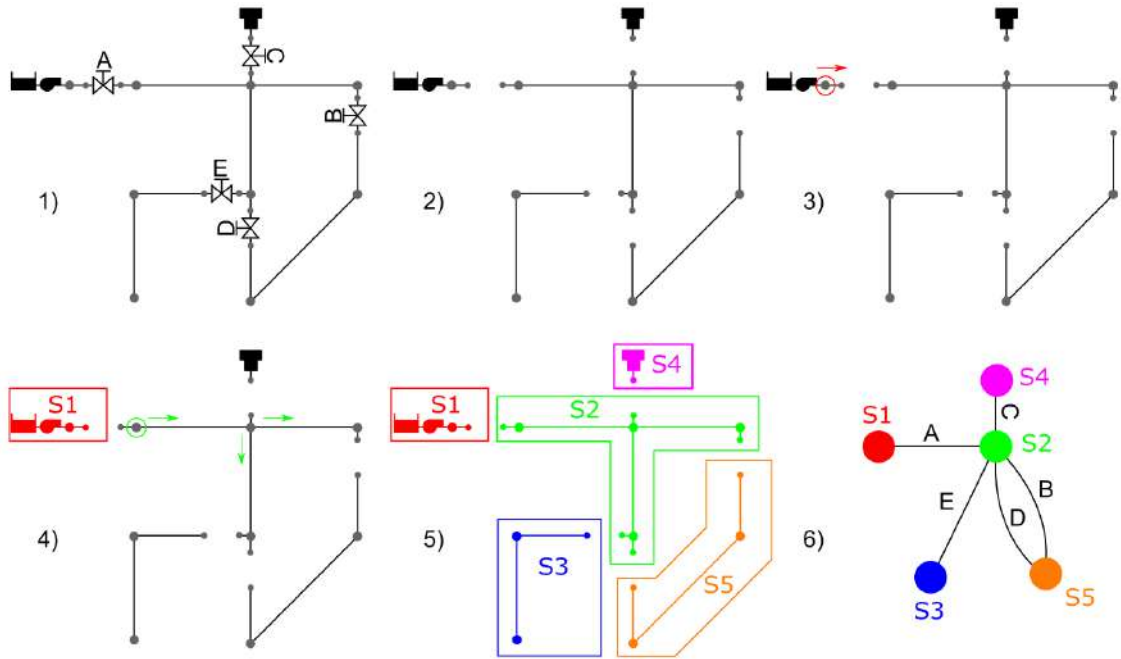
Már pusztán a szegmensgráf meghatározásával és strukturális vizsgálatával számos információhoz juthatunk az adott ivóvízhálózatban; például azáltal, hogy a szegmensgráf alapértelmezetten tartalmazza minden szegmens esetére azon tolózárak csoportját, melyek e szegmenst a lehető

leghatékonyabban szakaszolják ki a hálózatból. Az az a szegmensgráf alapú megközelítés lehetővé teszi az ivóvízhálózat kizárási tervének létrehozását bármely csőszakasz esetére. Másfelől ez a megközelítés lehetővé teszi ideális mosatási tervek elkészítését; vagyis könnyedén meghatározhatjuk, hogyan lehet a leghatékonyabban, leggazdaságosabban a hálózat egy adott területén elvégezni a tisztítást.

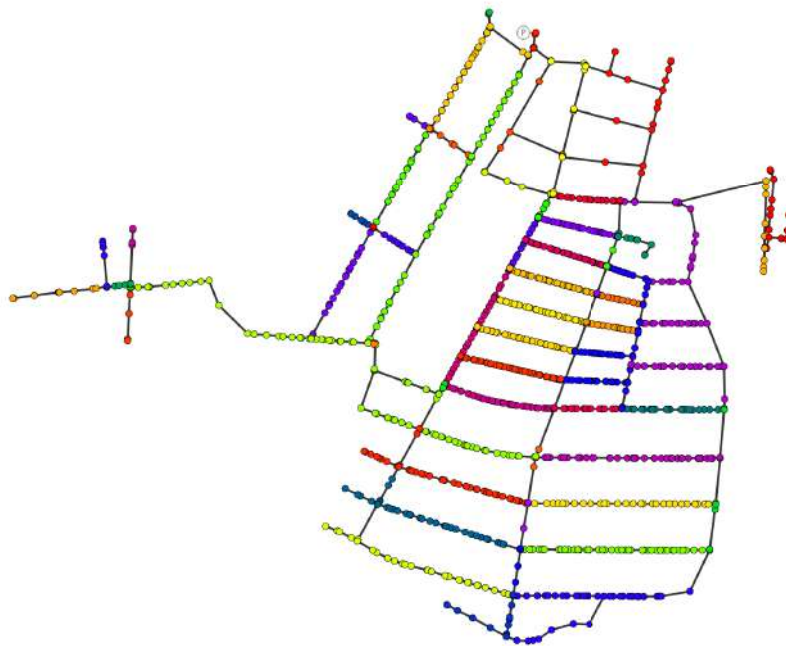
SZEGMENSGRÁFOK FOKSZÁMELOSZLÁSA

A komplex hálózat elmélet egyik jelentős eszköze az úgynevezett fokszámeloszlás vizsgálata. A fokszám azt jelenti, hogy egy csomópont hány éllel kapcsolódik a hálózatban. Az eloszlás alatt pedig egy olyan grafikonot értünk, mely megmutatja, hogy adott fokszámú csomópontból az egész hálózatban összesen hány fordul elő. Ivóvízhálózatok szegmensgráfja esetén a fokszám azt takarja, hogy egy szegmens hány tolózárral szakaszolható ki; illetve a fokszámeloszlás megmutatja, hogy pontosan hány darab 1, 2, stb. szakaszolható szegmens található a hálózatban összesen. A már korábban is alkalmazott valódi ivóvízhálózat szegmensgráfjának fokszámeloszlása látható a 4. ábrán.

Az ábráról leolvasható, hogy a hálózat jelentős része olyan területen található, melyet 6 vagy annál kevesebb tolózárral lehet a hálózatról leválasztani. Mindazonáltal található a hálózatban 1 szegmens, melyet összesen 7, illetve egy másik esetén 10 tolózárat is el kell zárunk, hogy az esetleges hibákat zavartalanul



2. ábra Szegmensgráf felépítése lépésről lépésre.



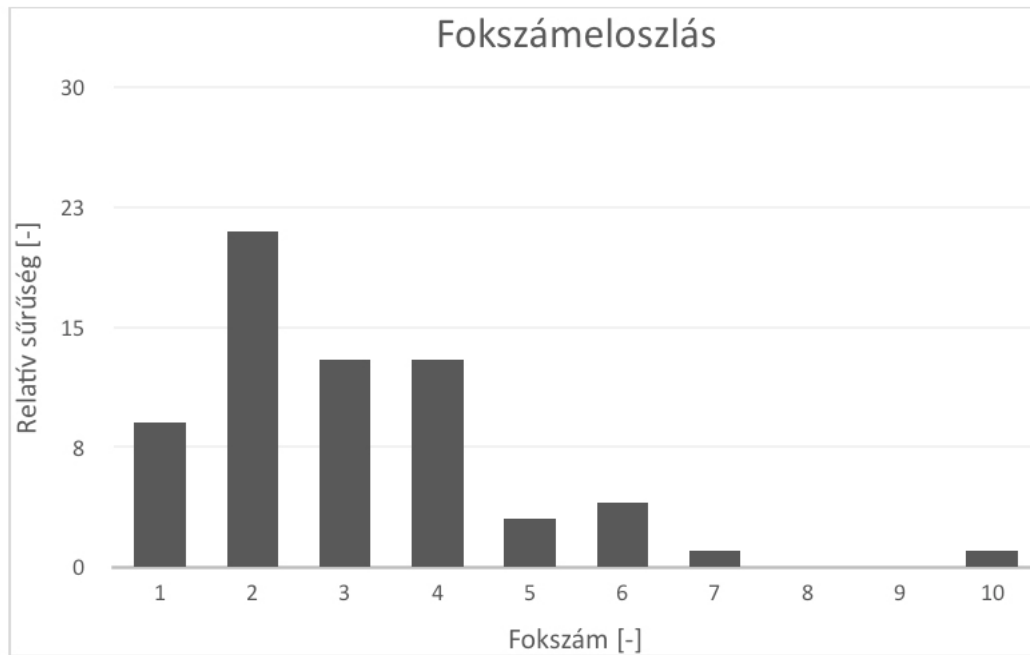
3. ábra Egy valódi ivóvízhálózat szegmensgráfja.

elháríthatjuk. Ezen eseteket mindenképpen egyénileg szükséges megvizsgálni, hogy itt valójában ez-e a helyzet, vagy esetleg az adatbázis tartalmaz valamilyen hibát vagy hiányosságot. További hálózatok vizsgálata során pusztán néhány esetben talákoztunk hasonlóval.

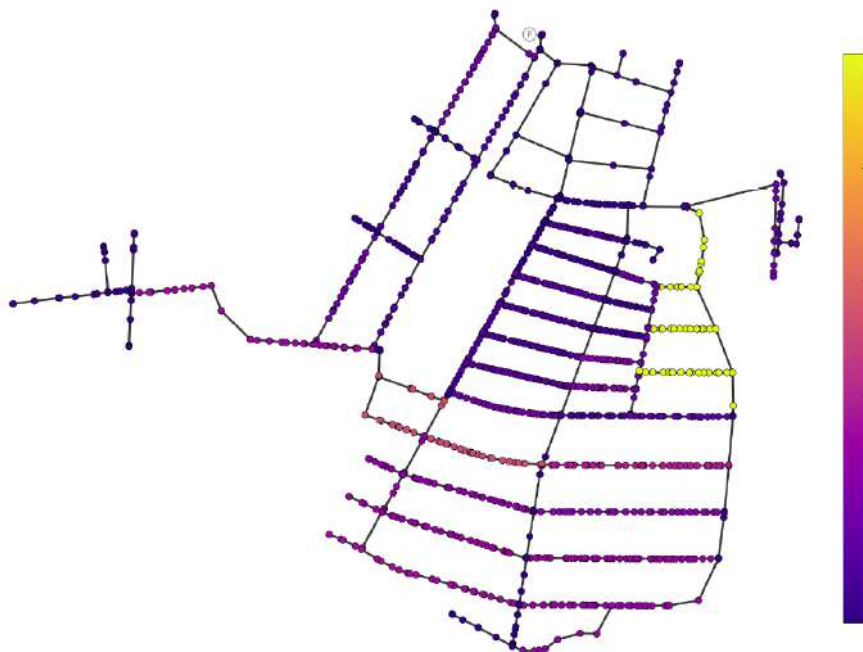
Mindemellett, amit még fontos kiemelnünk, hogy számos egyéb típusú hálózat esetén (pl. internet, szociális hálózat, fehérje kapcsolatok gráfja, elektromos hálózat) megfigyeltek egy különös jelenséget, mégpedig az úgynevezett skálafüggetlen eloszlást. Ez azt jelenti, hogy ezekben a gráfokban szinte kivétel nélkül találhatóak a hálózat méretéhez képest kifejezetten magas fokszámú csomópontok. Ez strukturális ellenállóképesség szempontjából rendkívül kedvezőtlen tulajdonság, ugyanis ezen pontok „eltávolításával” a kapcsolati háló kritikusan sérül. Egy ehhez hasonló jellemzőkkel bíró elosztóközpont kiesése vezetett az 1977-es nagy New York-i áramszünethez. Ivóvízhálózati szempontból viszont, több mint 30 valódi hálózat megvizsgálása után, kijelenthetjük, hogy néhány eltérő esetet leszámítva, nem találtunk hasonló tulajdonságot. Ezek a hálózatok leírhatók hagyományos véletlen gráfként, néhány eltéréssel. A különbségek abból adódnak, hogy egy ivóvízhálózat síkban kiteríthető, vagyis úgynevezett síkgráfok, továbbá nem találhatóak bennük 0 fokszámmal rendelkező pontok, illetve minden esetben összefüggő gráfot alkotnak. Összességében kijelenthető, hogy a megvizsgált hálózatok mind leírhatók összefüggő, véletlen síkgráfként.

IVÓVÍZHÁLÓZATOK SEBEZHETŐSÉGE

Napjainkban számos kutatás célja a hálózati elmélet területén, hogy számszerűleg definiálják egy rendszernek az ellenállóképességét különböző meghibásodásokkal szemben [6]. Ebben a vizsgálatban mi azzal foglalkoztunk, hogyan adható meg egy jól meghatározott számmal, hogy egy adott hálózat a különböző szegmenseken keresztül mennyire sebezhető. A célunk meghatározni a rendszer azon részeit, melyekben egy csőtörés a lehető legnagyobb kiesést képes okozni a hálózatban. Mindezt mi a fogyasztók szempontjából közelítettük meg, a korábban már említett nyomásfüggő fogyasztás modell segítségével. Röviden ennek a mennyiségnek, úgynevezett sebezhetőségnek, a definíciója a következő. Egyfelől megszámoljuk, hogy egy adott szegmensben az összes folyóméter cső hányada található meg, mely egy nulla és egy közötti számot eredményez. Másik oldalról pedig, a hidraulikai modell alapján kiszámítható, hogy amennyiben egy szegmenst tolózárral kiszakaszolunk a hálózat a teljes vízigény mekkora részét nem tudja kiszolgálni. Tehát utóbbi változó számszerűleg megadja minden egyes szigetre, hogy azok kiesése esetén a teljes vízigény hányadát nem lesz képes várhatólag teljesíteni az ivóvízhálózat egy az azokban bekövetkezett csőtörés esetén. Ezen két mennyiség szorzatát (csőhossz hányad és vízkiesés hányad) nevezzük sebezhetőségnek. Összességében így egy olyan változót kaptunk, mely akkor vesz fel magas értéket egy szegmens esetén, ha abban jelentős mennyiségű folyóméter cső található és



4. ábra Valódi ivóvízhálózat szegmensgráfiájának fokszámeloszlása.



5. ábra Egy valódi ivóvízhálózat sebezhetőségi térképe.

komoly kiesést okoz az abban bekövetkezett csőtörés a vízigények kiszolgálásában.

A sebezhetőség ábrázolása a hálózat térképén egy komoly fegyvertény a közmű cégek számára a veszélyes területek feltárásában. Ezen területek sebezhetőségének csökkentése érdekében lehetőség van akár új tolózár beépítésére vagy egyéb vízkormányzási módszerek alkalmazására. Az 5. ábra mutat be egy példát egy már korábban is demonstrációra használt ivóvízhálózat esetére. Ahogy ott látható, van egy kiemelten sebezhető területe a rendszernek, továbbá néhány közepesen veszélyes szegmens. Érdekesség, hogy ezen kitett szegmens nem egyezik meg a korábban említett magas fokszámú esetekkel, ez a terület mindösszesen öt tolózárral kiszakaszolható. Számos hálózaton vizsgáltuk ezt a típusú térképet és azt figyeltük meg, hogy szinte minden hálózatra ez a trend jellemző. Vagyis minden esetben előfordul néhány különösen sebezhető szigete a hálózatnak, míg a hálózat nagy része elhanyagolható ebből a szempontból.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ez a cikk bemutatott néhány új megközelítést, hogy napjainkban mire lehet még használni, a szokásos áramlástan jellemzők (pl. nyomás, térfogatáram) számítása mellett, egy jól felépített hidraulikai modellt ivóvízhálózatok esetén. Először is definiáltuk a szegmensgráfot, mely leírja hogyan esik szét a hálózat különböző izolált szigetekre egy-egy tolózárral történő kizárás esetén. Egyfelől ez a megközelítés már önmagában alkalmas feltérképezni a hálózat

azon részeit, mely szegregálásához esetlegesen túl sok tolózár elzárása szükséges, megnövelve ezzel a kiszakaszoláshoz szükséges időtartamot. Másfelől megemlítettük, hogy a szegmensgráf segítségével könnyedén kijelölhetők a hálózat mosatási pontja. Továbbá bemutattunk egy jellemzőt, mely alkalmas feltárni a hálózat azon részeit melyen egy véletlen csőtörés jelentős kiesést okozhat a hálózat fogyasztói számára. Ezen változó térképes megjelenítése egy kényelmesen használható eszközt ad a víziközmű cégek kezébe a hálózataik sebezhető területeik feltárására.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet szeretnénk mondani a Soproni Vízmű Zrt-nek, hogy a rendelkezésünkre bocsájtották a hálózatok adatait kutatási célokra.

▶ HIVATKOZÁSOK





SZERZŐ:



Wéber Richárd, 1992-ben született Pécsen. 2015-ben szerezte BSc diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Karán, míg ugyanitt 2017-ben az MSc-t. Ezután kezdte kutatását a Hidrodinamikai Rendszerek Tanszéken PhD hallgatóként, témája címe „Csőhálózatok minőségi vizsgálata gráfelméleti módszerek segítségével”, témavezetője Dr. Hős Csaba, egyetemi docens. A tanszéken már évtizedes múltra tekint vissza a különböző csőhálózatok vizsgálata, elsősorban ivóvízhálózatok állnak a fókuszban. A vizsgálatok során a cél az utóbbi évtizedek komplex hálózatelmélet eszközeinek alkalmazása ivóvízhálózatok esetén. Eddig 4 nemzetközi folyóirat cikket (köztük 2 impakt faktoralal rendelkezőt) és 7 nemzetközi konferenciakiadványt jegyezhet magáénak.

Az **Ökotechnik Kft.** több mint 20 éve van jelen a kommunális és ipari szennyvíztisztítás és biogáz-technológia területén gépek-berendezéseinek forgalmazásával, márkaképviselettel és a gépek szervizelésével.

Társaságunk által képviselt berendezések:

ROBUSCHI Forgódugattyús fúvók és Csavarkompresszorok

Az **Ökotechnik Kft.** több mint 20 éve exkluzív partnere a **Gardner Denver Robuschinak** a magyar piacon, termékskáláját folyamatosan növelve fejlett technológiákat alkalmazva az energia-takarékosságot szem előtt tartva.

ROBOX LOBE

3 LAPÁTOS FORGÓDUGATTYÚS FÚVÓ

A ROBOX fúvó egy integrált fúvó aggregát-rendszer, alacsony nyomású közegek szállítására, új RBS típusú pozitív kiszorítású forgó lapátos fúvóval felszerelve:

- $Q = 100 - 24\,000 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\Delta p = -500 - 1000 \text{ mbar}$



ROBOX SCREW

OLAJMENTES CSAVARKOMPRESSZOR

Az olajmentes csavarkompresszor kombinálja a forgódugattyús ROBOX fúvók igazolt jellemzőit az innovatív új komponensekkel, mellyel **magas energiahatékonyságot értek el:**

- $Q = 100 - 10\,500 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\Delta p = -700 - 2\,500 \text{ mbar}$



ROBUSCH®

OTT Systems levegőztető rendszerek

Az **OTT GmbH** az egyik vezető levegőztető membrányártó cég, ami folyamatosan fejlesztette az általa gyártott technológiai elemeket, a **MAGNUM®**, és **STANDARD®** csődiffúzorokat **FLEXNORM® (EPDM)**, illetve az ipari szennyezőknek is ellenálló **FLEXSIL® (szilikon)** anyagokból.

Az innovatív **AirRex®** cső levegőelosztó rendszer a csődiffúzorokkal és tányér-diffúzorokkal gyors és ragasztóanyag nélküli telepítést tesz lehetővé mindenfajta levegőztető medencébe. A **D-REX®** tányér-diffúzorok **FLEXLON®** membránokkal lakossági és ipari szennyvíztisztító-telepeken felhasználható.

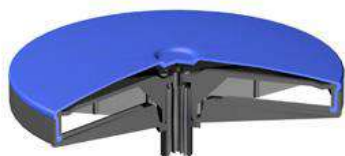
MAGNUM® FLEXSIL® membránnal



STANDARD 2® FLEXNORM membránnal



D-REX® FLEXLON® membránnal



AirRex® Csővezeték rendszer



GRP járőrácok, biztonsági padlók és korlátok

A **GRP termékek** (üvegszál erősítésű műanyag) kiváló tulajdonságokkal rendelkeznek ott, ahol a hagyományos építőanyagok, például a kezelt fa és szénacél alkalmazása nem biztosítja a hosszú élettartamot. A GRP korróziómentes, formatartó, könnyen méretre vágható, ellenáll a vegyi anyagoknak, magas és/vagy alacsony hőmérsékletnek, valamint elektromosan rendkívül jól szigetelnek. Igény esetén antisztatikus GRP is szállítható a többi tulajdonság megtartása mellett.

GRP JÁRŐRÁCSOK GRP R 25 – R 60



GRP BIZTONSÁGI PADLÓK GRP BP 25 – BP 50



GRP KORLÁTOK

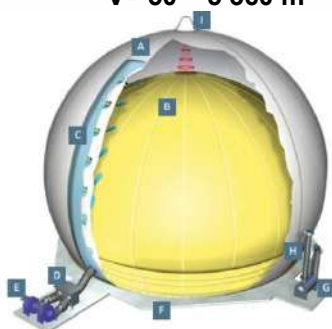


Biogáz tartályok és fáklyák

SATTLER® BIOGÁZ TARTÁLYOK

A **SATTLER** biogáz tartály korszerű korróziómentes és biztonságos gáztárolási megoldást kínál környezetünk védelmére, a duplamembrános biogáz-tartály jellegzetes gömb formájú tartályaival.

$V = 50 - 5\,360\text{ m}^3$



HIMMEL® BIOGÁZ FÁKLYÁK

A **Gastechnik Himmel GmbH** képviselével elérhetővé tesszük a nem hasznosított biogáz biztonságos elégetését és a biogáz biztonsági elfáklyázását.

A fáklya alkalmassá tehető a környezetre veszélyes éghető gázok elégetésére is, aminek kialakításához műszaki támogatást biztosítunk.

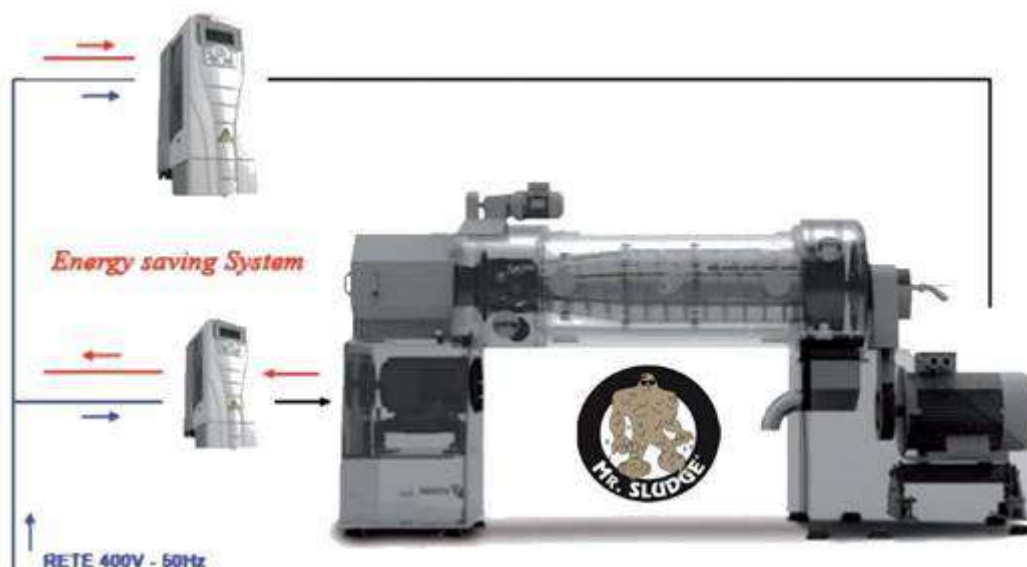


VITONE® centrifugák

A **VITONE®** centrifugák kommunális és ipari szennyvíztisztító telepeken az iszapok víztelenítésére, valamint más ipari technológiák fázisszétválasztási feladataira kifejlesztett, speciális **nagy energia hatékonyságú** berendezések.

A legkorszerűbb technológiák ötvözésével a saját fejlesztésű Vtronic® szoftver rendszer segítségével magas energia-megtakarítás érhető el a hajtás automatikus generátor üzembe állásával.

A gépek teljesítménye széles skálán terjed **5 – 100 m³/h kapacitással** és **7,5 kW - 125 kW-ig**.



AZ ÉRDI CSATORNAHÁLÓZATI ÉS TELEPI SZAGHATÁS KEZELÉS ÜZEMELTETÉSI TAPASZTALATAI

STRASZNER MÁRTON
ÉDV KFT.

A víziközmű üzemeltető társaságok számára a szaghatás kezelés műszaki és felhasználói szempontból is kiemelt téma. Az Érd és Térsége Csatorna-szolgáltató Kft. szolgáltatási területén egy viszonylag új, öt éves szaghatás kezelő rendszert üzemeltetünk. Az eltelt időszakban nagy mennyiségű tapasztalattal gazdagodtunk, ezeket szeretném megosztani a cikkben.

Az Érd és Térsége Csatorna-szolgáltató Kft. üzemeltetési területe három agglomerációs településre terjed ki (Érd, Diósd és Tárnok). A felhasználói lakosságszám megközelítőleg 91.000 fő, a szolgáltatási terület legtávolabbi pontjai mintegy 12 km távolságra találhatóak a szennyvíztisztító teleptől. A 2011-2015. között végrehajtott „Érd és térsége szennyvíztisztító telep rekonstrukciója és bővítése és szennyvízelvezető rendszer fejlesztése” elnevezésű KEOP-1.2.0/2F-2009-0001 fejlesztési program során a kitűzött cél a meglévő szennyvíztisztító telep hidraulikai és biológia fejlesztése, valamint a településeken a teljes csatornázottság elérése volt. A projekt során létrehozott önkormányzati tulajdonú művekkel a három település szennyvizét az Érd Megyei Jogú Város területén üzemelő szennyvíztisztító telepre vezetik.

Az érdi szennyvíztisztító telep ciklikus rendszerű eleveniszapos biológiai tisztítómű, a fejlesztési program során hidraulikai kapacitását 8.000 m³/nap értékről 15.000 m³/nap értékre növelték. A telep biológiai kapacitása 146.000 LEÉ. Az iszapvonal biogáz üzemmel egészül ki, amelyben mezofil rothasztók segítségével megtermelt biogázt gázmotorokra vezetik. A megtermelt elektromos áram a szennyvíztisztító telep külső energiaszükségletét csökkenti, valamint fennáll az elektromos kikapcsolás lehetősége a városi hálózat irányába is. A tisztított szennyvizet a tisztítómű végátemelőjéből a Duna sodorvonalába vezetik, megfelelő vízállás esetén energiatakarékos szivornyás üzemmel.

A szennyvízelvezető hálózaton mintegy 145.000 fm bekötővezeték, valamint 450.000

fm gerincvezeték épült, melyből megközelítőleg 15.500 fm a nyomott rendszerű szálítóvezeték. A szolgáltatási területen 90 db közterületi szennyvízátelelő telep üzemel, amelyek 1 db üzemi és 1 db meleg-tartalék búvárszivattyúval szereltek. Az áttemelő telepek közül 4 db a szennyvíztisztító telepre közvetlenül dolgozó végátelelő. Minden áttemelő GPRS kapcsolaton keresztül bejelzéssel rendelkezik a diszpécser központ webS-CADA irányító rendszerébe, ahol az automata üzem mellett távbeavatkozásokra is lehetőség nyílik. A szennyvízelvezető hálózat a fentiek mellett kiegészül cca. 1200 db házi beemelők műtárggyal, szaghatás kezelő rendszerrel, valamint időjárás állomásokkal.

A csatornahálózaton három fő elvezető ág létesült, ezek hosszú áttemelő láncolatokból épülnek fel. Az átlagos áttemeltségi szorzó 2,2, vagyis egy átlagos vízcsepp 2,2-szer kerül szivattyúzásra. A legtávolabbi ponttól induló szennyvizet 8 alkalommal kell áttemelni mire a szennyvíztisztító telep fogadó medencéjébe kerül. A gyűjtőhálózatok végpontjainak közelében kis terhelésű áttemelő telepek üzemelnek, valamint több esetben hosszú, 1 km-t meghaladó nyomóvezetékek épültek a változatos domborzati viszonyok miatt. Ezen tényezők okán a hálózati tartózkodási idő minden gyűjtőágon meghaladja a kritikus 3-4 óra időtartamot, így a nyers szennyvíz berothadása már a hálózatban elkezdődik.

A berothadás a nyomóvezetékekben kialakuló anaerob folyamat: az oxigénhiányos környezetben a csőfalán kialakuló biológiai hártában található mikroorganizmusok hatására szerves savak, majd kén-hidrogén gáz keletkezik.

A kén-hidrogén oxigénnel kémiai reakciót alkotva kénsavat képez, a lokálisan megnövekvő koncentrációnak jelentős a korróziós hatása az acél, valamint beton szerkezetekre. A kén-hidrogén gáz mérgező, a munkavédelmi előírások be nem tartása a csatornaműveken dolgozók súlyos, adott esetben visszafordíthatatlan egészségkárosodását okozhatja. A csatornahálózatban megjelenő kén-hidrogén penetráns bűze a felhasználók körében keletkező szagpanaszokért felel.

A fentiek elkerülése érdekében a nyers szennyvizet már a szennyvíztisztító telepre történő bevezetése előtt kondicionálni kell, vagyis a berothadást többlet oxigénforrás bejuttatásával meg kell előzni. Az ÉTCS Kft. szaghatás kezelő rendszere három fő rendszeremre épül: a szennyvíz kondicionálást ún. megelőző nitrát adagolással végzik a szakemberek, az adagolt mennyiség – többek között - a hálózatban mért kén-hidrogén koncentrációtól függ. A vegyszeres kezelés a szagérzet javítása érdekében helyenként kiegészül a csatornából kiáramló bűzös levegő szűrésével.

A szennyvízelvezető hálózat 15 pontján kén-hidrogén mérési pontok létesültek, amelyek közül 8 pont nagy vízhozamú, vagy hosszú tartózkodási idejű áttemelők nyomóvezetékének fogadóaknájában üzemel, hét helyszínen pedig közbenső ellenőrző pont épült. A kén-hidrogén mérési pontok kialakítása egységes: a fogadóakna légteréből a bűzös levegő elszívásra kerül, amit egy kémiai cellára vezetnek, ezen keresztül mérik a kén-hidrogén értéket. Az elszívott levegő szűrés után a szabadba kerül kivezetésre, a mérés során a párából kicsapódó csekély mennyiségű

víz pedig a csatornába visszavezetik. A mért kén-hidrogén értéket a helyi PLC a központi irányító rendszerbe továbbítja GPRS-kapcsolaton keresztül.

A kalcium-nitrát adagolás hét átemelőnél épült ki szintén azonos műszaki tartalommal: a központi irányítás szakértői rendszere a nyomóvezeték végpontján mért kén-hidrogén érték, valamint a várható szennyvíz mennyiség függvényében vezérli az adagolást átemelő telepeken. Az adagolási pontok a gyűjtőhálózat végpontjain, valamint a nagy vízhozamú átemelőknél találhatóak. A vegyszertartályok földalatti vasbeton kármentő medencébe helyezett 2-4 m³ térfogatú polipropilén anyagú tartályok, amelyekből a kalcium-nitrátot membránszivattyúk segítségével juttatják az átemelő akna vízterébe. Az adagolószivattyúk váltott üzemű 1 db üzemi és 1 db meleg-tartalék rendszerben üzemelnek. A helyi irányítást PLC végzi, a központi irányítással szintén GPRS csatornán keresztül kommunikál az egység.

A szaghatás kezelő rendszer harmadik egységét a biofilterek jelentik. Összesen 8 átemelő telepen aktív, 34 átemelő telepen passzív biofilter üzemel, továbbá 16 közbenső beavatkozási pont (3 aktív és 13 passzív) létesült. Elhelyezésük és kialakításuk a szolgáltatási területen változatos. Telepítésre kerültek átemelők védterületén belül, a nyomóvezetékek végpontjai közelében, a kén-hidrogén mérési pontokon, valamint több légtelenítő szerelvényaknánál. A méretezésük a tisztítandó csatornalevegő mennyiségének és a várható kén-hidrogén koncentrációnak a függvényében változó: aktív és passzív biofilterek

is épültek, növényi háncs, illetve aktív szén töltetekkel. Egy helyszínen osztott töltettérben vegyes alkalmazásra is találunk példát.

A szennyvíztisztító telepen két műtárgynál létesült növényi háncs töltetű aktív biofilter a bűzkezelés érdekében: a bevezetett szennyvizet közvetlenül fogadó összevont mechanikai műtárgynál, valamint az iszapvíztelenítő gépházban.

A KEOP fejlesztési projekt során kialakított szaghatás kezelő rendszer 2014. év első felében készült el. A próbaüzem során a Mérnök által kijelölt hálózati pontokon érzékszervi vizsgálatokat tartottak, regisztrálták a beérkező lakossági bűzpanaszokat, valamint a műszeres ellenőrző méréseket végeztek. A tender kiírás szerint az ellenőrző mérések 95%-ának meg kellett felelni azoknak levegő minőségi követelményeknek, hogy a csatorna légtérben fedlap alatt 1 méter mélységben a kén-hidrogén koncentráció nem haladhatta meg a 10 ppm értéket, valamint az átemelők levegő kibocsátási pontjain a 2 ppm értéket. A próbaüzem sikeres lezárását 2014. június 10. napján tartották. A próbaüzemi időszakról általánosan elmondható, hogy rendszerszintű probléma nem lépett fel.

Az üzemeltetési időszakban elkerülhetetlenül alakultak ki olyan meghibásodások, amelyek garanciális ügyintézészt igényeltek. A hibajelenségeknek jellemzően három típusával találkoztunk: kivitelezési hibák; élettartambeli kifogások, és egyéb, emberi mulasztásokból eredő hibák. Mindegyik típus esetében néhány példát mutatok be.

A kivitelezési hibajelenség adódott nem megfelelő alapozásból, ebben az esetben az aktív biofilter talapzata megbillent, a levegő elszívás

az eltörő vezeték miatt meghíusult. Garanciális hibajavítás keretében a vállalkozó utólag injektált betont az altalajba.

Visszatérő jelenség volt egy vegyszertartály felúszása talajvizes időszakban, amely a kármentő medence földérmjét is felemelte, az elektromos kábelek, illetve a vegyszeradagoló vezetékek több alkalommal megsérültek. A garanciális javítás során feltárássra került a hiba, a kármentő medence előregyártott betonelemei illesztésének vízzárása nem megfelelő módon lett kialakítva. Az illesztési hézagok több rétegű utólagos szigetelése a problémát megoldotta (1-2. kép).

Kén-hidrogén mérő berendezés elszívó csövén elleneséses szakasz készült, ahol a visszafelé áramló kicsapódott pára összegyűlt, eltömítette a vezetéket, így a csatorna légteréből elszívás nem történhetett, ezért kén-hidrogén mérés meghíusult. A fentiek miatt a megelőző nitrát-adagolás sem működött megbízhatóan. A hibajavításig az üzemeltető heti gyakorisággal, kompresszorral tisztította a vezetéket az üzembiztonság fenntartása érdekében.

Az élettartambeli kifogások jellemzően a nem megfelelő anyagok beépítéséből származtak, amelyek több garanciális meghibásodáshoz vezettek. Főként műanyag idomok, elektromos csatlakozók károsodtak kültéren az UV-sugárzás, valamint a hőingadozás hatására.

Jellemző példa a nem megfelelő anyag felhasználásra, hogy rozsdamentes acél szerkezeti elemeket szénacél kötőelemekkel rögzítettek. A korrozív környezetben rövid idő után megjelentek az eltérő élettartamra utaló jelek, a feltárt hibahelyeken a javításokat a vállalkozó elvégezte.



1. kép: Illesztési hézagok hibájának utólagos vízszigetelése vegyszertároló tartály kármentő medencéjében



2. kép: Utólagos víztartási próba javított kármentő medencében

Több aktív biofilternél okozott gondot a téli temperáló fűtés üzemzavara. Szintén garanciális hibajavítás keretében cserélték helyen a fűtőszálakat, amelyek már a harmadik téli időszakban működésképtelenné váltak.

Emberi mulasztásból eredő hibaként említhető biofilterek kezdeti töltethiánya, valamint a megvalósulási dokumentációk késedelmes, illetve hiányos elkészítése.

Összességében a garanciális időszakról elmondható, hogy mind a generálkivitelezővel, mind a szakkivitelezővel kiegyensúlyozott munkakapcsolatunk alakult ki, a hibajavítások elfogadható határidővel elkészültek. Az át-emelő építési projekt garanciális időszaka 48 hónap volt, míg a szakkivitelező mindössze 24 hónapot vállalt. A bejelentések után az új alvállalkozó bevonása több esetben csúszást okozott.



3. kép: Rozsdamentes szerkezeti elemek szénacél kötőelemekkel rögzítve

Hangsúlyozandó és az egyik legfontosabb üzemeltetői tapasztalatként említem meg, hogy az új építésű rendszerelemeken a szennyvíz kondicionálásának ellenére egy éven belül megjelentek a korrózió jelei. Tisztítóaknában, fogadóaknában felületi betonkorrózió (4. kép), acél rendszerelemeken (zsilip-tolózárok, hágcsók) több helyen szerkezeti korrózió alakult ki.

A garanciális hibakörbe tartozó feladatokon kívül is több üzemeltetői beavatkozásra került sor. A Kezelési és Karbantartási Utasítás szerint a biofilter töltetek (aktív szén, növényi háncs) várható élettartama – a terheléstől függően – 3-5 év. Tapasztalataink szerint ez az érték még alacsonyabb is lehet, Társaságunknál 2016-tól kezdődően, ütemezett töltetcsereket kellett bevezetni a töltetek ki-merülése, ezáltal a szűrők funkcióvesztése miatt. Megfigyeléseink szerint a tisztítóaknába fedlap alá épített passzív filterek vannak a legnagyobb igénybevételnek kitéve, ezeket jellemzően két évente cseréljük. A felszín feletti aktív biofiltereknél a túlzott nedvesítés, valamint az esetleges szennyvíz előntések jelentősen csökkentik a töltet élettartamát. Az aktív szén töltetű szűrők jellemzően a Kezelési és Karbantartási Utasításban megadott élettartamot teljesítették. A töltetekre vezetett levegő nem ad teljesen egyenletes áramlási képet jól működő elszívó ventilátorok mellett sem. Ezért kisebb térfogatú biofilterek esetében (legfeljebb 2 m³) a karbantartások során a töltetek átmozgatását is elvégezzük, tapasztalataink szerint ez az ásványosodást lassítja.

Az eltelt üzemeltetési időszakban több alkalommal fordult elő haváriás meghibásodás a szaghatás kezelő rendszeren: 2018. nyarán nagy intenzitású csapadékesemény hatására a csapadékvízzel keveredett szennyvíz az egyik végátemelő telepen felszíni előntést okozott. A telepen üzemelő alsó átszívású biofilter ventilátora beázott, valamint a biofilter töltet is átázott, berothadt.



4. kép: Betonkorrózió új építésű tisztítóakna künetében

Több alkalommal villámcsapás után kellett hibajavítást végeznünk a rendszeren, ekkor jellemzően a helyi vezérlés, illetve a GPRS kommunikáció elemeinek cseréje vált szükségessé.

A szennyvíztisztító telepi régi biofilter esetében kialakítási probléma okozott üzemzavart. A bűzös levegő elszívás nagy távolságról, alulméretezett ventilátorral készült. A nem megfelelő légcsere miatt az elektromos kapcsoló

terekben korrozív levegő maradt, amely több elektromos elosztószekrényen belüli meghibásodásért volt felelős. A biofilter felújítása során a gépészet újraméretezésére kiemelt hangsúlyt fektettünk, így a jelenség megszűnt. A szaghatás kezelő rendszer tervezése során a téli időszakban a kalcium-nitrát adagolás leállításával számoltak. A szennyvíztisztító telepen a téli üzem során azonban a megfelelő iszapülepedést akadályozó fonalásodás lépett fel. Kísérleti jelleggel a nitrát-adagolást újraindítottuk, amitől a jelenség enyhült. 2017. év elejétől ezért a nitrát-adagolás folyamatos.

A szennyvíztisztító telepen dolgozó szakemberek vizsgálják, hogy kimutatható-e közvetlen összefüggés a vegyszeradagolás üzemeltetése és a fonalásodást okozó *Microthrix Parvicella* baktérium jelenléte között.

További üzemeltetői feladatot jelentett a KEOP-projekt kiegészítéseként épült hálózat átalakítások beillesztése a szaghatás kezelő rendszerbe. Korábbi hálózati elöntések miatt két nagy vízhozamú átemelő telep között az üzemelő nyomóvezetékét közvetlenül a végátemelőbe kötötte be a beruházó, tehermentesítve az érintett gravitációs gyűjtőszakaszt. Az új vezeték megépítése után a kén-hidrogén mérési pont a korábbi helyén maradt a lecsökkent terhelésű gravitációs vezetéken, míg a nyomóvezeték hossza és benne a szennyvíz tartózkodási ideje megnőtt. Így a megelőző nitrát-adagolás nem tudott hatékonyan üzemelni. A nyomóvezeték lokális magas pontjánál lakossági szagpanasz keletkezett, amelyet helyi beavatkozással, a légtelenítő lezárásával tudott az üzemeltető kezelni. A szivattyúk vízszállításában a légtelenítő

nem okozott kimutatható változást. A jövőben a problémára rendszerszintű megoldásokat kell találni, ezek a mérési pont áthelyezése, valamint a szakértői rendszer szoftveres finomhangolása lesznek.

Az ipari ingatlanfejlesztések szintén új kihívásokat jelentenek az üzemeltető számára. 2016. évben új ipari üzem létesült a szolgáltatási területen, amely saját átemelő műtárggyal és egy cca. 2000 fm hosszúságú nyomóvezetékekkel kötöttek be az üzemelő törzshálózatba. A tervezett terhelés, valamint a tartózkodási idők miatt a műtárgy mellett új vegyszer adagolási pont is létesült. A beruházás lebonyolítása során üzemeltetői elvárásunk az volt, hogy a rendszerbe egyszerűsített elemeket illesszünk, így a műszaki tartalom meg egyezett a KEOP-projekt során előírtakkal. A kialakítás során nehézséget okozott, hogy a nyomóvezeték fogadóaknája külterületen, elektromos hálózattól távol épült. A kén-hidrogén mérési pont ezért napelemes – akkumulátoros megtáplálást kapott.

A szaghatás kezelő rendszer üzemeltetésével kapcsolatban az egyik leggyakoribb és legfontosabb feladat a lakossági bűzpanaszok kezelése. A szolgáltatóknak nagy a felelőssége a panaszok megelőzésében és megszüntetésében, mivel a jelenség a felhasználók életminőségét, súlyos esetben az egészségét negatív irányban befolyásolja, valamint a kén-hidrogénnel szennyezett szennyvízelvezető művek a saját munkavállalókat is feleslegesen kockáztatnak teszik ki. Az érdi csatornahálózaton évente néhány tíz esetben fordulnak elő lakossági bűzpanaszok, helyszíni kivizsgálásukra minden esetben kísérletet

teszünk, azonban ez sokszor nehézkes, mivel a bűzérzet minden egyén esetében szubjektív, nehezen számszerűsíthető. A szagforrások időben és térben változóak lehetnek, az egyetemes szaghatást okozhatja a csatornahálózatba juttatott idegen anyag (pl. illékony szerves vegyületek, illegális szippantó ürítések). Mire a hálózatellenőr kivizsgálók a helyszínre érnek, a szennyezés sokszor megszűnik. Viszont a szaghatásoknál a nyomon követés egyszerűbb feladat. A bűzérzetet befolyásolja az egyéni érzékenység, ez függhet az érintett életkorától, környezetének jellegétől (rendezettségétől), de akár a szakmájától is. A szag érzékelése függ az épített környezettől, az építmények elhelyezkedésének sűrűségétől. Jelentős befolyásoló tényezők a meteorológiai hatások. A hőmérséklet emelkedése intenzívebb bűzképződést okoz, a szél, vagy a légnyomás változása a csatorna kiszellőztetését, a bűzös levegő környezeti megjelenését segíti elő. Csapadékeseményekkel együtt járó infiltráció átöblítheti ugyan a csatornát, azonban az előtét, vagy az áramlási holtterekben felhalmozódó csatornaiszap szintén növekvő szaghatást okozhat. Előfordulhat, hogy a panaszbejelentést anyagi érdek motiválja. Ekkor bár minden tőle telhető beavatkozást megtesz a szolgáltató, ismételt bejelentést kap.

A szaghatások térbelisége is különböző, jelezhet törzshálózati üzemzavart, vagy a házi hálózat problémáját. A megjelenő bűz indikálhat kezdődő hálózati elzáródást, eséshibát, vagy a szaghatás kezelő rendszerben biofilter töltetcsere igényét, esetleg vegyszerhiányt. Az ingatlanon belüli szaghatás sokszor visszavezethető épületgépészeti tervezési, vagy

kivitelezési hibákra. Jellemző hiba a tető feletti kiszellőztetés hiánya, amely a szennyvízelvezető rendszer túlzott zártságához vezet. Nagyobb szennyvíz kibocsátás során vákuum alakul ki, amely a lefolyó szifonokból a bűzárát kiszippantja, így a csatorna-levegő szabadon feláramlik a lakótér irányába. A szaniterelemek (pl. mosógép), vagy kondenzációs gázkészülék nem szakszerű, szifon nélküli beépítése szintén szabad utat enged a bűzös levegőnek. Az elvezető rendszerek alul-, illetve túlméretezettsége is okozhat bűzhatást, úgy, mint az épületen belüli és udvartéri kivitelezési hibák (pl. lejtéshibák) is.

A felhasználói panaszok kiváltó okainak és motivációinak vizsgálata után bemutatom az ÉTCS Kft-nél bevezetett bűzpanasz kezelési protokollt. A bejelentéseket telefonon, írásban, illetve személyesen az ügyfélszolgálati irodában fogadjuk. Az esetek regisztrálása után helyszíni kivizsgálást és csatornahálózat ellenőrzést szervezünk. Sok esetben már a bejelentésből kiderül, hogy milyen jellegű üzemzavar lépett fel. Amennyiben a házi csatornahálózat érintettségét is feltételezzük, a kivizsgálás a felhasználó jelenlétében történik, amely során érzékszervi és méréses vizsgálatokat végzünk, valamint egy kérdőív jellegű jegyzőkönyvet veszünk fel a Bejelentő segítségével. Ezt a kérdőívet azért vezettük be, hogy a szagérzet szubjektivitását megpróbáljuk csökkenteni, a szag jellegét azonosítani. A jegyzőkönyvön rögzítésre kerülnek a szag érzékelésének körülményei, időben (évszak, napszak), térben (közterület, udvartér, épületen belül, ott melyik helyiségek érintettek). Megvizsgáljuk az épületgépészeti kialakítás

jellemzőit (kondenzációs készülékek, mosógép bekötése, kiszellőztetés, nyílászárók állapota stb.), a szag jellegét (záptojás, rothadó zöldség, „halszag” stb.), intenzitását, a szag érzékelésekor fennálló jellegzetes időjárási körülményeket, a házi hálózat használati jellemzőit. A felvett adatok egy adatbázisba kerülnek, amely hasznos információkat szolgáltat a visszatérő panaszok kivizsgálása során, illetve a felmerülő műszaki fejlesztési igények indoklását is elősegítik.

A bűzhatást kiváltó okokat tehát három szinten próbáljuk felderíteni: a közcsatorna hálózat és a szaghatás kezelő rendszer helyi elemeinek vizsgálata, a házi hálózat vizsgálata, valamint az épületgépészeti elemek vizsgálata. Amennyiben a szolgáltatási ponton belül tárunk fel hibát, saját hatáskörben avatkozunk be, ez lehet az operációs beállítások módosítása, helyi rendszerelemek hibajavítása, vagy hálózatmosatás. A többször említett szubjektivitást alátámasztja, hogy sokszor a kollégák megjelenése egyfajta placebo hatásként a bűzérzet csökkenését okozza már a beavatkozás megkezdése előtt. Ha a házi, vagy épületen belüli szennyvízelvezető hálózatban tárunk fel hibát, a felhasználó feladata a kiváltó okok megszüntetése, azonban szaktanácsadással munkatársaink rendelkezésre állnak ebben is. A teljes kivizsgálási-beavatkozási folyamat végén a hatályos jogszabályoknak megfelelően visszacsatolást küldünk a Bejelentő felé.

Előfordulnak azonban olyan esetek, amikor a fent részletezett kivizsgálás összetett beavatkozást igényel. Az üzemeltetői tapasztalatok megosztása során szeretném bemutatni egy olyan szennyvíz átemelő telepünket, amely

állatorvosi ló módjára a hibajelenségek és üzemeltetési nehézségek széles skáláját magán viselte, a vízszállításához mérten arányaiban sokkal több figyelmet és ráfordított energiát igényelt a többi átemelő telepnél. A választott műszaki megoldásokat beruházási források igénybevétele nélkül sikerült alkalmazni.

Az átemelő telep Érd közigazgatási területének szélén, külterület jellegű fejlesztési körzetben épült 2014. évben. A műtárgy az átemelő láncolat legelején található, a vízgyűjtőjére nem csatlakozik másik átemelő telep. A telepen kalcium-nitrát adagolási pont épült ki, melyet a D90 átmérőjű, közel 1 km hosszúságú nyomóvezeték végén telepített kén-hidrogén mérő egység vezérel. A mérési ponton, valamint az átemelő műtárgy védterületén belül növényi töltetű biofilter, valamint időjárás állomás üzemel. A terület beépítettsége az átadás idején igen alacsony volt, néhány tíz ingatlan csatlakozott ekkor a gravitációs gyűjtőhálózatra. A keletkező szennyvíz minősége változó, több alkalommal tapasztaltunk szén-hidrogén szennyezést, valamint emésztő és szippantott szennyvíz ürítést hálózatban.

Már az üzemeltetés kezdeti időszakától rendszeres (évi 3-4 alkalom) lakossági bűzpanasz érkezett a szolgáltatóhoz egy, a nyomóvezeték fogadóaknájának közelében lakó felhasználótól. A helyszíni kivizsgálás során több problémát sikerült feltárnunk, így egyértelművé vált, hogy komplex beavatkozásra van szükség. A szag forrása a nyomóvezetéken érkező nem kellően kondicionált szennyvíz volt, azonban a bűzös levegő több úton került a környezetbe. Egyrészt a tisztítóakna fedlapon keresztül áramlott ki, másrészt a kén-hidrogén mérési

pont kialakítása sem volt szerencsés ebben az esetben, mivel a lakóház homlokzatától mindössze 3-4 méter távolságra épült ki uralkodó szélirányban. Az elszívott, mért bűzös levegő kilevegőztetése így gyakran a ház irányába történt.

A nem megfelelő szennyvíz kondicionálást a kén-hidrogén mérő állomás megbízhatatlan működése okozta. Az elszívó vezetéken a kivitelezés során kontrás szakasz alakult ki, amelyben a csatornalevegő párája lecsapódott, elzáródást okozva. Így a vegyszeradagolás sem működött



5. kép: Jelentős szális anyag terhelés az átemelőben

kielégítően, több alkalommal mértünk 100 ppm feletti kén-hidrogén szintet a helyszínen kézi mérőműszerrel, miközben a vegyszeradagolás minimális volt. A jelenség megoldása érdekében garanciális hibabejelentést tettünk a kivitelező felé 2015. májusában. A garanciális javítás óta a rendszeres karbantartások mellett a kén-hidrogén mérés megbízhatóan működik.

Későbbi időszakban hibajavítást kellett végezni saját hatáskörben is, miután a vegyszeradagoló vezeték emberi gondatlanság miatt megsérült, a membránszivattyúból a vegyszer a talajba folyt az átemelő szivótér helyett. A jelenséget szintén a megugró kén-hidrogén koncentráció jelezte.

A két biofilter töltetcserejét a lakossági bejelentések miatt az elsők között végeztük el 2016. novemberében, alig két évvel az átadás után. A mérőponti biofilternél tapasztaltunk nem egyenletes bűzös levegő rávezetést, a töltet középső szekciójában sokkal gyorsabb ásványosodás történt, mint a palást közeli részekben. A kisebb szűrőfelület kihasználtság miatt a szűrési hatékonyság a vártnál korábban lecsökkent. A töltetcsereket két évente elvégezzük, a köztes időszakban a töltetek mozgatásával lassítjuk a korai kimerülést.

Üzemviteli oldalon próbáltuk minimálisra csökkenteni a gépészeti üzemzavar lehetőségét, kiemelt figyelmet fordítottunk a vegyszeradagolás folyamatosságára, valamint a változó szennyvíz minőség miatt a szivótér takarítást (aknafal zsírtalanítás, iszap szippantás) 7-10 napos ciklusokban végezzük.

Operatív beállítások során a minél rövidebb tartózkodási időkre törekedtünk, így a szivattyúk kapcsolási tartományát a tervezett 30 cm-ről 20 cm-re csökkentettük. A kapcsolási számok így mintegy másfélszeresére nőttek, a tartózkodási idők csökkenése mellett. Az iszap kiüledés elkerülése érdekében a kikapcsolási szintet műtárgy fenekétől mért 20 cm-ben határoztuk meg. A szivattyú vezérlésen aknaürítési funkciót kapcsolunk be,

ezért akkor is ürül időnként a műtárgy, ha nem folyt be a szivattyú elindításához szükséges vízmennyiség.

A bűzhatások megszűnésében segítségünkre volt a terület dinamikus fejlődése. Mintegy 4 év alatt a vízgyűjtő szinte teljesen beépült lakóházakkal, az átemelő vízforgalma a háromszorosára nőtt, az átlagos napi vízszállítás a 20 m³-t elérte. Az üzemvitelben a leglátványosabb változás a kalcium-nitrát felhasználás csökkenése (a korábbi évi 2,5 m³ fogyasztás 2019. évben 1,5 m³-re csökkent).

Az üzembiztos működés elérése, a csökkenő tartózkodási idők és a növekvő átöblítés együttes hatására a lakossági bűzpanaszok megszűntek, 2019. évben nem érkezett bejelentés a vízgyűjtő területéről.

A tapasztalataink és mindennapi feladataink bemutatása nem lehet teljes a jövőbeli kihívásokra való kitekintés nélkül. A közeljövőben a szolgáltatókra újabb konfliktusok várnak, amelyekre a válaszokat meg kell tudnunk adni. A közelmúlt jogszabály-változásai során kikerültek az OTÉK-ból (253/1997. (XII.20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről) a speciális építményekre vonatkozó kötelező védőtávolságok, így a területfejlesztések hatására az épített környezet egyre közelebb kerül a szennyvízelvezetési és -kezelési műtárgyainkhoz. Ez az agglomeráció robbanásszerű fejlődése mellett egy biztos konfliktus forrás, amelyre a műszaki megoldás rendelkezésünkre áll szakszerű tervezés, kivitelezés, és üzemeltetés mellett.

A jövőben több ipari park létesítését tervezik a Társaságunk szolgáltatási területén, ipari létesítmények tervezésében hangsúlyos szakmai közreműködést kell vállalni a rendszerbe illeszthetőség érdekében.

Felül kell vizsgálnunk a kén-hidrogén mérési pontok elhelyezését, valamint a vegyszera-dagolás rendszerszintű finomhangolását is el kell végezni a közelmúlt hálózatfejlesztési mentén.

Üzemviteli szempontból a legfontosabb a meglévő szaghatás kezelő rendszer színvonalának folyamatos fenntartása. Az erős korrózióval érintett vízgyűjtőkön újabb vegyszer adagolási pontok kiépítése szükséges. Folytatni fogjuk az üzemezett biofilter töltetcsereket, valamint tervszerű nyomóvezeték mosatást kell bevezetnünk az évek alatt kialakult biofilm leválasztására. Ebben az irányban jelenleg kevés a tapasztalatunk, a technológia kiválasztása (levegő, jégkása, vegyszeres víz) előkészítés alatt áll.

SZERZŐ:



Straszner Márton mérnöki tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán vízépítési szakirányon folytatta, ahol első diplomáját 2012-ben szerezte. Szakdolgozatával, amely a Szentendre, Pap-szigeti csápos kutak hidrogeológiai vizsgálatáról szólt, részt vett a Magyar Hidrológiai Társaság Lászlóffy Woldemár diplomamunka pályázatán.

Már az egyetemi évek alatt kapcsolatba került a víziközmű szolgáltatással, első munkahelye 2011-2013 között a Dunamenti Regionális Vízmű Zrt. volt, ahol műszaki előadóként beruházás előkészítéssel és vagyongazdálkodási feladatokkal foglalkozott.

Egy év vízügyi és környezetvédelmi hatósági kiterő után az Érd és Térsége Csatorna-szolgáltató Kft-nél helyezkedett el, hálózatüzemeltetési mérnök pozícióban. 2015. augusztusától látja el a hálózatüzemeltetési vezetői feladatokat.

2017-ben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen Vízellátás-csatornázás szakmérnöki oklevelet szerzett. Szakdolgozatában szennyvízátelelő telepek üzemviteli optimalizációjával és fejlesztési lehetőségeivel foglalkozott.

Angol, olasz és német nyelvismerettel rendelkezik

A KÜLÖNBSÉG, AMI NEM LÁTSZIK

ÉVEKIG KARBANTARTÁS NÉLKÜL.

Az új
Tegra
víznyelő
akna

Kétszer több
iszapot tud
befogadni
feltelítődésig

Választható
szűrőbetét

Bordás
aknafalcsövek
csatlakozás több
méretben

Kétszer
gyorsabb
beépítés

> 95% tisztítási
hatékonyság
egy művelettel

www.wavin.hu/viznyelo

wavin

MASZESZ AKTIVITÁS A JÁRVÁNYÜGYI HELYZETBEN

A jelenlegi rendkívüli helyzet sok mindenre megtanít minket! Ezek között van az alkalmazkodás és a gyors tanulás is, hiszen a települési vízgazdálkodással kapcsolatos szakmai munka és így Szövetségünk sem állt meg. Elnökségünk álláspontja szerint a járványügyi helyzet a MaSzeSz részéről továbbra is aktív szerepvállalást kíván, az ágazat támogatása érdekében.

Az elmúlt időszakban új, online megoldásokat tanulmányoztunk, teszteltünk és vezetünk be a szakmai kommunikációnkban. Elnökségi üléseink már a videókonferenciák keretében zajlanak és így tartottuk meg – a biztonságot szem előtt tartva – májusi éves Közgyűlésünket is.

Szintén erre az alkalomra szerveztük ingyenes Webináriumunkat is, **Viziközmű infrastruktúra az egészségmegtartás láthatatlan pillére - EU-s kitekintés, hazai állapotok címmel.** Az esemény alapját az a nemzetközi, Európai Vízügyi Szövetségi (EWA) Gazdasági Munkacsoportja által indított felmérés és annak kiértékelése adta, melynek során a tagállamok víziközmű vagyongazdálkodására kaptunk rálátást.

A mostani időszak stratégiai jellegű szakmai munkára is lehetőséget biztosít, így Szövetségünk **VÍZÉRTÉK kommunikációs programja** is új lendületet kap. A jelenleg biztonságos, online tér nyújtotta lehetőségeket felhasználva még nyár előtt egy, a társadalomra, a fogyasztókra koncentrált felmérést végzünk, mely alapján elkezdhetjük a víz értékére fókuszáló társadalmi

személetformáló programunkat. Ennek során egy olyan Vízérték Országos Kommunikációs Stratégiát dolgozunk ki szakértők segítségével, aminek végrehajtása közelebb hozhatja a lakossághoz a vezetékes vízellátást, láttatja annak jelentőségét, megismereteti az ágazati kihívásokat és hosszú távon egyéni magatartásváltozással is jár.

Bízunk benne, hogy hamarosan már személyes találkozókra is sor kerülhet, és nyári-őszi rendezvényeinket már nemcsak virtuálisan tudjuk megszervezni!

Addig is sűrűbben küldjük **Hírlevelünket**, többet posztol ifjúsági tagozatunk, a **Jurta a Facebook** oldalára, fennakadás nélkül jelenik meg szakmai lapunk, az online **Hírcsatorna** magazin, valamint figyelmükbe ajánlom a **MaSzeSz új Facebook oldalát** is.

Kívánunk mindenkinek jó egészséget és köszönjük áldozatos munkájukat!



EQUIPMENT AND
TECHNOLOGIES
for Wastewater Treatment

Ekoszvít Center Kft.

1048 Hungary, Budapest, Koszterna Gyula utca 20
Tel.: +3630 281 00 40

www.ekoton.com

girutskiy@ekoton.com

TUBE AIR DIFFUSERS

HIGH EFFICIENCY - LOW MAINTENANCE COSTS

EKOTON LEVEGŐS DIFFÚZOROK ELŐNYEI:

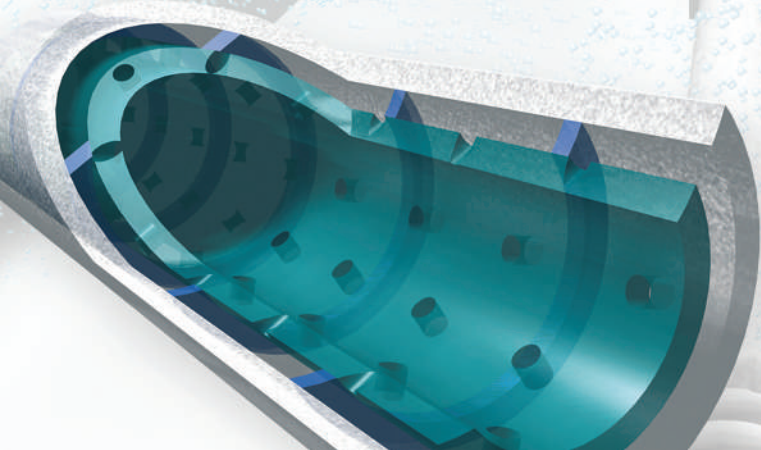
- Nagy hatásfok a finom buborékok és az optimális iszapkeverés.
- Az EKOTON levegőztető rendszer telepítése alacsonyabb beruházási költséget igényel, mivel a levegővezetékek egyben diffúzorok, így lényegesen kevesebb csővezeték szükséges.
- Az EKOTON diffúzorok széles levegőáramlási tartományban képesek működni, megőrizve közben az alacsony nyomásvesztései értékeket az optimális pórusméretnek köszönhetően.
- Az EKOTON levegőztető rendszernek nagyobb az üzemeltetési biztonsága a robusztus kialakítás miatt – a kellően rugalmas de egyben mechanikailag nem sérülékeny diffúzorok meghibásodási kockázatai lényegesen kisebbek mint a vékony, sérülékeny, könnyebben öregedő gumimembránok alkalmazása esetén.
- Az EKOTON levegőztető rendszernek hosszútávon alacsony a javítási, karbantartási igénye -mechanikai sérülés veszély minimális, egyszerű kialakítás, optimalizáltan kevés összekötési ponttal a teljes rendszerre vonatkozó szilárd konstrukció.
- Az EKOTON levegős diffúzorok következetes, megbízható és stabil teljesítményt nyújtanak hosszú élettartamuk alatt.



Ostruda
Poland

ÜGYFELEINKNEK KÍNÁLUNK:

- a levegőztető rendszer kiválasztása az EKOTON diffúzorok alapján;
- a levegőztető rendszer telepítése és üzembe helyezése;
- legalább 3 év garanciaidő, több mint 10 éves tényleges élettartammal.



Budapest
Hungary

KIEMELKEDŐ SZAKMAI RENDEZVÉNYEK ÉS POZITÍV GAZDÁLKODÁS JELLEMZI A 2019. ÉVET

MASZESZ ONLINE KÖZGYŰLÉS

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség 2020. május 27-én tartotta éves rendes Közgyűlését a járványügyi helyzetre való tekintettel online formában.

Kovács Károly a Szövetség Elnöke a MaSzeSz 2019. évi szakmai tevékenységéről tájékoztatta a tagokat. A Tavalyi év nagyon gazdag volt rendezvények tekintetében. A hat szakmai nap mellett, megrendezésre került a Dulovics Dezső Junior Szimpózium, valamint a MaSzeSz VÍZÉRTÉK Országos Konferenciája, mely a Budapesti Víz Világtalálkozó (BWS) hivatalos utórendezvényeként Budapesten várta a résztvevőket. A Konferencia a vízválság megelőzésének hazai vonatkozásait vizsgálta, és több mint 100 fő ingyenes részvételét tette lehetővé, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem és az EXIM Bank társszervezői közreműködésének köszönhetően. Éves szinten, a rendezvényeken mintegy 550 szakember vett részt, és több mint 70 előadás hangzott el, melyek MaSzeSz honlapján is megtalálhatók.

A MaSzeSz a BWS 2019. Víz Világtalálkozó Vízipari Export Szakkiállításán is részt vett, illetve az Üzleti Tanács a Fenntartható Fejlődésért (BCSDH) Action 2020 Víz Fóruma is a MaSzeSz szakmai vezetésével került lebonyolításra.

Dr. Papp Mária a FEB Elnöke a MaSzeSz költségvetési beszámolóját ismertette a tagsággal. Mint elmondta, a fokozott teljesítmény, a szakmai együttműködések, támogatások és visszafogott költséggazdálkodás eredményeként, az adóval csökkentett eredmény stabil gazdálkodást mutat. A 2019. év tervezése megfelelő volt.

Sinka Attila főtitkár előadásában a 2020. évi költségvetési tervet mutatta be. A tagdíjak 2020. évben nem változnak, de a járványügyi helyzet miatt lemondásra került rendezvények bevételkimaradásával tervez a Szövetség. Kiemelkedő a 2020. év tervezésében a Hungarian Water Partnership éves működési támogatása, valamint az ITM VÍZÉRTÉK Társadalmi szemléletformáló kommunikációs kampány pályázatán elnyert bevétel.

Figyelmükbe ajánljuk és kérjük, tájékozódjanak idei tevékenységeinkről, és örömmel hívjuk Önöket a közös gondolkodásra, szakmai együttműködésre!

MASZESZ JURTA – HÍREK, AKTUALITÁSOK

**Kedves fiatal "vizes" Kollégák!**

Az IWA Eastern European YWPs Conference idei rendezvénye 2020. szept. 15-18. időpontra tevődött át és Rigában kerül megrendezésre.

Augusztus 1-jéig lehet jelentkezni a konferenciára résztvevőként.

Minden információ és a regisztrációs felület részletesen megtalálható a konferencia honlapján itt: <https://iwa-ywp.eu/>



A VÍZIKÖZMŰ INFRASTRUKTÚRA AZ EGÉSZSÉGMEGTARTÁS LÁTHATATLAN PILLÉRE

EU-S KITEKINTÉS, HAZAI ÁLLAPOTOK WEBINÁRIUM



Az Európai Vízügyi Szövetség (EWA) Gazdasági Munkacsoportja, behatóan foglalkozik a vízellátás, vízgazdálkodás alapját biztosító víziközmű infrastruktúra fejlesztésének és fenntartásának gazdasági kérdéseivel.

A munkacsoport küldetése: az emberiség fejlődése és fenntartása szempontjából legalapvetőbb, legrégebbi, legújabb, leghosszabb élettartamú, ugyanakkor a legdrágább, de sajnálatos módon legkevésbé értékelt és megfizetett infrastruktúra fenntartását és társadalom számára való rendelkezésre állását biztosító gazdasági és gazdálkodási ismeretek, módszertani segédletek fejlesztése és megosztása.

Ennek jegyében az európai országok víziközmű vagyongazdálkodására fókuszáló kutatást és szemináriumot szervezett, mely május elején webinárium keretei között, több mint 20 ország és közel 100 szakértő részvételével került megrendezésre. A szemináriumot

megelőzően az EWA EU-szintű kutatást végzett a „Víziközmű vagyongazdálkodás 2020. évi felülvizsgálata” (https://www.ewa-online.eu/WG_Economics.html) témakörében. A nemzetközi felmérés kezdeményezője és a szeminárium előadója Kovács Károly, az EWA korábbi elnöke, az EWA Gazdasági Munkacsoport vezetője, a MaSzeSz elnöke volt.

A szakmai fórumon a felmérés eredményeit és azzal kapcsolatos további kérdéseket tárgyalták a résztvevők.

A sikeres és aktív nemzetközi részvétellel megvalósult kutatás és konzultáció eredményeit a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség

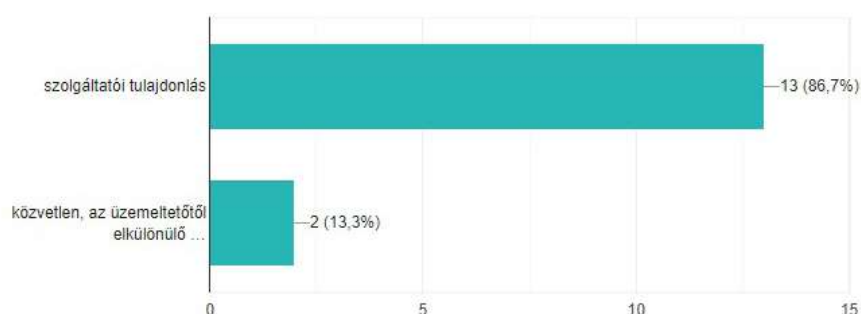
„Víziközmű infrastruktúra az egészségmegtartás láthatatlan pillére - EU-s kitekintés, hazai állapotok” címmel megrendezett május 27-ei webináriumnál ismertette és vitatta meg a hazai érintettekkel. Az eseményen áttekintettük a vízszolgáltatással összefüggő vagyongazdálkodás hazai kérdéseit is. Nagy örömmel szolgált, hogy a rendezvényen több mint 30 szakértő vett részt. A résztvevők között köszönthettük az Innovációs és Technológiai Minisztérium, a Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal, a Magyar Víziközmű Szövetség és más szakmai szervezetek képviselőit is.

A nemzetközi felmérés keretében 16 országból érkezett adatok alapján megállapítható, hogy a víziközmű infrastruktúra az európai országok 83%-ban, míg a víziközmű szolgáltatók az országok 61%-ában kizárólag közösségi (állami, önkormányzati) tulajdonban vannak, míg az országok 17-, illetve 39%-ában vegyes tulajdonviszonyok léteznek. Maga a víziközmű vagy az országok többségében (56%), a szolgáltatótól elkülönítetten, közvetlen állami, önkormányzati tulajdonban van, viszont némi vegyes tulajdonlás mellett az országok 38%-ban az alapinfrastruktúra is a szolgáltatók tulajdonában van. Az adott kérdés jelentőségét a konzultációban adott szakmai

válaszok emelik ki (lásd ismertetőnk későbbi szakaszát). A kitöltő országokban sajnálatos módon, az értékcsökkenés alapjaként leginkább az eszközök beszerzési (jelentős részben több évtizedes infláció által erodált) értékét veszik figyelembe (61%), a pótlási (újra előállítási) értékkel csupán 6%-uk kalkulál. Elmondható, hogy az elmúlt tíz évben a válaszadó országok 33%-ban egyáltalán nem került sor az eszközök értékcsökkenésének/korrekciójára, 77%-ban pedig ugyancsak több mint tíz éve nem történtek lépések a hosszú távú inflációs hatás kiigazítására, az eszközök újraértékelésére. A szolgáltatási díjakba az eszközök értéke és az értékcsökkenés a válaszadók mintegy felében nem, vagy csak jelentéktelen (20% alatti) mértékben kerül beépítésre, ugyanakkor minden ötödik válaszadó 50% feletti, díjon belüli pótlási fedezetről ad számot. Ennek betudhatóan a hálózati rekonstrukciós arány (km/km) egyetlen országban sem éri el a 100 éven belüli értéket, a válaszadók közel egyharmadában meghaladja a 200 évet, és a vonatkozó adatok hiányát nevesítő minden ötödik válaszadó mellett, a válaszok felét kitevő országokban 100-200 éves kényszerűen elvárt megújulási ciklust tapasztalunk. A szolgáltatásokért fizetett díjakban a fix, rendelkezésre állással összefüggő díjhányad az országok közel

2. Melyik a költséghatékonyabb víziközmű vagyontulajdonlási forma?

15 válasz



90%-ban nem éri el a 30%-ot, annak ellenére, hogy statisztikai adatokkal alátámasztottan a fix költségek aránya a fogyasztástól függetlenül meghaladja a 80%-ot. A vezetékhálózati rekonstrukciós költségek fedezetét csupán a válaszadók 14%-ában biztosítják a szolgáltatási díj-bevételek, míg a válaszadók több mint felében a díjak a felújítási költségek felét sem fedezik. Így a szennyező fizet és a teljes költség megtérülés teljesülését érintő kérdésre adott szakértői válaszokból nem meglepő módon az derül ki, hogy az országok több, mint negyedében 50% alatti, és közel felében is csak 50-90% közötti a költségmegtérülés!

Az EWA webináriumon a kutatás eredményeinek ismertetését követően, öt a vagyongazdálkodás és a társadalmi szerepvállalás hatékonyságának javítását célzó kérdés került terítékre, melyekről a résztvevők szóban és írásos szavazás keretében is kifejezhetik véleményüket. A MaSzeSz rendezvényen ugyanezen kérdéseket a hazai szakemberek is megvitatták, és az írásban is leadott válaszaikat követően összehasonlították és értékelték azokat a nemzetközi véleményekkel.

A válaszok összevetéséből kitűnik, hogy a szakmai vélemények ugyan fő irányukat tekintve egyeznek, de számos meglepő eredmény született.

A szakmai válaszadók többsége úgy véli itthon (több mint 90%) és külföldön is (55%), hogy **nem várható el reálisan a magántőkéttől, hogy helyettesítse a tőkeintenzív infrastruktúra**

fejlesztésébe történő állami, önkormányzati beruházásokat.

A víziközmű vagyon tulajdonlási formáinak költséghatékonyságát érintő kérdésre, bár **egységesen és döntően a szolgáltatókon belüli** vagyongazdálkodást tekintik hatékonyabbnak, mind külföldön (71%), mind pedig itthon (87%). Meglepő és figyelemre méltó, hogy itthon, ahol ennek éppen az ellenkezőjét tapasztaljuk, a szakmai állásfoglalások a nemzetközi vélekedésnél is markánsabban az **integrált (pótlás/megújítás - karbantartás, hibaelhárítás) vagyongazdálkodást tekintik költséghatékonyabbnak.** A hazai fórumon az integrált vagyongazdálkodásnak, egy a költséghatékonyságon messze túlmutató aspektusa is szóba került, nevezetesen **a kis és nagy települések közötti vagyon- és díjgazdálkodásban nélkülözhetetlen szolidaritás,** mely a településenként osztott vagyongazdálkodás/pótlási szükségletek egy-egy fogyasztóra vetítetten szélsőséges (időben, térben és költségét tekintve a kistelepülések kárára akár 10 szeres eltérést mutató) különbségei okán **a jelenlegi, többszörösen osztott és szétszabdalt tulajdonosi struktúrában kivitelezhetetlen.**

A pótlási értékek ismeretének jelentőségét (a könyv szerinti értékekkel szemben) **nemzetközi szinten is kifejező (84%-os) vélekedéshez képest, a hazai szakértők egyhangú (100%-os) véleménye rámutat a vagyongazdálkodás szempontjából nélkülözhetetlen pótlási költségek ismeretének jelentőségére.**

A szakmai vélemények megegyeznek abban is, bár a hazai fórum résztvevői visszafogottabban (EU-85%/HU 60%), hogy a költségmegtérülésről (beleértve a tőkeköltségeket is) szóló átlátható tájékoztatás növelné a lakosság fizetési hajlandóságát.

Viszont egységesen 85%-os volt az vélemény, miszerint **növelné az EU tagországokon belüli és közötti átláthatóságot, és az adatok összehasonlíthatóságát egy közös (EU) költségmegtérülési útmutató.**

Fenti eredmények tükrében **kezdemenyizzük a víziközmű vagyongazdálkodás hatékonyságának javítását, a víz és a víziközmű infrastruktúra értékén való kezelést célzó szakmai és társadalmi párbeszéd folytatását.**

A rendezvény(ek) előadásai [itt](#) illetve [itt](#) tekinthetők meg.

Kovács Károly

TORAY

A TORAY 1968-ban kezdte el membránok fejlesztését vízkezelő rendszerekhez, és ma, 50 évvel később, neve egyet jelent a membrántechnológiák vezető szállítójával, amely folyamatosan újabb és újabb megoldásokkal járul hozzá a fenntartható jövőhöz. Az állandó technológiai innováció lehetővé tette alapvető eszközeink bővítését: kutatás-fejlesztési know-how, erős ügyfél és beszállítói hálózat, valamint a termékeink és szolgáltatásaink mögött álló elkötelezett szakemberek. A tartós növekedés érdekében lépjen partnerségre egy olyan vállalattal, amely már évtizedek óta képes alkalmazkodni a változó piaci körülményekhez, és bátran néz szembe a jövő nagy kihívásaival.

TORAY, EGY NÉV AMELYBEN BÍZHAT.

További információkért látogasson el az alábbi honlapra:

WWW.TORAYWATER.COM
WWW.ROPUR.COM



MEMBRAY™ MBR



TORAYFIL™ UF/MF



ROMEMBRA™ RO
CSM™ NF



CSM™ RESIDENTIAL RO

MEDGYESI PÁLRA AZ ELNÖKRE, A VEZÉRIGAZGATÓRA, AZ EMBERRE EMLÉKEZEM



Megdöbbenve, mély fájdalommal vettük tudomásul a 2020. május 12-én bekövetkezett megváltoztathatatlan. Friss és fiatalos voltál az utolsó pillanatig, teljesen érthetetlen számunkra, ami Veled történt.

1946-ban születted Szentesen. A fél évszázados műszaki pályafutásod gépésztchnikusként kezdted, majd építőmérnöki-, vízkezelési szakmérnöki-, és munkabiztonsági szakmérnöki diplomát szereztél.

A víziközmű tervezésbe, a kivitelezésbe és az üzemeltetésbe a Csongrád megyei Víz-és Csatornamű Vállalatnál kapcsolódtál be 1964-ben. A főiskola elvégzését követően fiatalon

a Makói Vízmű vezetője lettél. A Makó-térségi Víziközmű Kft-t 1994-ben szervezted meg.

Neked megadatott, hogy egy kistérség víziközművesítését a katasztrofális ivóvízhiánytól elvezesd a magas szintű biztonságos vízellátásig, a szennyvízszikkasztástól a korszerű háromfázisú, napenergiát hasznosító szennyvíztisztításig. Miután a Makói Járás az országban elsőként fejezte be a közműves ivóvízellátás kiépítését, elsőként kellett elhárítanod a metán okozta robbanásveszélyt, különböző baktériumok vízjárvány fenyegetését és a káros kémiai elemek eltávolítását. Mindezek érdekében sikeres projekteken vettél részt a hazai és az európai egyetemekkel, szervezetekkel együttműködve.

Az általad előkészített, levezényelt és ellenőrzött makói szennyvízcsatorna és tisztítórendszer elnyerte a hazai és a nemzetközi elismeréseket a Lampl Hugó-, és a Tierney Clark-díjakat.

Meghatározó szereped volt a makói gyógyvíz és gyógyfürdő cím elnyerésében, valamint a Maros-parti üdülőövezet közművesítésében. Számos publikációd német és angol nyelven is megjelent, előadásokat tartottál nemcsak a szomszédos országokban, hanem Németországban, Hollandiában, Finnországban és az USA-ban is, 2004-ben pedig meghívtak a Stocholmi Water Prize átadására.

Fiatal tervező voltam, amikor megismertelek, hasznos észrevételeiddel, tanácsaiddal, javaslataiddal segítettél feladataim megoldásában. Jól emlékszem a makói tervezési feladatokra, Veled konzultálva mindig a legjobb megoldásokra jutottunk, például a Kisegítő iskola szennyvízelvezetés tervezésekor meg tudtuk oldani a térség csatornázását is. Több víziközműves pályázat előkészítésébe bevontál. A nagyléptékű makói csatornázásfejlesztés alapjait 1996-ban együtt fektettük le, megkonzultáltunk hogyan lehet a térség szennyvizét a Makó városi szennyvíztisztító telepre vezetni.

Szakmai, közéleti tevékenységed sokrétű, dolgoztál a Magyar Tudományos Akadémia vízellátási és csatornázási bizottságában is.

Kezdetektől bekapcsolódtál a kamarai munkába. 1989-ben alapító tagja voltál a Kamara Csongrád megyei szervezetének, és a Magyar Mérnöki Kamara Vízimérnöki tagozatában két

cikluson keresztül dolgoztál. A megalakulás előkészítésében, szervezésében, a munkában tevékenyen részt vettél, egyre több és több feladatot vállaltál. 1995-2004 között először a Magyar Mérnöki Kamara Csongrád Megyei Csoportja, majd a Csongrád Megyei Mérnöki Kamara elnöke voltál. Amikor megválasztottak ezt mondtad: "Az elnöki poszt egyfelől kihívást jelent, ugyanakkor ez egy szolgálat..."

Sokat küzdöttél a Mérnök törvény megszületéséért, a Te nevedhez fűződik a Csongrád Megyei Mérnöki Kamara megalapítása. Lelkesen irányítottad a Területi Kamarát, szervezted a mérnökbálokat, működtetted a könyvtárat, saját kamarai irodát alakítottál ki, hangsúlyt fektettél a nagy múltú mérnök elődök, emlékhelyek felkutatására, megemlékezésükre, mint például a makói születésű Galamb Józsefre, Huszár Mátyás-, Bertalan Lajos, Zsigmody Béla mérnökökre.

2001-ben megszervezted a Galamb József konferenciát, 2004-ben a „Mérnöki alkotások Csongrád megyében, Csongrád megyei mérnökök alkotásai” rendkívül magas színvonalú kiállítást. A mérnöki presztízs emeléséért, egy szolgáltató kamara megteremtésért dolgoztál.

Amikor letted a lantot, befejezted elnöki tevékenységed, kérted, hogy én folytassam a területi kamara vezetését. Egy pénzügyileg stabil, magas színvonalon működő szervezetet adtál át. A kamarát érintő bonyolult kérdéseknél, feladatoknál mindig megtaláltad a helyes, a célravezető megoldást, és azt néhány logikus, tömör, meggyőző mondattal mindenki

számára világossá, érthetővé, elfogadhatóvá tetted. A munkámban az utolsó pillanatig segítettél, szinte minden elnökségi ülésen megjelentél, elmondtad véleményed, javaslatod, köszönjük.

2019. év végén ünnepeltük a Csongrád Megyei Mérnöki Kamara megalakulásának 30. évfordulóját, erre az alkalomra írtuk meg Veled és Körmöczi Ernővel a Kamaránk történetét.

A Mérnök Újságban számos szakmai írásod jelent meg, a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség szerkesztő bizottságának voltál a tagja.

Nemrégem javasoltad, hogy a Szegedi Tudományegyetem és a Kamara alapítson a hallgatók munkájának elismerésére Galamb József díjat, ez folyamatban van.

Széchenyi István azt mondta: „Merjünk nagyok lenni” Te mertél nagy lenni.

Az 1990-es évekbeli harcostársad, Hajtó Ödön a Magyar Mérnöki Kamara első elnöke általam küld egy Isten Veled-et Neked. "Nagyon baráti emlékeket őrzök Pali hozzám közel álló gondolatvilágáról. Sok-sok kamarai eseményen üléseztünk együtt az építkezés és az előre mozdítás szellemében. Pali jellegzetesen halk szavú megszólalásai elütöttek a hangoskodóképtől, de mindig fontos tartalommal bírtak, és beépültek a ma is működő mérnöki kamarai rendszerünkbe. Kedves Pali, ha Te személyesen nem is, de szellemiséged továbbra is itt lesz velünk."





Te fogalmaztad meg a Kamaránk stratégiáját. A következőket írtad: „Azért lehetettünk sikeresek, mert az elnökség vezetési filozófiája és gyakorlata töretlen, következetes, egységes és innovatív volt minden fontos kérdésben.”

A szakma csúcsára jutva tucatnál több helyi, megyei, regionális, országos és nemzetközi elismerést szereztél, köztük a Dél-alföldi Regionális Minőségi Díjat és a Presztízs Díjat is.

Megkaptad az Árvízvédelemért Érmét, a Víziközmű Ágazatért Érdemérmét, tiszteletbeli elnökünk, örökös tagunk, alkotói-, Vásárhelyi Pál-, Zielinski díjas vagy. Életed egyik legnehezebb időszakában 2018-ban Vedres díjasunk lettél.

Igazán fontos vagy nekünk, szeretettünk és tiszteltünk, sokat tanultunk Tőled, felnézünk Rád.

Köszönjük, amit tettél a mérnök társadalomért, köszönünk mindent, amit Tőled kaptunk!

A szívünkben tovább élsz, búcsúzunk Tőled!

Szervusz Pali!

Bodor Dezső
Szeged, 2020. május 18.

TEXTILIPARI SZENNYVÍZ ELŐTISZTÍTÓ OPTIMALIZÁLÁSA – ESETTANULMÁNY

BILDHÉBER BENCE
TOLNATEXT BT.

BEVEZETÉS

Kutatásomban a Tolnatext Bt. műszaki szövetet gyártó cég gyártási folyamatának során keletkező szennyvizek előtisztításával foglalkoztam. Az előtisztító üzemeltetéséért 2017 év végén lettem kinevezve felelősként, azóta napi szinten foglalkozom a tisztítási technológiával, feltártam hiányosságait, működési, üzemeltetési nehézségeit. Kutatásomban optimalizálási javaslatokat, lehetőségeket fogalmazok meg a problémamentes üzemeltetés, illetve a megfelelő vízminőség elérésének céljából. A javaslataimon felül prezentálom a már megvalósult, általam koordinált fejlesztéseket is, és beszámolok ezek eredményeiről.

A Tolnatext Bt. műszaki szövetet gyártó cég, mely az ipar számos területére gyárt műszaki szöveteket, textiliákat főként üveg- és szén-szálból. A vállalat által gyártott üvegrács szöveteket széles körben alkalmazzák az építőipar megannyi területén, akár homlokzatépítésről, akár betonerosításról vagy aszfalt utak megerősítéséről legyen szó. A cég által gyártott roving szöveteket első sorban kompozit anyagok

gyártásához használják, míg a speciális réz-, illetve szénszállal kombinált szöveteket a korszerű fűtési panelek vagy fűtőfóliák alapanyagaként használják fel.

A vállalkozásban körülbelül 240 fő dolgozik. A zuhanyzásból, WC-öblítésből, mosogatásból és egyéb kommunális vízhasználatokból napi 10-15 m³ kommunális szennyvíz keletkezik. A műszaki textiliák bevonataként különféle vizes diszperziókat alkalmaz az üzem, melyek mosóvizei szerves anyag tartalmuknál, illetve egyéb szennyezők jelenléte miatt tisztítás nélkül nem bocsátható közvetlenül a közcsatornába. Naponta 2-3 m³ előtisztítandó ipari szennyvíz képződik a vizes diszperzók tárolására használt 1 m³-es IBC tartályok, illetve a 120 literes hordók mosásából.

A magas szennyezőanyag-tartalmú mosóvizek ártalmatlanítására irányuló beruházás a múlt évtized első felében valósult meg a Pureaqua Kft. kivitelezésével. Ez volt az országban az első olyan előtisztító, amely textilipari szennyvizek ártalmatlanítására alkalmas.

A TISZTÍTANDÓ NYERS SZENNYVÍZ JELLEMZŐI

A szövő- és felületkezelő gépekhez, a bevonó anyagként használt vegyszerek hordókban, illetve 1 m³-es IBC tartályokban kerülnek kihordásra. Kiürülésük után a hordókat, tartályokat el kell mosni. A mosásból átlagosan napi 2-3 m³ szennyvíz keletkezik, amely jellemzően a következő anyagokat tartalmazhatja:

- sztirol-akril kopolimer vizes diszperzióban
- sztirol-butadién kopolimer alapú vizes diszperzió
- disazo pigment propilén glikolban és vízben diszpergált

Az előtisztítandó nyers szennyvíz átlagos minősége:

1. táblázat - A nyers szennyvíz paraméterei

KOI (mg/l)	BOI ₅ (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	TP (mg/l)	TSS (g/l)	TDS (mg/l)	pH
110 000	1300	110	100	100	1 500	7-8,5

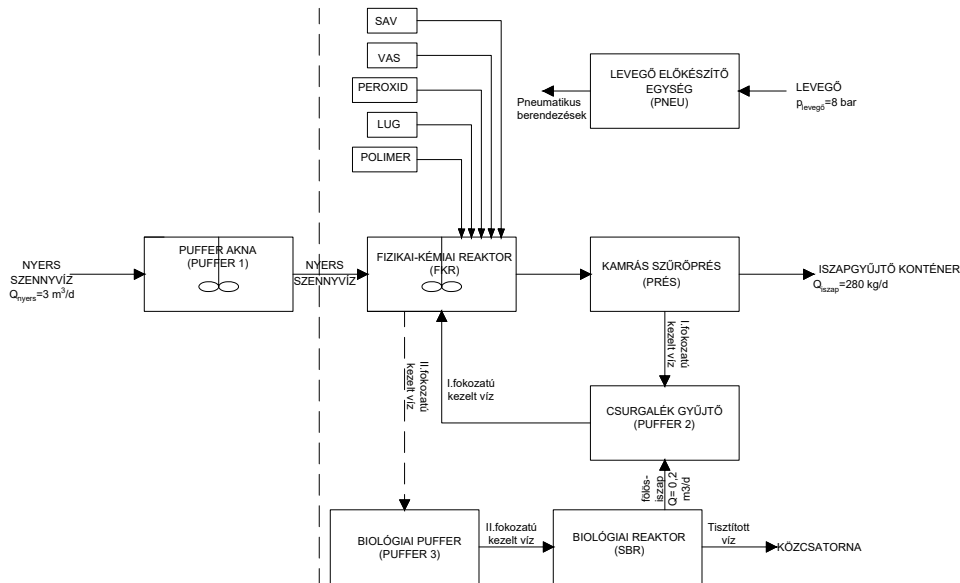
Az 1. táblázatban látható rendkívül magas értékek a nagy szerves anyag tartalomnak köszönhetőek (KOI, BOI₅), azonban a növényi tápanyagok (N- és P formák) is számottevők. A szennyvíz szárazanyag tartalma átlagosan 10 %, a kémhatás semleges és enyhén lúgos tartományban mozog, dinamikai viszkozitása (η) kisebb, mint 100 mPa-s. A bevonó anyagként használt diszperziók megszáradás után gumi-szerű filmréteget képeznek. Ez a tulajdonsága



a jelentősen higabb mosóvízeire is jellemző, ezért kellő figyelmet kell fordítani a tartályok, valamint a csővezetékek tisztán tartására.

TECHNOLÓGIA BEMUTATÁSA

A nyers szennyvíz kezelése egy kétkörös, vegyszeres fizikai-kémiai kezelésből, majd azt követően biológiai tisztításból áll. A folyamatirányítást egy táveléréssel programozható



1. ábra - Technológiai blokséma

OMRON gyártmányú PLC végzi. A technológiai folyamatokat az 1. ábrán látható technológia blokséma szemlélteti.

A nyers szennyvizet a kiegyenlítő aknából szintkapcsolókkal vezérelt szivattyú adja fel a 2. ábrán (jobbra) látható fizikai-kémiai reaktorra, melynek hasznos térfogata 3 m³.

A fizikai-kémiai reaktorban két lépcsős automata üzemű kezelés zajlik. Az I. fokozatban először a feladott nyers szennyvíz pH beállítása történik. A reaktorba a pH folyamatos nyomonkövetéséről az online mérőszonda gondoskodik. A pneumatikus vezérlésű vegyszeradagoló pumpa pH=2 érték eléréséig koncentrált sósavat adagol a kezelendő szennyvízhez. Az adagolás folyamatos homogenizálás mellett történik, amelyet a fixen telepített keverő biztosít, valamint a képződő veszélyes gáz (sósavgőz) elszívásáról egy nagyteljesítményű ipari elszívó ventilátor gondoskodik. A pH beállítását követően a kicsapatáshoz



2. ábra - Az SBR (balra) és az FKR (jobbra) reaktorok

vas só (FeCl_3) adagolása történik az adagoló pumpa segítségével. A reaktorban kialakult erősen savas pH visszaállítására nátronlúg (NaOH) hozzáadagolásával a vezérlés visszaállítja a pH értéket 7-es értékig. A pH állítás következtében a hozzáadagolt fémsó csapadékot képez, amely a szűrőpréson leválasztható. A pH 7 érték elérését követően, a szennyvízben lévő oldott komponensek már csapadék formájában vannak jelen. Ezt az elegyet egy pneumatikus membránszivattyú a 3. ábrán látható iszapvíztelenítő présre adagolja a folyamatirányítás által vezérelt szelepen keresztül.



3. ábra - A kamrás szűrőprés

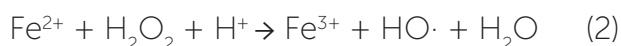
A kamrás szűrőprés segítségével az iszap és az iszapvíz elválasztásra kerül (fázisszeparáció). A két oldalon kerettel ellátott szűrőlapok sorban elhelyezkedve a préstartó rudazatán kamrákat képeznek. A szűrőlapok felületén (42 m^2) elhelyezett szűrővásznak a kamrák körül egy szűrő felületet alkotnak. Az iszap egy szivattyú segítségével szabadon bejut a kamrákba, az azokat összekötő központi furaton keresztül. A szűrt víz a szűrővásznakon áthaladva

az elvezetőfuratokon át távozik, miközben az iszap szilárd fázisa a kamrákban visszamarad. Az iszapbevezetési folyamat során, miután a kamrákban visszamaradó iszap szárazanyag-tartalma a kívánt értéket elérte, a kamrák üríthetők, majd újra zárhatók és a folyamat ismét indítható. Az iszap szivattyúzása közben a kamrák átteresztőképessége egyre csökken, ahogy a visszamaradt iszap koncentrációja emelkedik. A leválasztott részecskék felületi szűrés esetén nem hatolnak a szűrőközeg belsejébe, hanem összefüggő réteget alkotnak a szűrőközeg felületén, ez a réteg a továbbiakban szintén szűrőként viselkedik (Fonyó, Fábry, 2004). Ez nyomásnövekedést eredményez a kamrákban, 6 bar elérésekor egy nyomáskapcsoló a szivattyút leállítja, majd az elfolyó víz következtében történő nyomásesés (kb. 4 bar) után újraindítja azt és ez a szakaszos szivattyúzás folyamatosan ismétlődik. A szivattyú járásának és állásának időtartam mértéke jelzi a kamrák feltöltődésének állapotát és a szűrés ciklus végét. A prés előtisztított szennyvize, más néven az iszapvíz egy $2,8 \text{ m}^3$ hasznos térfogatú, szintkapcsolókkal ellátott puffer tartályban gyűlik össze, míg a víztelenített iszap a konténerbe gyűjthető. A leválasztott iszap szárazanyag tartalma 30-35 %, melyet havi rendszerességgel szállítanak el nem veszélyes hulladékként, 04 02 20 hulladékazonosító számon. Az iszap végül depóniába kerül.

A II. tisztítási fokozat a prést követő puffer (Puffer 2) tartályban gyűjtött, I. fokozat kezelt szennyvizének (iszapvíz) szivattyúval, a fizikai-kémiai reaktorra (FKR) történő feladásával kezdődik. A második kezelés egy Fenton-oxidációs kezelés.

A Fenton-oxidáció hidrogén-peroxid és vas(I-II)-iont tartalmazó vegyszer megfelelő adagolását jelenti. Az iszapok víztelenítésének elősegítésekor a reakciókban elsősorban az iszappelyheket összekapcsoló erősen hidrofíl poliszacharid nyálka roncsolódik. Ezzel válik a kezelést követően lehetővé a víztelenítésnél a nagyobb szárazanyag tartalom elérése. A Fenton-oxidációban vas(III)-ionok iniciálja, katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását. Eközben erősen reaktív hidroxilgyökök keletkeznek, melyek egy összetett reakciósorozatot indítanak el. (Koppenol, 1993)

A reakciósorozat indító és záró lépése az 1 - 2. egyenletben látható:



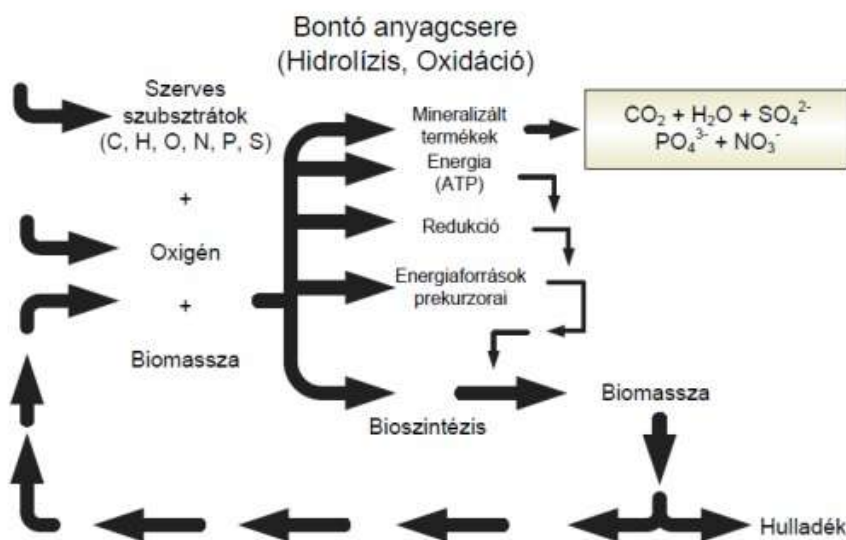
A reaktorban (FKR) feladott I. fokozatú szennyvíz pH-ját a folyamatirányítási rendszer koncentrált sósavval 3,5-re állítja be a vezérelt adagoló pumpa segítségével. A kezelés ezt követően FeCl_3 , hidrogén-peroxid, majd pH=8-ig NaOH adagolásából áll. A fázisszeparáció ebben az esetben a fizikai-kémiai reaktorban ülepítéssel történik. A II. fokozatú kezelt víz dekantálást követően gravitációsan a folyamatirányítás által vezérelt szelepen keresztül egy 3 m^3 hasznos térfogatú, szintkapcsolókkal ellátott puffer (Puffer 3) tartályba jut. Ebben a fokozatban iszapprésre feladás nem történik, az iszap a reaktorban marad. A II. fokozat iszapjára kerül feladásra a nyers technológiai szennyvíz, ezt követően pedig indul az I. fokozat fizikai-kémiai kezelése.

A KEZELT SZENNYVÍZ BIOLÓGIAI TISZTÍTÁSA

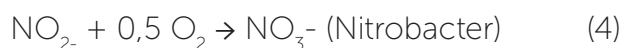
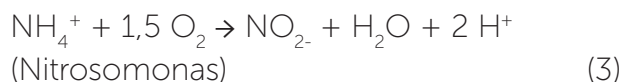
A biológiai tisztítást a 2. ábrán (balra) látható szakaszos betáplálású, 3 m^3 hasznos térfogatú SBR (Sequencing Batch Reactor – szakaszos tápanyagbetáplálású szennyvíztisztító) végzi. A napi $2-3 \text{ m}^3$ kezelt szennyvizet a biológiai fokozat napi 3 db ciklusban tisztítja. A kezelt szennyvíz többek között szerves szennyezőket és ammóniát tartalmaz, ennek biológiai tisztítása levegőztetést igényel. A biológiai reaktorban lejátszódó biokémiai folyamatokat a 4. ábra írja le.

A tisztítási ciklus a II. fokozatú kezelt víz puffer (Puffer 3) tartályból a biológiai reaktorra történő feladással kezdődik. Már a feladás alatt megkezdődik a levegőztetés egy pneumatikus szelep automatikus megnyitásával (levegő mennyisége manuálisan beállítható). A tisztítás során a legfőbb feladat a még jelentős szervesanyag tartalom (KOI, BOI5) csökkentése. Mivel az elfolyó vízzel szemben támasztott határérték ammónium-nitrogénre 100 mg/l , ezért denitrifikációs folyamatok nem mennek végbe a biológiai kezelés során. A nitrifikáció folyamata az ammónium, nitráttá történő oxidálásig megy végbe, lépcsői a 3-4. egyenletben láthatók. A nitrifikáció olyan mikrobiológiai folyamat, mely a Nitrosomonas és Nitrobacter baktériumok által az ammóniumot nitrissé, majd végül nitráttá alakítja. A folyamat lejátszódik a bioszférában, ahol a nitrifikáló baktériumok jelen vannak. (Ábrahám, 1998)

Az eleveniszapos rendszer biokémiai folyamatai



4. ábra –Az eleveniszapos rendszerben végbemenő folyamatok (Kárpáti, 2014)



Kisebbszartartózkodási idő (SRT-Sludge Retention Time) esetében csak a szerves anyag lebontása megy végbe, nagyobb SRT esetén pedig lejátszódhatnak a nitrifikációs folyamatok is. A reaktor mérete miatt ebben a tartályban nincs telepítve keverő, a levegő lentől felfelé áramlása kellő keveredést biztosít. A megfelelő oxigén beoldást két darab, a reaktortér alján elhelyezett tányéros diffúzor biztosítja, mely 1-3 mm átmérőjű finom buborékokat képez. A tisztítási ciklus végén, az ülepítési fázisszeparációt követően a tisztított vizet dekantálással veszi el a rendszer a reaktorból. Ahhoz, hogy a dekantálást a be- lógatott búvárszivattyú megkezdje, a kezelő

személyzet jóváhagyása szükséges a PLC monitoron. Ezt a jóváhagyást elfolyó víz szemrevételezésének fontossága indokolja. A mintavevő csonkon keresztül kiengedett tisztított víz vizuálisan ellenőrizhető, hogy az ülepítés során kellően elvált-e egymástól a szilárd és a folyadék fázis. Amennyiben úgy véli a kezelő személyzet, hogy még időre van szükség az ülepedéshez, akkor késleltetheti a kitáplálást.

A biológiai reaktorban 400-500 ml/l iszapüledést célszerű tartani ahhoz, hogy a tisztított szennyvízzel együtt eleveniszap ne kerüljön kibocsátásra. Amennyiben a kezelő észleli, hogy a tisztított szennyvízzel eleveniszap is elvételre került, azonnal ellenőrizni szükséges az iszapüledést. A fölő iszap elvétel mennyisége állítható az iszaphozam függvényében.

FELTÁRT HIÁNYOSSÁGOK BEMUTATÁSA

Nyomóvezeték eldugulása

Ez az üzemeltetési probléma a nyers szennyvíz azon sajátosságából adódik, hogy szabad levegőn megszáradva filmréteget képez, ragadós, gumis anyaggá áll össze. Az összeragadt anyagok nagyobb kavics méretű darabokká alakulnak, amelyek dugulásokat okozhatnak, valamint kárt tehetnek a bűvárszivattyúban. Ezeknek az anyagoknak a rendszerbe kerülése kiküszöbölendő. Először a problémaforrást kellett megtalálni, mely a Puffer 1 tartályban összegyülekező nagyobb, megszáradt gumis anyagok képződése és bejutása volt a szivattyúba, ezáltal a nyomóvezetékbe került, ami általában az első szűkítési ponton okozott dugulást ez az anyag. Ilyen esetekben a kezelő személyzetnek szét kellett szerelnie a nyomóvezetékét és manuálisan el kellett háritani az üzemzavart, mely hetente több alkalommal is előfordult.

Megoldásként, az 5. ábrán látható, perforált lemezből kialakított szivattyúvédő szűrőház került beszerelésre, mely megakadályozza a nagyobb szilárd anyagoknak a rendszerbe jutását, kiküszöbölve így a dugulás lehetőségét.

A szűrőház beszerelésének eredményeként a dugulások teljesen megszűntek. Emiatt ezek a nagyobb méretű anyagok, melyek idáig a dugulásokat okozták, a Puffer 1 tartályban halmozódhatnak fel. Indokolt a tartályt félévenként leereszteni és tisztítani. A nyers szennyvíz sajátos tulajdonsága miatt a szűrőház perforációs viszonylag könnyen eltömődhetnek, ezt



5. ábra –Szivattyúvédő szűrőház a Puffer 1 tartályban

a kezelő személyzetnek minden műszak elején ellenőrizni kell. A szivattyúvédő szűrőház havonta egyszeri tisztítást igényel.

Kamrás szűrőprés préslapjainak állapota

A műtárgy nagy fizikai és kémiai hatásoknak van kitéve, mivel a pneumatikus membránszivattyú közel 5 bar nyomáson üzemel, valamint nem üzemszerű állapot esetén előfordulhat, hogy a víztelenítésre küldött iszap pH-ja egészen szélsőséges tartományban mozog. Ez főként akkor fordulhat elő, ha az FKR-ben elhelyezett pH-mérő elektróda eldugul és nem a valós

értéket mutatja. Ilyenkor előfordulhat, hogy a kívánt 7,5-8 tartomány helyett a pH értéke felkúszik akár 14-re is. A kamrás szűrőprésbe a 6. ábrán látható műanyag préslepből 26 db van betéve, melyek a hatéynyi üzemelés alatt előregedtek, deformálódtak, az ábrán látható, hogy néhány préslepnél kisebb repedések, törések is előfordultak.



6. ábra –Törött préslepa

Ez a prés nem megfelelő működését, illetve a préslepeket bevonó szűrő textíliák kiszakadását is okozhatja, ezáltal a présre feladott iszap egy része szüretlenül áthalad a műtárgyon. További negatív vonzata, hogy a tisztított vizet elvezető furatok és műanyag csapok eldugulását okozhatja. A deformálódott, repedt műanyag préslepek több szűrőtextília kiszakadását okozták és várhatóan további textíliák sérülése is bekövetkezett volna, a préslepek deformálásának következtében.

Azért, hogy a prés megfelelően működjön megtörtént az összes préslepnak, valamint a kiszakadt, sérült szűrőtextíliáknak a cseréje,

továbbá, indokolt volt az összes elvezető furat és a műanyag kifolyó csapok tisztítása, az eltömődött, eltört csapoknak pedig a cseréjük történt meg.

Az elvégzett munkálatok eredményeként biztosítottá vált a kamrás szűrőprés megfelelő működése. A 7. ábrán látható, hogy a présről elfolyó iszapvíz csapadékot, lebegő anyagot egyáltalán nem tartalmaz, a csurgalékvíz teljesen színtelen, áttetsző. Az iszap állaga és az iszapvíz minősége egyaránt jelentősen javult, ezáltal a biológiai fokozatra kisebb szervesanyag-terhelés jut, így a közcsatornába bocsátott víz minősége is jelentősen javulhat, amennyiben a következő bekezdésben feltárt problémákra javasolt megoldások, fejlesztések végrehajtásra kerülnek.



7. ábra –Prés csurgalékvíze a préslepek és a szűrőtextíliák cseréje után

Biológiai reaktor (SBR) levegő-és tápanyagellátásának biztosítása

A szennyvíz feladás, levegőztetés, ülepítés és a tisztított víz elvétele az SBR reaktorban szakaszos üzemben valósul meg. Ennek következtében a mikroorganizmusok szaporodása alárendelt a reaktor periodikus környezetváltozásának. (Kárpáti, 1995).

A PLC jelenlegi beállítása szerint a 8 órás tisztítási ciklus lejárta után a kezelő személyzet manuális engedélyezése szükséges a kitéplálás megkezdéséhez. Ez egy utolsó ellenőrzési igény miatt lett beprogramozva, mert a be rendezés a kezdeti időszakban nem működött teljesen megbízhatóan, a tisztított szennyvizet szükséges minden kitéplálás előtt vizuálisan ellenőrizni, hogy az tartalmaz-e eleveniszapot vagy egyéb lebegőanyagot. Ez azonban azt jelenti, hogy a lebontást végző aerob mikroorganizmusok még több időn keresztül nem jutnak oxigénhez, ugyanis nem indul újra a ciklus, nem kezdődik meg újból a feladás és a levegőztetés. Továbbá az a tény, hogy a kezelő személyzet nem folyamatos műszakban dolgozik, azt eredményezi, hogy szombat 14 órától hétfő 6 óráig minimum 34 órán keresztül nincs oxigén- és tápanyagbevitel a rendszerbe. Az aerob mikroorganizmusok néhány

óra oxigén – és tápanyaghiányos időszak után kihálnak, kimosódnak a rendszerből (Metcalf, Eddy, 2003).

Az ismertetett állapot eredményeként jelenleg a reaktorban nem található eleveniszap, így ebben a fázisban további tisztítás nem történik. A mintavételi csonkon keresztül vett elfolyó víz átlagos paramétereit a 3. táblázat tartalmazza. A fizikai-kémiai kezelésen átesett víz tisztítását végző aerob mikroorganizmusok által igényelt levegőmennyiség döntő hányada a szerves anyag biológiai átalakítására fordítódik. Ezt a részt a szennyvíz BOI_5 értékéből lehet kiszámítani (Kárpáti, 2014.)

Az ismertetett hiányosságok megoldásai javaslatként a következő módosításokat, fejlesztéseket fogalmazom meg.

Ahhoz, hogy a mikroorganizmusok fennmaradáshoz szükséges oxigénmennyiséget biztosítani tudjuk, a folyamatirányító PLC rendszert kell módosítani, átprogramozni a következők szerint.

Az SBR végső ülepítési fázisa után, ha a kezelő személyzet nem engedélyezi a kitéplálást 30 percen belül, akkor a PLC jelet ad a pneumatikus levegőztető szelepnek, mely által a levegőztetés ismét elkezdődik. Ezáltal a mikroorganizmusok újból a létszükségű szabad oxigénhez jutnak. Az ismételt levegőztetés

KOI (mg/l)	BOI_5 (mg/l)	TN (mg/l)	TDS (mg/l)	pH
1200	250	110	6000	6,95

3. táblázat – Az elfolyó víz főbb paramétereit biológiai tisztítás hiányában

eredményeként az iszap és a víz fázis újból összekeveredik, ezért a következő kitáplálás előtt ismét szükséges kivárni az ülepitési időt, mely alatt a szilárd részecskék leülepednek a reaktortér alsó részébe.

Amennyiben hosszabb időszakon keresztül nem tud beavatkozni a kezelő személyzet, például egy több hetes leállás ideje alatt, akkor a levegőellátással párhuzamosan gondoskodni kell a megfelelő mennyiségű tápanyag biztosításáról is. A tápanyaghiány a mikroorganizmusok elpusztulását jelentené (Kárpáti, 2014). Ennek egyik gyakorlati megoldása lehetne, ha megszabott időközönként egy PLC által vezérelt szivattyú könnyen bontható szerves szubsztrátot (pl. metanol, etanol, ecetsav) adagol a reaktorba.

További problémát jelent a reaktortér nem megfelelő oxigénellátottsága. A reaktortér alján található tányéros diffúzorok részben eltömődtek. Indokoltnak tartom a levegőztető elemek cseréjét. A megfelelő oldott oxigén koncentráció (2,5 mg/l) elengedhetetlen a mikrobák szerves anyag lebontó és nitrifikációs folyamataihoz (Kárpáti, 2014).

Amennyiben a javasolt fejlesztések végrehajtása megtörténik, szükséges a biológiai reaktor eleveniszappal történő beoltása, mivel az előzőleg bemutatott állapot szerint a reaktorban nem található eleveniszap. Erre a legalkalmasabb a kommunális tisztítók utóülepitőjéből elvett eleveniszap, mely ideális esetben megfelelő összetételű lebontó szervezeteket tartalmaz. A beoltás után fontos, hogy az iszapnak legyen ideje pihenni, több órás levegőztetés ajánlott az első tápanyagfeladást megelőzően.

Az előzőekben javasolt változtatások megoldást jelentenének az eleveniszap kimosódására és az aerob mikroorganizmusok kihalására, ezáltal az elfolyó víz minősége jelentősen javulna, főként a szerves anyag (KOI, BOI₅) és az ammónium-nitrogén tartalom (NH₄-N) szempontjából. A késleltetett kitáplálásokról azonban elképzelhető, hogy a kiegyenlítő medencék térfogata nem lenne elegendő, így azoknak a bővítése indokoltá válhat.

KÖVETKEZTETÉSEK, MEGOLDÁS

A vizsgamunkában feltárt hiányosságok jelentős része hatással van a kibocsátott víz minőségére. Ahhoz, hogy garantálni tudja a vállalat a határértékek betartását, a következő intézkedés került bevezetésre.

Az előtisztított ipari szennyvíz a kommunális szennyvízzel összekeveredve hagyja el a vállalat területét és ezután csatlakozik a közcsatornára.

A biológiai reaktorban az ülepitési fázis végeztével a kitáplálás engedélyezése kizárólag megszabott időpontokban engedélyezett. A gyárban körülbelül 180 fő dolgozik 8 órás műszakokban. A műszakok lejártakor a dolgozók zuhanyzásakor a legnagyobb a vállalat időszakos szennyvízkibocsátása. Az időszakos vízkibocsátást megvizsgáltam és átlagolva a több heti vízfogyasztási értékeket 30,71 liter/perc fogyási értéket kaptam, tehát átlagosan a vizsgált időszakban ezzel a vízfogyasztással számoltam. Az elhasznált víz jelentős mennyisége ebben az időszakban azonnal megjelenik szennyvíz oldalon, a következő képlet alapján becsülhető a mennyisége.

$$Q_{\text{szennyvíz}} = Q_{\text{víz}} \cdot z$$

$$Q_{\text{szennyvíz}} = 30,71 \text{ l/min} \cdot 0,98 = 30,1 \text{ l/min} = 1806 \text{ l/h} = 1,806 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00050167 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ahol,

$Q_{\text{víz}}$ – Az elhasznált víz mennyisége (m^3/s)

z – szennyvíz keletkezési ráta

Ahhoz, hogy számítható legyen a vállalat által kibocsátott szennyvíz minősége, ismerni kell az összekeveredő szennyvizek mennyiségi és minőségi jellemzőit egyaránt. A műszakok végén keletkező szennyvíz nagyon híg, viszonylag kevés a szennyező anyag tartalma, átlagos értékeit a 4. táblázat ismerteti.

Q (l/min)	KOI (mg/l)	BOI ₅ (mg/l)	TN (mg/l)	TDS (mg/l)	pH
30,1	100	65	40	1500	7,1

4. táblázat – A műszakok végén keletkező szennyvíz paramétere

Az SBR reaktorban a kitáplálást végző WILLO TM 32/7 búvárszivattyú kapacitását köbözési módszerrel mértem meg. Több mérés elvégzése után, átlagolva az eredményeket, 81 liter/perc értéket kaptam.

Mivel az összekeveredő szennyvizek minőségi és mennyiségi tulajdonságaik is ismertek, meghatározható a kevert szennyvíz szennyezőanyag koncentrációjára (cszennyezőanyag) az alábbi keveredési egyenlet szerint:

$$C_{\text{szennyezőanyag}} = \frac{(Q_{\text{kommunális}} \cdot C_{\text{kommunális}}) + (Q_{\text{ipari}} \cdot C_{\text{ipari}})}{(Q_{\text{kommunális}} + Q_{\text{ipari}})}$$

Ahol:

- $Q_{\text{kommunális}}$ – kommunális szennyvízhozam (m^3/s)
- $C_{\text{kommunális}}$ – kommunális szennyvízben lévő szennyező anyag koncentrációja (kg/m^3)
- Q_{ipari} – ipari előtisztított szennyvízhozam (m^3/s)
- C_{ipari} – ipari szennyvízben lévő szennyező anyag koncentrációja (kg/m^3)

Az ipari előtisztított víz főbb paraméterei ismertek, bemutatásra kerültek a 3. táblázatban. Az összefüggés alapján a Tolnatech Bt. telephelyét elhagyó, kevert szennyvíz vizsgált minőségi paraméterei az 5. táblázatban láthatók.

	Q (l/min)	KOI (mg/l)	BOI ₅ (mg/l)	TN (mg/l)	TDS (mg/l)	pH
Ipari előtisztított	117	1200	250	110	6000	6,95
Kommunális	30,1	100	65	40	1500	7,1
Kevert	147,1	975	212	96	5079	7
Határérték	-	1000	-	100 (NH ₄ -N)	2500	6,5-10

5. táblázat – A kevert szennyvíz vizsgált paraméterei a közcsatornai csatlakozásnál

Az 5. táblázatban található értékekből megállapítható, hogy a különböző minőségű szennyvizek keveredése után a piros színnel jelölt sótartalmat kivéve mindegyik vizsgált paraméter határértékek alá csökken. A sótartalomra vonatkozó határérték túllépése a fizikai-kémiai kezelés során adagolt vas(III)-kloridra vezethető vissza. Ezt a határértéket csak membránszűrő beépítésével, vagy bepárlással lehetne megvalósítani, de ennek óriási beruházási költsége miatt a realitása igen csekély.

Megoldásként javaslok egyedi kibocsátási határérték bekérését a csatornamű üzemeltetőjétől a sótartalomra vonatkozóan.

A nitrogén-formák esetében a határérték ammónium-nitrogénre (NH₄-N) vonatkozik. A rendelkezésemre álló eszközökkel ezt a koncentrációt nem tudtam mérni, helyette az összes-nitrogén koncentrációt (TN) mértem, mely magába foglalja a szennyvízben előforduló összes nitrogénformát, mint a nitrit, nitrát, szerves nitrogén és ammónium-nitrogén.

Az 5. táblázatból leolvasható, hogy az összes nitrogén (TN) koncentrációja 96 mg/l, tehát az ammónium-nitrogén koncentrációja biztosan nem haladja meg a 100 mg/l határértéket.

ÖSSZEGZÉS

Az ipari előtisztítóval kapcsolatosan megfogalmazott fejlesztések végrehajtásával és a berendezés üzemszerű működésével, nagy biztonsággal garantálható, hogy a közcsatornába bocsátott víz minden esetben megfelel a határértékeknek. Az üzemeltetési problémák orvosolásával kisebb valószínűséggel fordulnak elő üzemzavarok, havária, melyek üzemeltetési gondokat és határérték átlépést okozhatnak.

A feltárt problémákra, hiányosságokra javasolt megoldási módszerek viszonylag rövid idő alatt megvalósíthatók, nem igényelnek nagyobb szerkezeti átalakítást. A dolgozatban bemutatott, megvalósult fejlesztési munkák és a megfogalmazott javítási potenciálok együttes eredményeként az ipari szennyvíz előtisztító egy jól üzemeltethető, hatékonyan működő berendezés lehet.

A jövőben meg szeretném vizsgálni annak a lehetőségét, hogy a kamrás szűrőpréstről leválasztott iszapot valamiféle módon lehet-e hasznosítani a mezőgazdaság területén. További tervem még a tisztított szennyvíz mikro-szennyező anyag tartalmának a vizsgálata, különösképpen a mikroműanyagok tekintetében.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ábrahám Ferenc - Szennyvíztechnológiai tervezés, 1998
Fonyó Zs., Fábry Gy. – Vegyipari műveletteni ismeretek, 2004
Kárpáti Á., Fazekas B., Kovács Z., - Szennyvíztisztítás korszerű módszerei, 2014
Kárpáti Á., Szakaszos betáplálású eleveniszapos szennyvíztisztítás, 1995
Metcalf, Eddy – Wastewater Engineering, 4th Edition, 2003
W. H. Koppenol – The centennial of the Fenton reaction, 1993

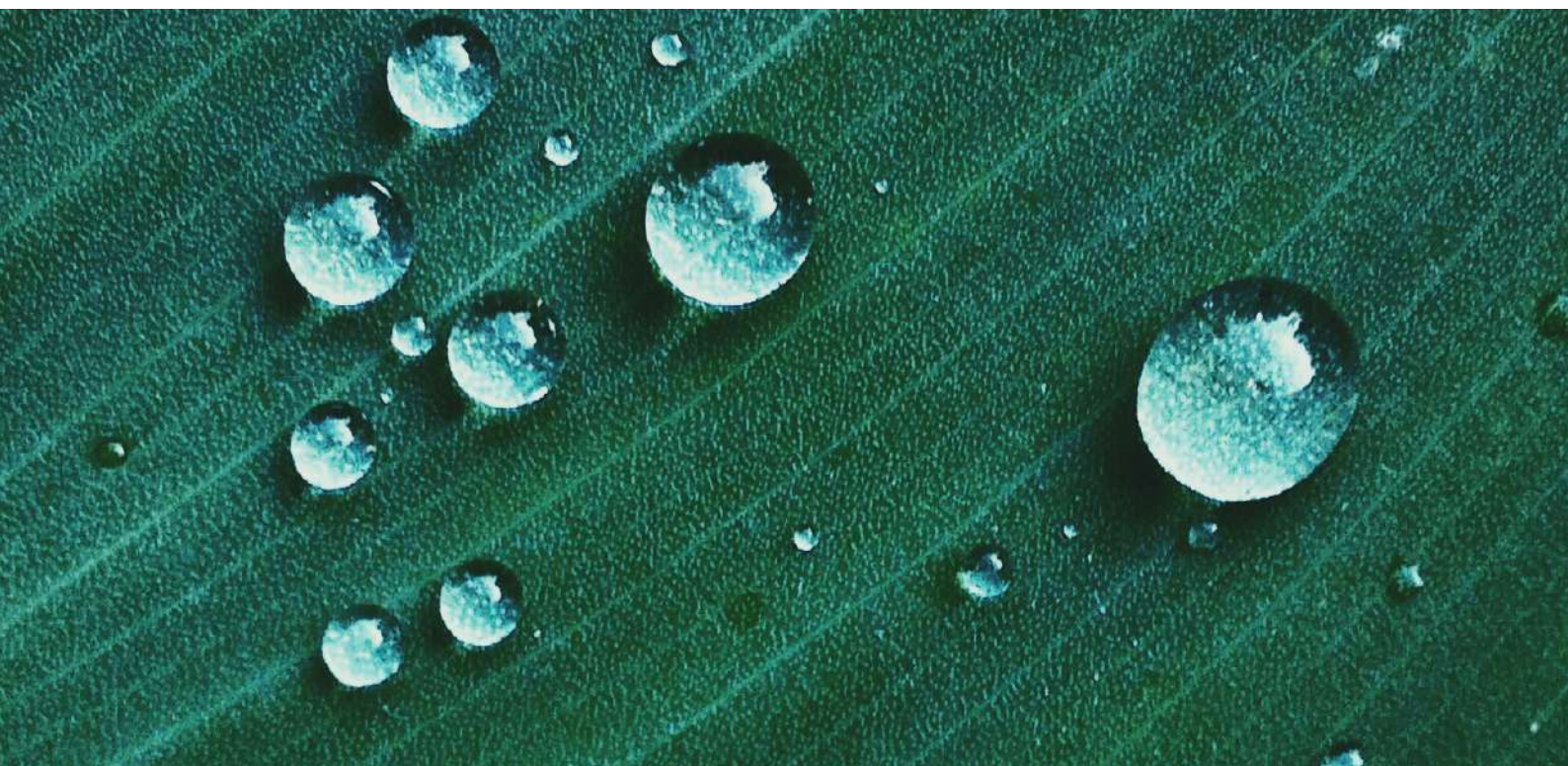


SZERZŐ:



Bildhéber Bence 1995-ben született, 2014-ben érettségizett Pakson az Energetikai Szakközépiskolában és ugyanitt szerezte meg 2015-ben a Környezetvédelmi technikus-Nukleáris energetikus képesítést. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Karán 2020. januárban szerezte meg környezetmérnöki alapszakos diplomáját Víz tisztítás – szennyvíztisztítás szakirányon. 2016 óta lakhelyén, Tolnán található Tolnatek Bt. munkatársa, amely egy műszakiszövet gyártó cég. Jelenleg üzemvezetői beosztásban dolgozik, feladatai közé tartozik az üzem területén található ipari szennyvíz előtisztító üzemeltetése, ami a szakdolgozata témájaként is szolgált. A kisberendezés textilipari szennyvizek ártalmatlanítására alkalmas. Vizsgamunkájában prezentálja az általa koordinált fejlesztéseket és

beszámol ennek eredményéről, valamint további optimalizálási javaslatokat fogalmaz meg. A decentralizált szennyvíztisztítást az egyik legfontosabb hazai megoldandó feladatnak tartja. Életében nagy szerepet tölt be a labdarúgás, a horgászat és a természetjárás.





NYUGDÍJAS MÉRNÖKÖKET KERESÜNK!

Vízfolyam KNySz a tagsági körét kibővíti azokkal a **nyugdíjas mérnökökkel**, akik tartósan már nem akarnak dolgozni, de eseti jelleggel azért még szívesen vállalnának feladatokat, az alábbi szakágakban:

- építőmérnök (út-, vasút-, víz-, híd-, szerkezet)
- gépészmérnök
- épületgépész mérnök
- vegyészmérnök
- építészmérnök
- elektromérnök
- geodéta

A Szövetség vállalja, hogy a tagjaiként jegyzett nyugdíjas szakemberek hozzájárulása esetén szakértői, mérnöki **adatbázist** hoz létre.

Miután több évtizedes tapasztalattal rendelkező szakemberekről van szó, kiemelten olyan tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok jöhetnek szóba, amelyeket a vízi-közmű üzemeltető cégeknél, vízügyi Igazgatóságoknál nem, vagy csak költséges módon lehetne ellátni főmunkaidős, munkaviszonyban álló mérnökökkel.

A vízi-közmű üzemeltető cégek, vízügyi Igazgatóság megkeresésére (saját vízügyi tapasztalatainkat is felhasználva) az adatbázisból kiválasztjuk azt a szakembert (szakembereket), aki a feladat elvégzésére a legalkalmasabb és egyeztetjük vele, hogy rendelkezésre tud-e állni az adott időben és helyen.

Adott feladat felmerülésekor a Szövetség „kikölcsönzi” a szakembert a vízi-közmű üzemeltető cégek, vízügyi Igazgatóság részére, majd leszámolja az előzetesen megállapodott díjat. A számla pénzügyi teljesítése után a Szövetség elszámol a tagjával.

Várjuk jelentkezését a Szövetség honlapján! (<https://www.vizfolyam.hu>)

Vízfolyam Közérdekű Nyugdíjas Szövetség

1146 Budapest, Borostyán u. 1/b

+ 36 30 509 9260

Honlap: <https://www.vizfolyam.hu>

mail: info@vizfolyam.hu

TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS, A SZENNYVÍZ KÖRKÖRÖS HASZNOSÍTÁSA

PROF. DR. JUHÁSZ ENDRE CSC

A világ XXI. századi vízgazdálkodási politikájának legnagyobb és legkiterjedtebb tényezője a klímaváltozás, ill. az ahhoz kapcsolódó egyedi és általános nemzeti és nemzetközi problémák integrált kezelése.

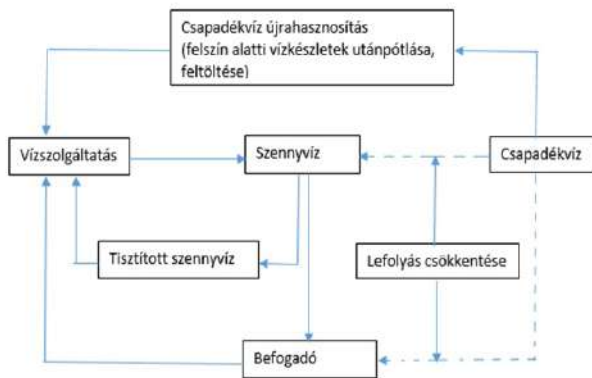
A víz világválság került mind a tudományos feladatok, mind a gyakorlati megoldandó feladatok középpontjába. Nem véletlen, hogy a politika együttes fellépést, közös feladatvállalást kezdeményez s magasszintű Nemzetközi Bizottság világkonferenciák szervezésével deklarálja is segítő szándékú megoldás keresését. Magyarország legrangosabb képviselőjével vesz részt az útkeresésben, a mielőbbi megoldás megtalálásában.

Alapjában és összességében az integrált vízgazdálkodás képes felderíteni azokat a sarokpontokat, melyekből a területi, ill. települési vízgazdálkodás tézisei származtathatóak. Alapfeltétel, hogy vízzel ott lehet gazdálkodni, ahol van. A világ, mint egy fele nem rendelkezik megfelelő mennyiségű és minőségű vízzel.

Prof. Ijjas könyvében történt megfogalmazása szerint az **integrált vízgazdálkodás** azt jelenti, hogy „a vizek használatával és védelmével kapcsolatos környezeti, gazdasági és szociális

célok elérését biztosító intézkedéseket összehangoltan fogalmazzák meg és hajtják végre. Tovább folytatva ugyan itt azt is rögzíti, hogy „és ez egy olyan folyamat, mely lehetővé teszi a víz, a terület és a kapcsolatos készletek összehangolt fejlesztését, annak érdekében, hogy az egyenjogúság szemelőtt tartásával maximálja az ebből származó gazdasági és társadalmi jólétet, anélkül, hogy létfontosságú ökoszisztémák fenntarthatóságát megsértenék”.

Szűkítve a fogalmat, nézzük a térségi, vagy még tovább szűkítve a települési vízgazdálkodás kérdését. A vonatkozó Korm. hat. (2080/2008. (VI. 30.) a cikkben célkeresztbe helyezett ivóvízellátást a maga teljes struktúrájával, valamint a hasonlóan a szennyvízelvezetést benne a szennyvíziszap elhelyezést és a csapadékvíz rendszert is a kritikus infrastruktúrák és a kritikus szolgáltatások közé sorolja. Az ország adottságait tekintve, a II. Világháború után hazánk a Kárpátmedence



1. ábra. Az integrált vízgazdálkodás modellje (forrás: Juhász E. Major V. Sanitation in Hungary, Hidrológiai Közlöny, 96. évf.3. sz. 2016.)

közepére szorulva mind mennyiségileg, mind vízminőségi szempontból amint az ismert vízforgalmi térképen látható ki van szolgáltatva a felvízi országoknak.

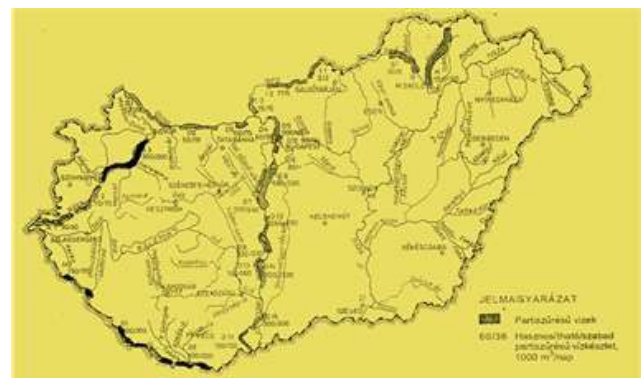
Mivel vízszolgáltatásunk ~ 35-40%-a –zömmel a Duna középső szakaszán található- parti szűrésre alapul, azaz összesen közel hárommillió ember iszik az ilyen megoldásokból származó vizet, nem közömbös ezek minősége.

A klímaváltozás természetesen akár mennyiségi, akár minőségi oldalról vizsgálva kihat ivóvíz készletekre. Bár a Duna országunk feletti felsőbb szakaszán sokat áldoznak a szennyvizek tisztításra – beleértve az utóbbi időben egyre előtérbe kerülő antropogén anyagokra is-, felmerülhet a kérdés a dinamikus hatásoknak kitett partiszűrő réteg meddig bírja az egyre gyakoribb dinamikus megpróbáltatást. Vízbázisaink védelme a szolgáltatási biztonság elemi része, ugyan olyan fontos, alapvető

elsődleges stratégiai elem, mint az ellátás (tározás, tisztítás, elosztó hálózat), azt követő lépcsői, ezért fokozott figyelmet követel.



2. sz ábra. Magyarország vízforgalma (forrás OVH)



3. Magyarország partiszűrővíz készleteinek eloszlása (Juhász 2011)

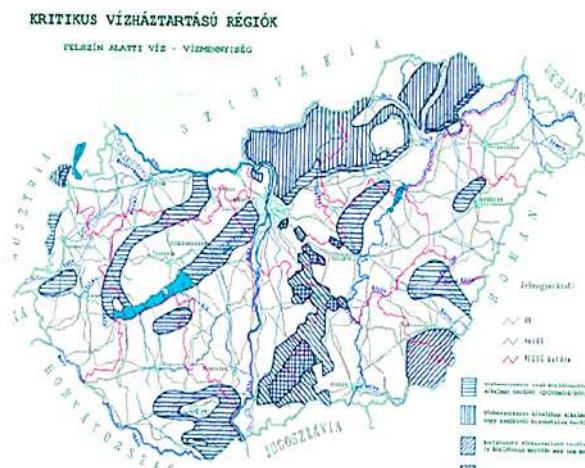
A településeken belül a lakossági vízfogyasztás nagysága a rendszerváltást követően jelentős mértékben csökkent s ez a paralel szennyvízágazat tisztító műve terhelési kapacitására is kedvezően hatott. A települési folyékony

hulladék (TFH, vagy népszerű nevén „szippantott” szennyvíz) mennyisége a csatornahálózat növekedésével folyamatosan csökken. Az oldómedencékből kikerülő anyag a tisztítótelepre tengelyen szállítva a csatornán érkezővel együtt kerül tisztításra.

Az ipari üzemek „vízláb” csökkentésével (egységnyi termékre vonatkozó fajlagos vízfogyasztás) adott körülmények mellett szintén jelentősen hozzájárulhatnak a települési gazdálkodás eredményességének. Ám vajon mennyiben érdeke a hazai szolgáltatóknak árbevétel szempontjából a jelenlegi szituációban a takarékos vízfogyasztás – már amennyiben a vízbázis kapacitása bőségesen rendelkezésre áll?

Amint a 4.sz ábrán látható, az ország településeinek mintegy 30%-a kritikus vízháztartású területen nyugszik. Ez részben vízhiányos-, részben nem kellő minőségű víz szolgáltatású térségeket tartalmaz. A térségi vízkielégítés a problémákat részben megoldotta, ám a minőségjavítást célzó program valójában gazdasági okokra visszavezethetően nem teljesült.

A „partiszűrési” vízművek biztonsági lehetőségei kellő mértékű anyagiak hiányában meddig bírják a versenyt. A még készülőfélben lévő Uniós víz irányelv újabb, minőséggel összefüggő megszorításokat helyezett kilátásba. Vajon a több tízezer km. -es hálózati rekonstrukció és technológiai fejlesztés hiányának nyomasztó terhével – a jelenlegi adottságok mellett – hogyan tudhat - különösképp az arzén eltávolítással súlyozottan



4.sz ábra

terhelt települések zöme tartósan megbírkózni e stratégiai fontosságú, települési szempontból rendeletileg kinyilvánított „kritikus infrastruktúra” biztonságának? A települési vízgazdálkodás elvei elméletileg érvényesülnek, gyakorlati szempontból azonban egyik lába (ivóvíz) sebektől vérzik.

A gyakorlatban a klímaváltozás valójában a vízről szól és ezzel összefüggésben kerül a társadalom középpontjába. A klímaváltozáshoz kapcsolódóan nálunk újabb stratégiai kérdés a csapadékvíz gazdálkodás, településen belül elvezetés korszerű megoldása. Szerinte a világban egyik helyen aszály fenyeget, másutt borzalmas árvíz pusztításokról kapunk hírt és látunk képi beszámolókat.

Az itthon mindezidáig elhanyagolt, gazdátlan csapadék kérdés ügye az OVF beavatkozásának hatására – a jelek szerint – felélénkült. Az OVF Főigazgatója nyilvános tájékoztató keretében ismertette az e témában szemléltetést követelő programot, melynek első lépcsője a belső irányító rendszer megteremtése és egy alap program letétele.

A gyakorlatilag gazdátlan terület eljárásilag valójában három részterületre oszlott. Leegyszerűsítve a kérdést: ha a folyó „kiáradt” (pl. nagy terület elöntése, gátszakadás stb..) akkor a Katasztrófa védelem feladata. Amennyiben áradásos „nagyvíz” levezetése a feladat, akkor az a Vízügy (OVF) Igazgatóságainak hatásköre, míg a településekre hulló csapadék az Önkormányzatok érdekkörébe esik, mely végső fokon a Vízművek szennyvízhálózatába köt ki és terheli a nem e feladat ellátására kialakított hálózatot, tisztító telepet összes ódiumaival együtt. Ugyan ekkor a szolgáltatási díjba beépített „csapadék költség” a hálózatra bekötött lakosságot terheli.

A Nemzeti Vízstratégia kiemelt hangsúlyt ad a belterületi csapadékvíz- gazdálkodás fejlesztési koncepciója végleges elkészítésének és a program sürgős beindításának. A mindeddig akut problémákkal küzdő szakterület megindítására azonban számos feladat hárul. Ezek közül kiemelve néhány fajsúlyos témát a legfontosabbak közül:

- át kell értékelni, ill. ki kell dolgozni egy új, a jelen körülményekhez igazodó szakmai, műszaki, gazdasági, jogi, környezetvédelmi, közigazgatási szabályozó rendszereket,
- ki kell dolgozni a települési csapadékvíz gazdálkodás új tervezési műszaki irányelveit,
- a zárt csapadékvíz rendszereket közművé kell nyilvánítani,
- ki kell alakítani a csapadékvíz elvezető rendszer üzemeltetői bázisát, (ki üzemelteti?)

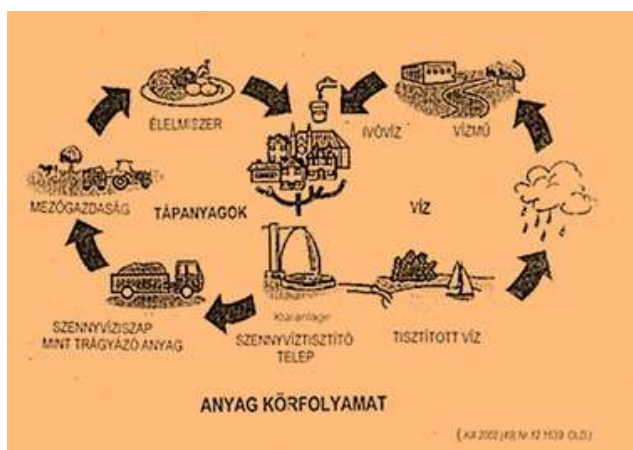
- a korszerűsítés támogatásának feltétel rendszerét stb.
- elő kell teremteni a feladatok ellátását biztosító szakgárdát (oktatás)

Mindazonáltal a csapadékgazdálkodás természetesen a korszerű csapadék hasznosítás feladatát is magába foglalja, melyet azonban az eltérő helyi körülmények egyedi megválasztást igényelnek. Mindezek jövőbeni megvalósítása előrevetíti a lakosság terheinek akár a szolgáltatási díj, akár adózás formában történő növekedését. Zárójelben meg kell jegyezni, hogy a víz visszatartás e területen is alapfeladatnak tekintendő.

Igazgatási szempontból - meghatározott lakosság felett - a területi építésszel párhuzamosan, azzal egyenrangúan javasolt bevezetni a települési vizes feladatokat ellátó - Ország József Belgiumban élő magyar professzor által javasolt – un. „vízgazda” munkakört, akinek feladata az e tárgykörrel kapcsolatos valamennyi feladat koordinálása.

A továbbiakban először is nézzük a víz természetes anyag körfolyamatának grafikus ábrázolását, mely leegyszerűsítve mutatja a települési vízkörforgás mozzanatait. Az első elemként figyelembe vehető ivóvíz a települési körforgalomban a vízhasználat után közismerten a közcsatornában folytatódik.

Állítsuk célkeresztbe a települési vízgazdálkodás „nehezebb” és akutabb területét, azaz a szennyvízelvezetés, tisztítás és az ebből származó két alap fázis gazdaságos hasznosítással összefüggő elhelyezési gondjait.



5. ábra A víz anyagkörfolyamata (KA.2001)

Előjáróban rögzítendő, hogy mind a szürke víz, mind az iszap és az iszaptól előállított komposzt kijuttatása a termőföld védelméről szóló 2007. évi CXXIX. számú törvény értelmében hatósági engedélyhez kötött. A részleteket az 50/2001 rendelet határozza meg. A 90/2008 (VII.17) FVM rendelet továbbá előírja, hogy az engedélyhez előzetesen szakértő által elkészített talajvédelmi terv benyújtása kötelező.

Míg a szennyvíz gyűjtése és tisztítása - a csapadék és rekonstrukciós problémák kényes kérdéseinek kivételével – műszakilag látszólag megoldottnak tekinthető, addig az iszap elhelyezés ügye egyre szövevényesebb és gazdaságilag a különböző megszorítások miatt az országban általános megoldása egyelőre alig-alig látható járhatónak. Hasonló a helyzet a szennyvízöntözés területén is.

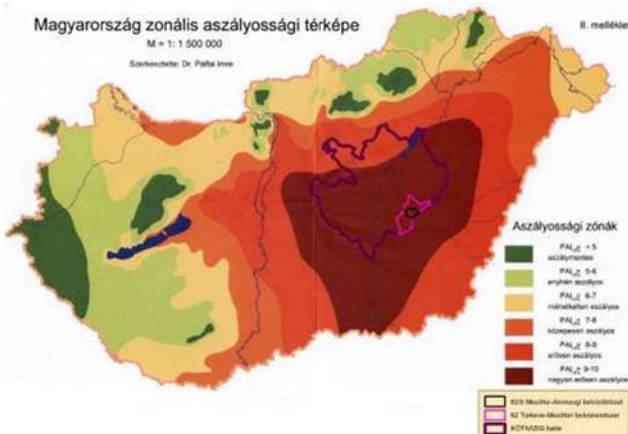
A világ vízválságról zeng, mi magyarok is hangsúlyozzuk a klímaváltozás által tovább fokozódó veszélyt, ugyan akkor jelentős értéket képviselő több, mint fél km³/a jól-rosszul tisztított ám mindenképp tápanyagdús szennyvíztől a beidegzett szokás szerint megszabadulunk.

Feltétlen tudomásul kell venni, hogy Magyarország számára a „kellően tisztított” szennyvíz – ez esetben már „új víz” – nem csupán alternatív vízkészlet, hanem pozitív akár térségi, akár települési vízgazdálkodási elem, amivel különösen az aridításra hajlamos területeken feltétlen számolni, azzal gazdálkodni kell, az általa kínált előnyöket ki kell használni. Ez az „új víz” nem csupán a hiányzó nedveségtartalom pótlását szolgálja, hanem jelentős szerves tápanyag s mint az a 6. sz. ábrán is látható, egyéb hulladékokkal együtt a mezőgazdasági termelés körfolyamatában nem kis szerepet tölt be.



6.sz ábra

Nézzük először a szennyvíz öntözés kérdését. E témában az OVF-Viziterv készített koncepció tervet, mely ez idáig nem került nyilvánosságra.



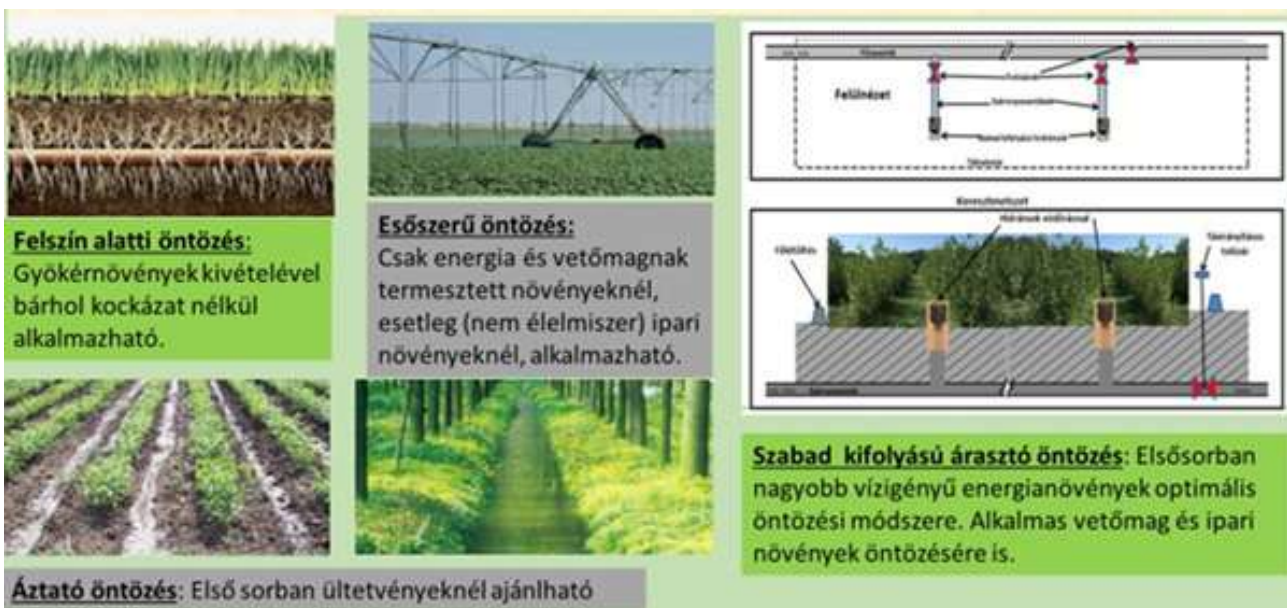
7.sz ábra

A 7. kép azt mutatja, hogy melyek azok a területek (az ábrán sötétebb színnel jelölve), amelyek kezelt szennyvízzel (szürke vízzel) való öntözésre a legalkalmasabbak. (Forrás OVF) A z „új víz” öntözésének - szakírók által korábban kiemelt – fontosabb kritériumai:

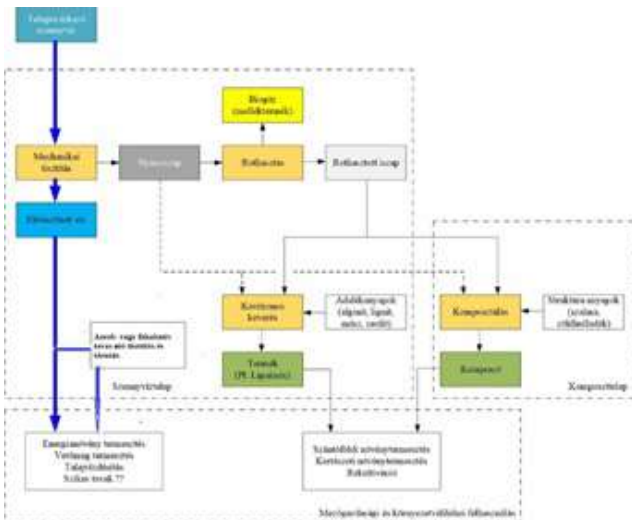
- a víz mennyisége és minősége
- a terület talajszerkezete, a kijuttatás technikai eljárásai,

- a természeti kívánt növénykultúra,
- a szállítási távolság.
- a költség-haszon elemzés,
- az üzemeltetés kérdése

A szükséges területigény számításához a csupán a csapadékmennyiségre vonatkozó fajlagosan 300-600 mm/n²/a -ból kiindulva és jó becsléssel ~500 mm/n²/a-t figyelembe véve, 1000 lakos után (~100 l/d) évente, mint egy 7,5-8,0 ha/a terület igény jelentkezik. Ez egyben azt jelenti, hogy egy Alföldi 20 ezer lakos egyenértékű település min. öntözési terület igénye ~0,16 km². Természetesen a víz minőségére vonatkozó előírások (pl. sótartalom stb..) ezt az értéket lényegesen befolyásolhatják. Ide idézve Prof. Ligetvári Ferenc - a szennyvízöntözés letéteményese- által bemutatott, ill. javasolt agronómiai megoldásokat belátható, hogy talajtól és kijuttatási technológiától függően ma számtalan megoldás áll rendelkezésre.



8 sz.ábra. Hogyan és hol öntözhetünk szürke vízzel kockázat nélkül (Ligetvári 2019)

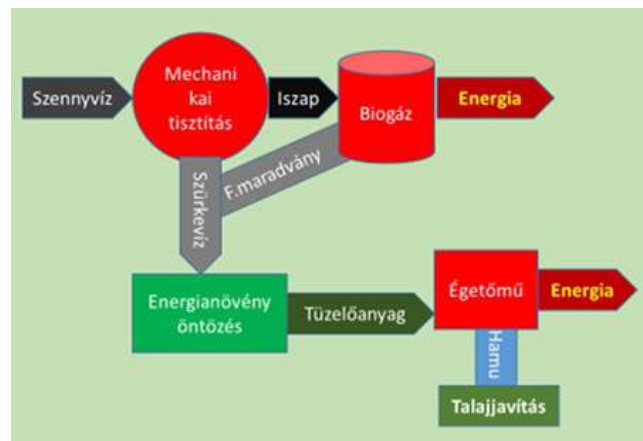


9.sz. ábra Folyamat ábra (Ligetvári nyomán Juhász E.2019)

Az új (szürke) víz hasznosításának technológiai vázlatán a folyamat egyszerűen követhető. A kellően tisztított víz fogalmát különböző módon értelmezik. Az EU-s rendelkezés szerint a települési szennyvizet befogadóba való bevezetés előtt min. biológiai tisztításnak kell alávetni. Ám talajon történő elhelyezés esetében nincs kikötve, hogy csak művi beavatkozás az egyetlen megoldás. Főleg nem cél a talaj és a biomassza számára a fontos szerves- és tápanyag elvonása. A talajban gyakorlatilag az ott lévő mikroorganizmus biológiai tisztítási fokozatot biztosít. A kijuttatás nem folyamatos ezért hatékony ülepítés után célszerű kihelyezés előtt egy a helyi adottságtól is függő részbiológiai fokozatnak megfelelő aerob- vagy fakultatív tó beiktatása, mely egyben tározóként is szolgál. A bármilyen klóros fertőtlenítés egyenesen szóban sem jöhet, mert megöli a szaprofitást és a talaj elveszti „immunitását”! (Az üzemeltető számára előnyként jelentkezhet, hogy

az energia „zabáló” tisztítótelepi levegőztetőt lekapcsolhatja.)

Az alábbi grafika a kétlépcsős energiahasonosítás folyamatait igyekszik le egyszerűsítve bemutatni.



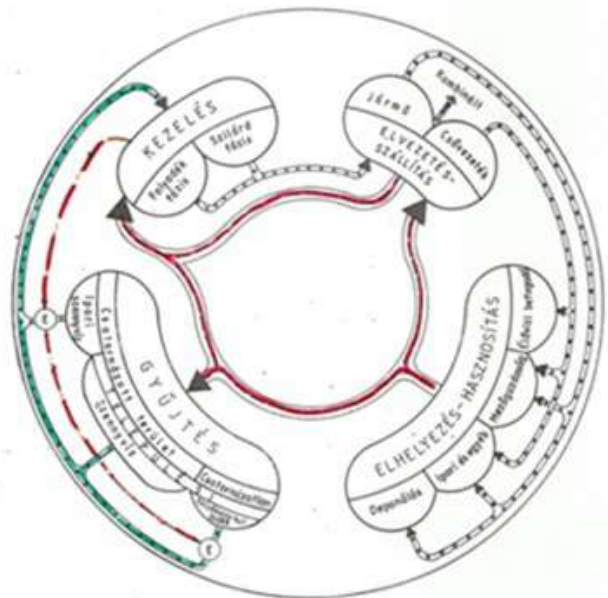
10.sz.(Ligetvári Szürke víz hasznosítása..)

Bármennyire is fontos feladatként tekintik a kellően kezelt szennyvíz hasznosítását, alap kérdés: kinek az érdeke? A Vízműveknek mivel eleve rendelkezésre áll a befogadóba való bevezetés lehetősége nem érdeke, de képes ebben a település segítségére lenni azzal, hogy a kezelt vizet rendelkezésre bocsájtja abból a célból, hogy pl. a biomassza ültetvényen keresztül az energiatermelés számára alapanyagot, a térségben kedvezőbb klimatikus hatást, munkahelyteremtést, a településen belüli támogatottak köre számára tüzelőt biztosít egyebek mellett azért is, hogy csökkenjen az elvándorlás. Természetesen a biomassza erdő telepítése beruházás igényes, a hozama azonban direkt, és indirekt módon hasznos hozóan megtérül.

A települési vízgazdálkodás legmostohább részterülete az iszapok kezelése, illetőleg ennek bármely formájában történő elhelyezése. Az elhelyezés mikéntje visszahat a kiszállításra, a tisztítás technológiára továbbá a gyűjtő rendszerre, ahol ipari szennyeződés esetén megjelenik az előtisztítás igénye is. A11sz. ábra az elhelyezés módjától függő visszahatásokat mutatja.

Egyébként, ha a fenntartható szennyvízgazdálkodásról beszélünk, akkor az úgy határozható meg, amely óvja és támogatja az emberi egészséget, nem járul hozzá a környezet leromlásához és a természeti erőforrások kimerüléséhez, műszakilag és intézményileg megfelelő, gazdaságilag életképes és a társadalom szempontjából elfogadható, azaz kielégíti a fenntarthatóság mindhárom- alapvető – kritériumát.

Hazai viszonylatban technikai szempontból az iszapok fűtött rothasztással történő stabilizálása, a biogáz villamos energianyerés céljából történő kinyerése gazdasági szempontból általában 40-45 ezer LE fölött ajánlott. Bár az ilyen módon stabilizált iszap további kezelése, hatékonyabb dezinficiálódása kedvező, a szervesanyag tartalom lecsökkenése miatt a talajon történő hasznosítása szempontjából kevésbé előnyös. Ez esetben a cca. 20-23 % szárazanyagtartalommal kijuttatott iszap nedvességtartalma a dominánsabb a növényzetre. A hasznosítás tekintetében a kiszállítás módjának megválasztási lehetősége jelentős műszaki és gazdasági tényező. (csővezeték, tengelyen szállítás vagy ezek kombinációja). Megjegyzendő, hogy a háztartásokból származó szennyvíz elhelyezés-hasznosítás terén



11. ábra. Az elhelyezés körforgalmának visszahatásai (Juhász 2011)

nem okoz számottevő gondot, azonban az ipar által esetlegesen kibocsájtott veszélyes anyagok lényegesen befolyásolják az iszap elhelyezhetőségét. A szennyező fizet elv csak részben oldja meg a települési vízgazdálkodás gondjait. Az ipar fontos szerepet kölcsönöz a települési foglalkoztatásnak. Nagyságától függően hat az önkormányzatok besorolására, közintézmények, oktatási intézmények betelepítésére stb. A városiasodás következtében ez visszahat a vízfogyasztásra, szennyvíz kibocsájtásra, a burkolt területek növekedésére (csapadék problémák), így értelemszerűen befolyásolják tényszerűen a vízgazdálkodást, különös módon a szennyvíz minőségét és abból képződő iszap hasznosíthatóságát. Gyakori kérdés: hová a szennyvíziszapot?



12. ábra.

A hasznosítás leginkább elfogadott megoldásai:

- iszapként nedves vagy szárított állapotban történő kijuttatás talajra, azonnali beszántással,
- komposzt előállítás után talajra,
- termékként történő forgalmazás,
- energetikai hasznosítás,
- egyéb ipari felhasználás.
- hulladék lerakóba- (kis települések esetén!)

A kellően tisztított szennyvízhez hasonlóan a körforgásos gazdálkodás igénye ugyan úgy kitejed az iszap körfolyamatra is. A legelfogadottabb mezőgazdasági területen való hasznosításra alkalmas anyag a komposzt. Maga a komposzt szerves adalékkal kiegészített szennyvíziszap. Az készítési eljárás valójában egy aerob termikus folyamat, mely során fertőzőképessége, nedvesanyag tartalma csökken, kijuttatási feltételei javulnak. (A

szennyvíziszapból előállított komposztot különleges igény esetén mesterséges műtrágya féleségekkel egészítenek ki, melyet „nemesített” komposztként hasznosítanak.)

A komposzt előállításra a legtöbb szennyvíztisztító üzem -általában saját szabadalma alapján – eljárást dolgozott ki, s próbál vevő „hálózatot” kialakítani, hogy a mezőgazdaság területén a természeti körforgalomba vissza tudja forgatni.

A körforgásos szennyvíz gazdálkodás leginkább kifejező grafikája (lásd a12 sz. ábrát) bemutatja a jellemző lépéseket, melyek a folyamatot jellemzik.

Egyértelmű, hogy amikor abszolút elfogadott az, hogy a víznek ára van akkor ettől kezdve valamennyi közbenső lépcső további költség vonzattal is jár. Ez annál is inkább jelentős, mert az ebből származó termék, vagy még inkább többletet eredményező „áru” mely a szennyvíz származékok által létrejött talaj termőerő potenciál visszaállításából, vagy növeléséből származik piaci értéké alakul, melynek élvezője elsősorban az agrárium.

A hozadék nem csak monetárisan kifejezhető nyereség, hanem a fenntarthatóság további nyilvánvaló tényezői, mint környezeti, mint szociális szempontból életminőség befolyásoló eredmény is.

Nagy utat kell még bejárni, hogy a hazai települési vízgazdálkodás elérje azt a célként kitűzhető – nemzeti jövedelmünktől erősen függő - színvonalat, mely az előbbieken említett fenntarthatóság feltételeket elfogadható módon kielégíti.

Függetlenül attól, hogy a jelenlegi gazdaságunkat sújtó járvány milyen és mennyi ideig tartó hatása hogyan alakul, a jövőre nézve ki kell dolgozni a kor szemléletét követő, megfelelő jogi, műszaki, gazdasági szabályozókat és irányelveket, úgy szintén a kiforratlan szennyvíz újra hasznosítására és a csapadék-gazdálkodáshoz kapcsolódó intézményi-irányító háttérrel. Ki kell dolgozni hiánypótlásként megmutatkozó települési vízgazdálkodási szakember réteg képzését, ill. meg kell szervezni a hozzá tartozó támogatási alapot. S talán, ami a legfontosabb, megfelelő ösztönző és támogatási rendszer biztosításával -amint megadatik a lehetőség - be kell indítani a megvalósítási programokat.

Idézem dr. Kendrovics Rita Tömör megállapítását: " A modern szennyvízgazdálkodás és szennyvízkezelés három legfontosabb funkciója a közegészség védelme, a növényi tápanyagok visszaforgatása és a környezetle-romlás elleni védekezés, melyek kielégítéséhez ma már magas színvonalú technológiai szükséges."

A szennyvíziszap hasznosításával kapcsolatban EU új irányelv kiadását készíti elő. Várhatóan ez lökést ad a folyamat aktivizálására és hatékonyan hozzájárul a települési vízgazdálkodás eredményesebb előrelépéséhez.



FELHASZNÁLT IRODALOM

SZERZŐ:



Prof. Dr. Juhász Endre (1933) CSc. gyémántdiplomás mérnök, c. egyetemi tanár. A MaSzeSz alelnöke, az MTA VGTB Vízellátási és Csatornázási Bizottságának elnöke. Számos állami intézmény és társadalmi szerv kitüntetettje. 14 szakkönyv részben önálló, részben társszerzője. Írott publikációinak száma meghaladja a 170 db-ot. Irányítása alatt készült el az első Magyarországi Szennyvízelvezetési Keretterv, valamint Magyarország szennyvíziszap kezelési és elhelyezési koncepciója.

Az EU - ba történő belépés szennyvízes program előkészítése és irányítása szintén a nevéhez fűződik, továbbá 60 különböző nagyságú szennyvíztelep tervezése, valamint 120 magyarországi település csatornahálózatának megtervezése.

Számos elismerés, kitüntetés tulajdonosa. 2019- ben megkapta a Magyar Érdemrend tisztikeresztje Polgári Tagozat kitüntetését. Reitter Ferenc díjas.

KÉPZÉSI AJÁNLÓ

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

[HTTP://VKKT.BME.HU/](http://vkkt.bme.hu/)

DEBRECENI EGYETEM

[HTTPS://ENG.UNIDEB.HU/HU/NODE/115](https://eng.unideb.hu/hu/node/115)

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

[HTTPS://MIK.PTE.HU/](https://mik.pte.hu/)

[HTTPS://AJK.PTE.HU/HU/SZAKIRANYU-TOVABBKEPZESEK](https://ajk.pte.hu/hu/szakiranyu-tovabbkepzesek)

SZENT ISTVÁN EGYETEM

[HTTPS://WWW.YMMF.HU/INDEX.PHP/HU/](https://www.ymmf.hu/index.php/hu/)

[HTTP://MKK.SZIE.HU/](http://mkk.szie.hu/)

[HTTP://WWW.GK.SZIE.HU/](http://www.gk.szie.hu/)

PANNON EGYETEM

[HTTPS://MK.UNI-PANNON.HU/](https://mk.uni-pannon.hu/)

[HTTPS://SOOSWRC.HU/](https://sooswrc.hu/)

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM

[HTTPS://VTK.UNI-NKE.HU/](https://vtk.uni-nke.hu/)

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM

[HTTP://MK.U-SZEGED.HU/](http://mk.u-szeged.hu/)

MISKOLCI EGYETEM

[HTTP://MFK.UNI-MISKOLC.HU/](http://mfk.uni-miskolc.hu/)

ÓBUDAI EGYETEM

[HTTP://UNI-OBUDA.HU/BANKI/GEPESZETI-ES-BIZTONSAGTUDOMANYI-INTEZET](http://uni-obuda.hu/banki/gepeszeti-es-biztonsagtudomanyi-intezet)
[HTTP://AMK.UNI-OBUDA.HU/INDEX.PHP/HU/](http://amk.uni-obuda.hu/index.php/hu/)
[HTTP://KMI.RKK.UNI-OBUDA.HU/](http://kmi.rkk.uni-obuda.hu/)

ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM

[HTTP://GEONATURE.UNI-EGER.HU/](http://geonature.uni-eger.hu/)

DUNAÚJVÁROSI EGYETEM

[HTTP://WWW.UNIDUNA.HU/](http://www.uniduna.hu/)

NYÍREGYHÁZI EGYETEM

[HTTP://WWW.NYE.HU/MATI](http://www.nye.hu/mati)

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

[HTTPS://GIVK.SZE.HU/](https://givk.sze.hu/)



Zsiráf

Kreatív ügynökség

KÖLTSÉGKIMÉLÉS MAGAS FOKON

- Webfejlesztés, weboldaltervezés
- Meglévő kiadványok, katalógusok digitalizálása
- Webáruházak
- E-magazinok
- Facebook oldalak tervezése, üzemeltetése
- Microsite-ok
- Bannerek tervezése kivitelezése
- Print kiadványok készítése
- Arculat tervezés
- Rendezvények
- Csomagolások tervezése
- Tárhelyszolgáltatás
- Költségkímélő marketing

Cím: Budapest, Lajos utca 42.
Telefon: +36 1 318 4246, +36 1 318 4246
E-mail: sales@zsiraf.hu

