

Híresatorna

A MAGYAR VÍZ- ÉS SZENNYVÍZTECHNIKAI SZÖVETSÉG LAPJA
2020/3. szám



**A COVID- JÁRVÁNY HATÁSAI
A VÍZIKÖZMŰVEKRE**

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: dr. 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, Vadkerti Edit

Megjelenik negyedévente

Grafika és tördelés: Zsiráf Kreatív Ügynökség

TARTALOM

Beköszöntő	4
SZAKMAI - TUDOMÁNYOS ROVAT	
COVID-19. 2.rész: Gondolatok, tapasztalatok és esetleges továbblépések a COVID járvány tükrében a kapcsolódó víz és szennyvíz kérdések felvázolásával - Dr. Kucsák Mónika - Dr. Bardóczyné Dr. Székely Emőke	5
Víztelenítő centrifugák polielektrolit fogyasztásának optimalizációja az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen - Kiss Katalin, Kassai Zsófia	19
Biodegradálható szervesanyag-tartalom meghatározása mikrobiális üzemanyagcella alapú bioszenzorok segítségével - Dr. Tardy Gábor Márk, Lóránt Bálint, dr.Gyalai-Kopros Miklós	29
Ipari hulladékvizek kezelése hibrid eljárással: desztilláció és hidrofil pervaporáció - Dr.Tóth József, Do Thi Huyen Trang	40
MASZESZ HÍREK, AKTIVITÁSOK	
Újabb szakaszba lépett a MaSzeSz VÍZÉRTÉK szemléletformáló programja	51
A 2020. évi pandémiás krízis tapasztalatai a víziközmű ágazatban Webinárium	53
Aktív MaSzeSz szakmai jelenlét a Kék Bolygó Klímavédelmi Alapítvány fenntartható vízvédelmi versenyén, az Aquaton-on	54
Digital Water Webinárium	56
JurTa Híradó	57
ÁGAZATI KÖRKÉP	
Hogyan tovább települési „használt” vízhasznosítása, öntözéses felhasználása? - Dr. Juhász Endre	60
TÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS	
Szeged jelképe a 116 éves Szent István téri víztorony, az „Öreg Hölgy” – Bodor Dezső	71
Koszorúzási ünnepség Örbottyánban- Fejér László	83
KÉPZÉSAJÁNLÓ	84

BEKÖSZÖNTŐ

KEDVES OLVASÓKI!



Az újság megjelenésekor már javában elkezdődik az őszi időszak. Nyár elején még azt hittük, hogy a CO-VID-19 vírus lassan elkerüli az életünket, de nem így történt.

A kollégáknak a vírus továbbra is ad bőven feladatot a védekezés és üzemeltetés területén.

A bevezető cikkben olvashatunk arról, hogy a különböző szakemberek összehangolt együttműködése elengedhetetlen. A vírus által okozott mai helyzetben-városrendezők, építésszek, környezetmérnökök, hidrológusok közös gondolkodására van szükség, elemezve a várható tendenciákat.

A szennyvíztelepet üzemeltetők egyik legfontosabb feladata a rothasztott iszap víztelenítése.

A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. szakemberei olyan módszereket mutatnak be cikkükben, melynek célja a víztelenítési folyamatok fejlesztése, valamint a költségek csökkentése.

A következő két cikkben a Dulovics Junior Szimpózium nyerteseinek a témáiról olvashatunk, melyek a mai fejlődő világban nagyon aktuálisak.

Az egyik cikk főleg a gyógyszeriparban keletkező folyékony hulladék kezelésével foglalkozik, a másik cikk témája a vízbázisainkban az állapotmegóvásban központi szerepet játszó biológiai szennyvíztisztítás.

Ebben a számban olvashatunk a MaSzeSz "VÍZÉRTÉK" társadalmi kommunikációs kampány előrehaladásáról.

Örök téma a szakmában a települési „használt” vízhasznosítás, öntözés kérdése. Juhász Tanár Úr ismét nagyon érdekes következtetéseket, adatokat állított össze az olvasók számára.

Befejezésként Szeged város gyönyörű jelképéről a 116 éves víztoronyról kapunk egy igényes összeállítást.

Minden érdeklődő olvasónak kellemes időtöltést kívánok!

Dr. Papp Mária
főszerkesztő

GONDOLATOK, TAPASZTALATOK ÉS ESETLEGES TOVÁBBLÉPÉSEK A COVID JÁRVÁNY TÜKRÉBEN A KAPCSOLÓDÓ VÍZ ÉS SZENNYVÍZ KÉRDÉSEK FELVÁZOLÁSÁVAL

KOMÁROMINÉ DR. KUCSÁK MÓNICA,

OKL. KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖK,
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI SZAKMÉRNÖK

DR. BARDÓCZYNÉ DR. SZÉKELY EMŐKE,

OKL. ÉPÍTŐMÉRNÖK, KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI SZAKMÉRNÖK

1. BEVEZETÉS

Cikkünk szakmánk területéről a települési vízgazdálkodás egyes új jelenségeit említi meg. A települési vízgazdálkodás egy holisztikus szemlélettel kezelhető, komplex tevékenység, ahol különböző szakemberek összehangolt együttműködésére van szükség, és különösen igaz ez a COVID által okozott mai helyzetre. A teljesség igénye nélkül, néhány kapcsolható szakterület: *városrendezők, *városüzemeltetők (gazdák), *építészek, *épületgépészek, *építőmérnökök *környezetmérnökök *hidrológusok (vízgazdálkodók) *kertészmérnökök és *tájkológusok. Hozzátennénk még a zöldtetővel foglalkozó szakembereket, akik régóta elemzik ezt a kérdést. Most az építészeket helyezzük a célkeresztbe, akik közül többen elgondolkodtak, hogy merre tart az építészeti/élet a COVID járvány után,

mik lesznek a tendenciák? A vízellátás-csatornázás- szennyvíztisztítás kapcsolódó gondolatait viszont jelen cikk szerzői teszik hozzá.

2. MILYEN HATÁSOK VÁRHATÓK AZ ÉLETÜNKBEN COVID UTÁN?

Erre Szergej Makhno, ukrán építész és designradja meg a lehetséges válaszokat, melyet hét pontban foglalt össze. *Ha Makhnoelőrejelzései beválnak, akkor elmondhatjuk, hogy amit a környezetvédelmi mozgalmaknak nem sikerült elérni, azt a világjárvány elhozza magával.* A Covid-19 vagy SARS-Cov-2 vírus kitörésével az élet várhatóan már nem lesz olyan, mint amilyen korábban volt. Vannak optimistább és pesszimistább előrejelzések, de

közös megegyezés van abban, hogy a járvány okozta egészségügyi, társadalmi és gazdasági hanyatlás ellenére az emberiségnek lesz elég ereje az újjáépítéshez. *Az értékrendszer azonban változni fog, akárcsak életünk és szokásaink, ebből pedig az otthonaink sem fognak kimaradni.*

Az első lehetséges változás az építkezések tudatos átalakítása. **Házak az apartmanok helyett:** A sokemeletes épületekben sok ember zsúfolódott össze egy helyen, a tervezéskor azokat az egészségügyi és higiéniai szempontokat nem vették figyelembe, amelyek most különösen fontosak lennének. A világjárvány idején ugyanis az egyik legfontosabb megelőzési eszköz éppen a másokkal való érintkezés minimalizálása, a *socialdistancing* betartása. Egy lakóház esetében ez magába foglalja a liftek nyomógombjainak, az ajtókilincseknek, és az egyéb közös felületeknek az elkerülését is. Sokan élnek olyan lakásokban, *amelynek nincs erkélye vagy terasza*, ez pedig a házi karanténban még inkább megnehezíti az életet. A járványveszély elmúlásával ez arra készítheti a többemeletes lakóépületben élőket, hogy elkezdjenek gondolkodni a házvásárlásban. *A koronavírussal a házak iránti igény evolúciójának következő szakaszába lépünk:* míg kezdetben a ház elsődleges feladata a biztonság nyújtása volt, hogy megvédje lakóit a rossz időjárástól, a ragadozó állatoktól, vagy éppen az ellenségtől. *A jövőben az elkülönülő házakra azért is szüksége lesz az embereknek, hogy hatékonyan meg tudják valósítani a társadalmi elszigeteltséget.* Makhno szerint ez azt is fogja jelenteni, hogy az emberek egy része elmenekül a városokból, amelyeket

a vírusok és fertőzésének melegágyának és hordozójának tekint. *Így az urbanizáció megállhat, az elnéptelenedő falvak kaphatnak egy új lehetőséget.*

Feltehetően a nyitott tereket felválthatja a sokkal zártabb térkialakítás, ami biztonsági érzetet adhat. **Bunkerszerű épületek a nyitott terek helyett:** A járvány következtében szélesebb körben elterjedhet az, amit eddig leginkább csak apokaliptikus filmekben láttunk: *a házakat úgy alakítják ki, hogy természeti katasztrófa vagy egy világjárvány esetén is menedéket nyújtson a lakóinak.* Az élelmiszer és a víz biztonságos tárolására külön nyílásokat, helyiségeket alakítanak ki a pincében, de valószínűleg a közkedvelt amerikai konyhás tervezés is háttérbe fog szorulni. A bejáratot jól elkülönítik majd a többi helyiségtől, hogy az utcai viseletünktől a lakásban lépve azonnal megszabadulhassunk, és ne hordjuk körbe a lakásban a szennyeződéseket. *A magyar épületeknél ez a szélfogó vagy előszoba rendszeresen tervezésre kerül, itthon így nem lesz e tekintetben nagy változás.*

A nagyvárosi lét nem lesz biztonságos, erre készülve elképzelhető az önellátásra való áttérés: A jövő épületeit saját vízellátó rendszerrel fogják megtervezni, egyre elterjedtebbek lesznek a geotermikus kutak. Virágozni fognak az alternatív megoldások: *a kályhák és kandallók új értelmet nyerhetnek, egyre többen gondolkodhatnak vegyes tüzelésű kazánban, vagy éppen napelemes rendszerekben.* *A cél a külvilágtól való teljes függetlenedés lesz, a másokkal való érintkezés kockázatainak minimalizálása.*

A víz- és levegőszűrő rendszerek elterjedése:

A világvárvány elvonulása után megmaradhat az a félelem, hogy mi történik akkor, ha egy következő vírus belekerül a vízellátó rendszerekbe, ez pedig hozzájárulhat a víz- és levegőszűrő rendszerek elterjedéséhez. Az intelligens otthoni rendszerek gyártói erre rátehetnek egy lapáttal úgy, hogy alkalmazott technológiájukkal nemcsak a ház levegőjének hőmérsékletét, hanem annak minőségét is szabályozzák, szükség esetén automatikusan megtisztítják. *Ezzel a problémakörrel a következő fejezetben foglalkozunk részletesebben.* Kipróbáltok, sok helyen működött. Márciustól sokan vannak még hazánkban is homeoffice-ban. **Így reális lehet az „otthon lesz az iroda is egyben elképzelés”:** Bár sok cég bizalmatlanul tekintett az otthoni munkavégzésre, a karantén alatt nagyon sokan kénytelenek otthonról dolgozni. Közülük lesznek olyanok, akik alig várják majd, hogy visszatérjenek a kollégáikhoz, de lesznek olyanok is, akik egyáltalán nem akarnak majd irodában dolgozni. Ez pedig az építészek számára azt jelentheti, hogy új térszerkezeti kialakításokban kell gondolkodniuk. Különálló szobákat kell létrehozni az irodai funkcióknak, nagy ablakokkal, sötétítővel, megfelelő műszaki feltételekkel, akár hangszigeteléssel.

A városi zöldfelület gazdálkodásra jó hatással lehet, **ha elterjednek a városi kertek:** Az otthonok közelében, vagy akár erkélyeken most is népszerű a kis kertek kialakítása, de az igazi fellendülés most várható. A növényekkel való

fizikai kapcsolat jótékony hatással van mentális egészségünkre, de ha saját magunknak termelünk gyümölcsöt és zöldséget, az lehetőséget ad arra is, hogy tudjuk, mi az, amit valójában megesszünk. Az önellátó gazdálkodás egy többemeletes házban is megoldhatóvá válik, ha az erkély más funkciót kap a jövőben.

A tömegtermelés és a túlzott iparosítás elutasítása:

A karantén és a gyárak leállása miatt (is) Kínában nagymértékben csökkent a levegő szennyezettsége, a járvány egyik pozitív következménye, hogy mindenki a saját szemével láthatja, mit okoz a környezetben a gazdasági lassulás, adott esetben a szennyezők teljes kiiktatása. Ez elvezethet bennünket ahhoz is, hogy sokkal kevesebb tárgyat fogunk vásárolni, és sokkal tudatosabb vásárlói döntéseket hozunk, végül pedig feltesszük azt a kérdést is, hogy mit tudunk mi tenni azért, hogy kevésbé szennyezzük a bolygónkat (Makhno, 2020)¹.

A felvázolt fő szempontok széles körű szakmai együttműködés kialakítását indokolják, mellyel biztonságosabb és környezettudatosabb jövőt alakíthatunk ki a jövő generációi számára. A felsorolt életvitel vátozási opciók nagyban függnek az adott ország gazdasági helyzetétől. A GDP (az egy főre jutó hazai termék) országonként változó és világszinten hatalmas szórást mutat. A legmagasabb GDP-vel rendelkező ország 2018-as statisztikai adatok alapján Luxemburg (115 536 USD), Magyarország 56. a sorban (16 148 USD), Kína

¹ <https://www.dezeen.com/2020/03/25/life-after-coronavirus-impact-homes-design-architecture/>

71. a ranglétrán (9580 USD), ugyanakkor az afrikai országok például Eritrea (332 USD) utolsó előtti, Burundi (307 USD) utolsó a 192. a világ országainak GDP ranglistáján.(KSH) (EUROS-TAT)^{2,3}. Gyakorlatilag elmondhatjuk, hogy ezek a változások várhatóan a fejlett országokban valósulhatnak majd meg. A megfelelő

gazdasági háttér teszi lehetővé a pandémia elleni védekezést, tudatosságot. A következő táblázatban összefoglaljuk a fent említett hét fő szempontot, melynek alapján hozzárendeltük a lehetséges következményeket és a felmerülő technológiai problémákat.

Házak az apartmanok helyett	Menekülés a városokból a külterületekre	Vízellátás, csatorázás új rendszereket igényel.
Bunkerszerű épületek a nyitott terek helyett	Önálló ház, saját víztárolóval, akár szennyvíz kezeléssel?	Centralizált helyett decentralizált vízgazdálkodás?
Áttérés az önellátó üzemmódra	Saját vízellátó rendszerrel fogják megtervezni	Izgalmas kihívás, alternative megoldások
Víz és levegőszűrő rendszerek elterjedése	Félnek a vízellátó rendszer szennyeződésétől	Nem megoldás a csapvíz utótisztító készülék! Palackos víz?
Az otthon lez az iroda is egyben	Home office	Családi vízfogyasztás, szennyvíz kérdés átcsoportosodik
Elterjednek a városi kertek	Közterületen még a vízkörforgásra is jó lehet	Erkély-kertek-zöld tetők alkalmazása? Öntözésnek új kihívás!
A tömegtermelés és a túlzott iparosítás elutasítása	A vízszennyezést is csökkentheti! Alapvetően környezetterhelés csökkentés prognosztizálható utána.	

1. táblázat A lehetséges COVID változások az építészetben és annak infrastrukturális problémái (BardóczynéSz.E.,Kucsák M., 2020)

2.1. Kína az élen jár

Kína 2002-től a SARS-2 vírus (melyről részletesen írtunk előző cikkünkben) után tudományos kutatásokba kezdett, mely során a Kínai Környezettudatos Építés Egyesülete (China GBC) már 2019-ben összefoglaló anyagot adott ki arról, hogyan kell védekezni a vírus ellen az építészetben (World Green Building Council, 2020)⁴. Kínában a minősített zöldépület mérföldkő az épületgépészeti technológiai fejlesztési folyamatban. Az ország legújabb zöldépület értékelési szabványát (Assessment Standard for Green Building – a továbbiakban ASGB) 2019 márciusában adták ki. A zöldépületekre vonatkozó, az ASGB tanúsításban leírt kritériumok elősegítik a COVID-19 megelőzését és ellenőrzését. A zöldépületek pozitív hatásai öt területre oszthatók: **1. A járvány-megelőzés és -elhárítás alapvető funkcióinak biztosítása:** A lakók számára magában foglalja a természetes szellőztetést, a beltéri fertőtlenítést, a takarítást és a gyülekezés elkerülését; az épületüzemeltetők szempontjából a hulladékgazdálkodást, az információk nyilvánosságra hozatalát, az információkezelést, a levegő- és vízminőség ellenőrzését, az épületgépészeti berendezések stabil működését és a járványra való reagálás képességét. **2. Kényelem és eszközök biztosítása a járványok megelőzésére és leküzdésére:** A követelmények között szerepel az épületek lakói és

a munkavállalói számára a gyors hozzáférés az orvosi berendezésekhez és létesítményekhez; a hatékony személyi és jármű-irányítás; a feltételek biztosítása az emberek figyelmeztetésére; a helyiségek funkciójának megváltoztatása, ha szükséges (orvosi helyiségek, átmeneti lakótermek, izolációs és megfigyelő helyiségek, tárolóhelyiségek stb.) **3. A fertőzés kockázatának csökkentése és mások megfertőzésének megelőzése:** Magának az épületnek is a lehető legnagyobb mértékben „izolálnia” kell a vírust a fertőzés kockázatának csökkentése érdekében. Az ASGB követelményei e tekintetben tartalmazzák a levegő és a szennyező anyagok keveredésének ellenőrzését; a konyhák és a fürdőszobák levegőelszívásának szabályozását; hatékony víztömítések alkalmazását, hogy csökkentsék a vírus átjutásának a kockázatát a víz- és szennyvízcsoveken keresztül; a beltéri részecskék koncentrációjának szabályozását; a tájolás és elrendezés optimalizálását a természetes szellőzés érdekében; a légkondicionáló rendszer vezérlését zónák szerint; a szélirány figyelembevételét a vírusok és káros gázok elosztatására. **4. A lakók egészségének védelme:** Az ASGB szabályozza a vízminőséget, a levegőminőséget, az antibakteriális funkciókat szolgáló építőanyagokat az épülethasználok egészségének előmozdítása érdekében, hogy csökkentse a betegség kialakulásának kockázatát és fokozza a vírusokkal szembeni

² https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qpt016.html

³ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/national-accounts/data/main-tables>

⁴ <https://www.worldgbc.org/news-media/contribution-green-buildings-fight-against-covid-19>

ellenállást. A követelmények e téren: a beltéri levegőszennyező anyagok pl. ammónia, formaldehid, benzol, más illékony szerves vegyületek, radon, ólom koncentrációját ellenőrizni kell; nedvességkondenzáció nem léphet fel a belső felületen a patogén baktériumok pl. a penész szaporodásának elkerülése érdekében; az épületben tilos a dohányzás; biztosítani kell a vízbiztonságot; sport- és fitnesshelyek kialakítása szükséges a fizikai mozgás elősegítésére; antibakteriális funkcióval rendelkező zöld építőanyag használata. **5. A munkahelyek és az életkörülmények stabilizálása a járványok megelőzése és leküzdése érdekében:** A járvány ideje alatt a stabil munka- és életkörnyezet fenntartása elengedhetetlen a megelőzéshez és az ellenőrzéshez. Ebben segít az épülethasználók egészségének megóvása a vízminőségtől; kényelmes szolgáltató létesítmények (szupermarketek, zöldségszupermarketek, kórházak és egyéb közszolgálati létesítmények) biztosítása. Kínában az építési technológiák fejlődésével az épületek egészségre gyakorolt hatása is előtérbe került. 2016-ban adták ki az egészséges épület értékelési szabványát (T / ASC02-2016), amely kifejezetten az épület egészségügyi teljesítményére összpontosít.

3. GONDOLATOK A KORONAVÍRUSHOZ KAPCSOLHATÓ TÉNYEK TÜKRÉBEN AZ IVÓVÍZELLÁTÁS, HÁLÓZAT ÉS LAKOSSÁGI VÍZBIZTONSÁG KAPCSOLATÁRÓL

Visszakanyarodva Európához, az infrastruktúrához, 2020 áprilisában Párizsban, nyomokban koronavírusot találtak a párizsi vízvezetékben,

abban a hálózatban, melyet nem emberi fogyasztásra használnak. (AFP, 2020)⁵ Franciaországban két párhuzamos vízvezeték van, egyik az ivóvizet szolgáltatja a másik vízvezeték vizét parkok öntözésére, utcák mosására használnak. A COVID jelenlétének felfedezése után a francia hatóságok azonnal lezárták az érintett szakaszokat. A víz a Szajnából és egy közeli csatornából származott. A koronavírus-fertőzés miatt lezárt parkok öntözését átmeneti jelleggel ivóvízzel oldották meg Párizsban, a szökőkutakat pedig leállították. Mint említettük Párizsban két egymástól független vízvezeték van, egy ivóvíz- és egy úgynevezett nyersvízvezeték, de mindkét rendszer meglehetősen régi, még a 19. században építették. A nyersvízvezeték vizét a Szajnából nyerik, ezt parkok öntözésére, utcák mosására és szökőkutakhoz használják, de a nyilvános parkok jelenleg le vannak zárva a lakosság elől. Az ivóvíz hálózat a megfelelő víztisztítási technológiával dolgozik.

A jelenleg vett (2020. július) minták azt mutatják⁶, hogy nagyon enyhe mennyiségben, de két hónap után ismét kimutatható a vírus ezekben a vízvezeték rendszerekben, ami tulajdonképpen nem jelent mást, mint hogy a szennyvízben megjelent a vírus (előző cikkünkben ezzel részletesen foglalkoztunk) és a tisztított víz előbefogadóba kerülése után is még kimutatható. Tehát jelenléte figyelmeztethet a következő hullám elindulására. Ennek bekövetkezési valószínűsége még statisztikailag nem igazolható, csak egy enyhe figyelmeztetés a bekövetkező fertőzés növekedésére.

Magyarországon nem kell tartanunk a vírus ivóvízhálózatban való megjelenésétől. Előző cikkünkben már ismertettük a WHO 2020. április 7-én hatályba lépett Water, sanitation, hygiene (WASH) and waste management for the prevention of COVID-19 útmutatóját, ennek alapján hazánkban is megjelent 2020. április 29-én egy ajánlás, mely a hazai jogszabályi környezetre és technológiai, műszaki feltételekhez alkalmazkodva ad támpontokat a COVID fertőzés leküzdésére. A hagyományos ivóvízkezelő technológiák (szűrés, fertőtlenítés) elpusztítják a SARS-CoV-2 vírust, amely lipidburkos vírusként érzékeny a klórra és más oxidáló fertőtlenítőszerre, valamint az UV kezelésre is. Általános szabályként a vízművekben, ivóvízkezelés esetén legalább 0,5 mg/l szabad aktív klór koncentráció elérése javasolt, 30 perc kontaktidővel, 8,0 alatti pH-n. Az elosztóhálózaton elegendő 0,2 mg/l szabad aktív klórszint biztosítása. De elfogadható más, egyenértékű technológia is, amelynek hatékonysága a mikrobiológiai szempontból biztonságos ivóvíz előállításában bizonyított⁷ (Nemzeti Népegészségügyi Központ, 2020). A megfelelő ivóvízkezelés mellett az ivóvízszolgáltatóknak gondoskodni kell az üzembiztonság fenntartásáról, a vízkezelő szerek utánpótlásának biztosításáról, a biztonságos üzemeltetéshez és hibaelhárításhoz

szükséges személyzeti létszámról, a megelőző tevékenységek, halaszthatatlan karbantartások elvégzéséről a járványügyi veszélyhelyzet időszakában is. Tekintettel arra, hogy a koronavírus ivóvízzel nem terjed, az ivóvízellátás szempontjából közegészségügyi kockázatot az esetleges szolgáltatás-kiesés vagy az üzembiztonság csökkenése miatt bekövetkező egyéb vízminőségromlás jelent. Emiatt szükséges az üzemellenőrző vizsgálatok és az ivóvízminőség-ellenőrző vizsgálatok fenntartása a járványügyi veszélyhelyzet ideje alatt is. A népegészségügyi hatóság engedélyével a részletes vizsgálatok átütemezhetők a veszélyhelyzet utáni időszakra, de nem csökkenthető a vizsgálatok száma az alábbi ivóvízminőségi alapparaméterek vonatkozásában:

- Escherichia coli
- Enterococcusok
- Coliform baktériumok
- Telepszám 22 °C
- Szabad és kötött aktív klór (vagy maradék fertőtlenítőszer koncentrációja az alternatív fertőtlenítést alkalmazó rendszereknél)
- Összes trihalo-metán (klór alapú fertőtlenítőszer alkalmazó rendszereknél)
- Zavarosság
- pH
- Fajlagos elektromos vezetőképesség
- Hőmérséklet

⁵ <https://www.connexionfrance.com/French-news/No-risk-to-tap-water-as-traces-of-coronavirus-SARS-CoV-2-which-causes-Covid-19-is-found-in-Paris-non-potable-water-source>

⁶ <https://www.connexionfrance.com/French-news/Rise-in-Covid-19-traces-found-in-Paris-water>

⁷ <https://www.nnk.gov.hu/index.php/koronavirus-tajekoztato/634-ajanlas-az-ivovizellatasrol-szennyviz-tisztitasrol-higienerol-es-hulladekkezesrol-a-covid-19-jarvany-idoszakaban>

- Szín, szag
- Arzén (ahol arzénmentesítő technológiát alkalmaznak, vagy az elmúlt egy évben volt kifogás)
- Bór (ahol bórmentesítő technológiát alkalmaznak, vagy az elmúlt egy évben volt kifogás)
- Ammónium, nitrit (ahol a nyersvíz ammónium tartalma 0,2 mg/l feletti, vagy nitrit kifogás fordult elő)
- Nitrát (ahol a nyersvíz nitrát tartalma 40 mg/l feletti)
- VBT alapján kiemelten kezelendő komponensek
- Vas, mangán (csak abban az esetben, ha lakossági panaszokat okoz)(Nemzeti Népegészségügyi Központ, 2020)

Kiemelten fontos, hogy a fúrt vagy ásott kutak vizét használó lakosság számára (különösen, ha a kút szennyvíz eredetű szennyezésnek van kitéve) javasolt a víz fertőtlenítése vagy forralása fogyasztás előtt. Kiemelten fontos, hogy hangsúlyt fektessenek a problémák megelőzésére, illetve a megfelelő vízminőség megóvására, továbbá a kút alján esetlegesen felhalmozódó üledék (iszap) időszakonkénti eltávolítására.

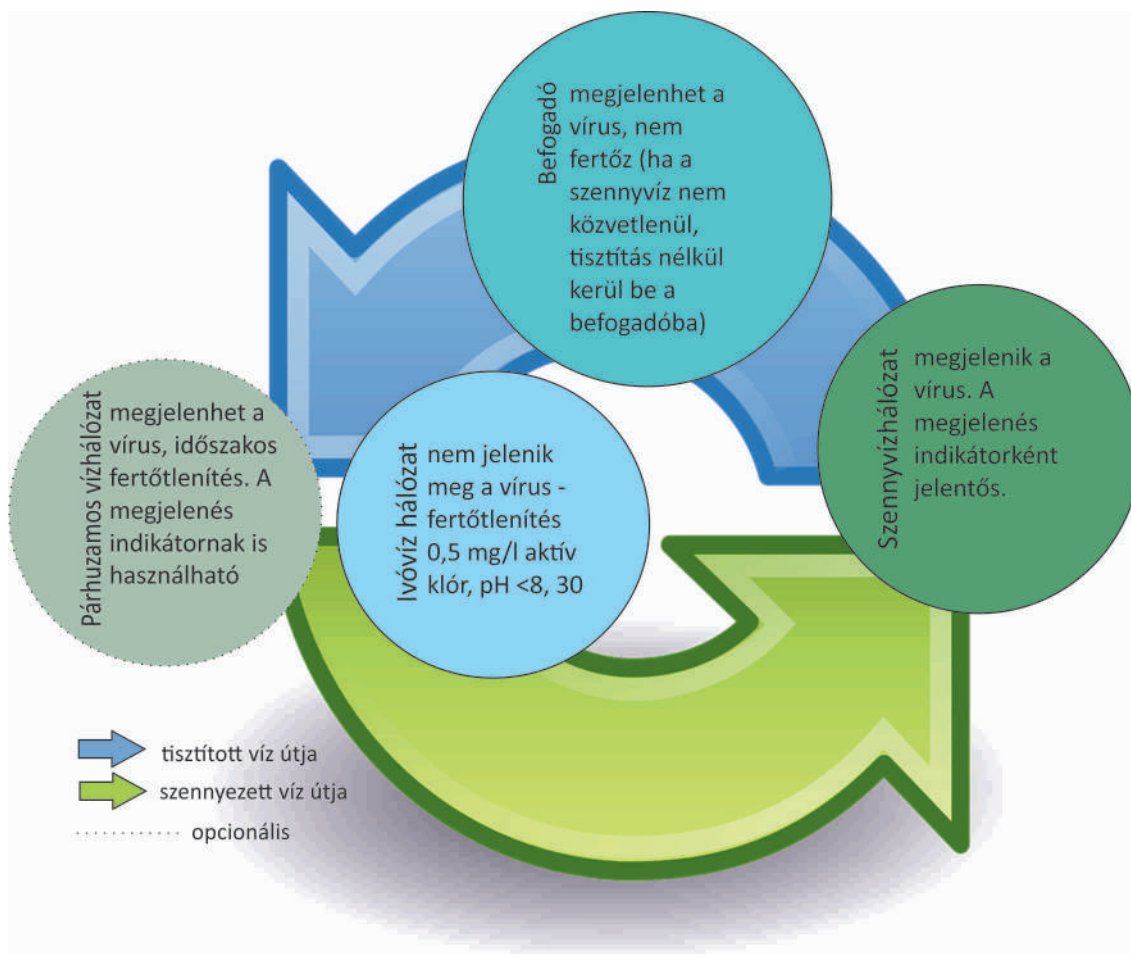
Ugyanakkor nyomatékosítanunk kell, hogy az ivóvíz nem hordoz vírusfertőzést, ahogy azt már fentebb is említettük, itt jegyeznénk meg a hivatalosan is elhangzó, Magyar Víziközmű Szövetség titkára által adott közlést miszerint: „Magyarországon az ivóvízbázisok

többsége védett; az ivóvízhálózatról pedig tudni kell azt, hogy egy teljesen zárt, nyomás alatt működő rendszerről van szó, amelybe kívülről semmi nem jut be és emberrel semmiképp sem kerülhet kontaktba. A víziközmű szolgáltatók – az elmondottaknak megfelelően - a jelenlegi helyzetben is folyamatosan biztosítani tudják a jó minőségű ivóvízzel való biztonságos ellátást, akárcsak a szennyvíz szakszerű, biztonságos elvezetését és megtisztítását. Folyamatosan egyeztetünk a többi Európában működő szakmai szövetséggel és mindannyian meg tudják erősíteni a WHO és az ENSZ által kiadott tájékoztatást, amely kimondja, hogy az ivóvíz nem terjeszti (nem szállítja) a Covid-19 vírust. A Covid-19 vagy SARS-CoV-2 morfológiája és kémiai szerkezete nagyon hasonló más koronavírusokhoz, amelyekről kimutatták, hogy az ivóvízzel nem terjed.(Magyar Víziközmű Szövetség, 2020)⁸

3.1 Konklúzió: lehet-e párhuzamos vízhálózat nálunk is?

Gyakorta mérlegelésre került, hogy nálunk is esetleg számításba jöhetne egy párhuzamos, pl. Balaton mentitelepüléseken alkalmazott-vízellátó hálózat kiépítése, amely nyersvízzel öntözne. Gyakorlatilag elmondhatjuk, hogy az öntözés ivóvízzel luxus, környezetvédelmi szempontból is indokolt lehet egy párhuzamos hálózat kialakítása bizonyos területeken, hazánkban is. A kialakítás problematikája,

⁸ https://www.maviz.org/fogyasztói_hir/hazankban_a_csapviz_tovabbra_is_kivalo_minosegu_es_batran_fogyaszthato



1. ábra Covid megjelenése, kezelése a vízhálózati rendszerekben (Kucsák M., BardóczynéSz.E., 2020)

helyhiány, gazdaságtalanság stb. gátat szabhat a kivitelezésnek. Ugyanakkor a csapadékgazdálkodás rendszeréhez integrálható lehet az elképzelés. Egyelőre a települési csapadékvíz-gazdálkodás önkormányzati feladat. Ellátása esetleges, nem díjköteles, jellemzően közpénzekből finanszírozzák az önkormányzatok. Nincs ösztönző rendszer az előntés veszélyét csökkentő, megelőző, a vízvizsszatartást növelő intézkedések elősegítésére (Magyarország Kormánya, 2017).⁹

A megvalósítás másik nehézsége mondhatjuk alappillértnek is a gazdaságosság kérdése. Hallottuk, hogy voltak próbálkozások, ezért megkerestük Prof. Dr. Juhász Endre

az MTA Vízellátási és Csatornázási Bizottság elnökét, aki közlésében a következő információkat osztotta meg velünk: Hazánkban is volt próbálkozás a '80-as években a nyári vízhiány enyhítésére a tó észak-keleti részén (Akarattyá - Kenese között). Kiépült egy Balaton vizére támaszkodó nem ivóvíz minőségű „kísérleti” vízkivételi mű. Csatlakozott hozzá, mint egy kétkilométer hosszú NA 50-es ac. vezeték az ingatlanok számára bekötésekkel. A rendszert a DMRV üzemeltette – annak rendje-módja szerint vízórával felszerelve stb.. Hamarosan megszüntették a szolgáltatást, ugyanis az abban az időben erősen szubvenzionált hálózati ivóvíz ára ~2,0 Ft/m³ volt, míg

ugyan akkor az autómosásra, kert öntözésre stb. alkalmas víz ára ~4,0 Ft/m³-be került. A kezdeményezés egy nyár után hamvába dőlt, mert az ingatlan tulajdonosok -elvtársi öntudata- inkább az olcsóbb vizet vette igénybe. A rendszert hamarosan felhagyták¹⁰. (Juhász, 2020)

4. SZENNYVÍZVIZSGÁLATOK A MINTAVÉTEL HELYEI ÉS A MINTÁK VIZSGÁLATAI, CÉLOK ÉS BIZONYTALANSÁGOK

A szennyvíz vizsgálat – Covid követés technikáját Európa-szerte alkalmazzák, Spanyolország és Hollandia már kidolgozott vizsgálati rendszereket. Mindez a Covid megjelenése után három hónappal elfogadott előrejelzési lehetőség lett. Júniusban megjelent cikkükben még csak javaslatként fogalmaztunk meg nemzetközi kutatásokra alapozva, mára már Magyarországon is vizsgálják a vírus megjelenését, mozgását, több helyen is. A Nemzeti Népegészségügyi Központ és a Magyar Víziközmű Szövetség együttműködésében most indul és főként a megyei jogú városokat érintő vizsgálatok kifejezetten az új típusú koronavírus jelenlétének megállapítására irányulnak. A vírus a 4 fokos szennyvízben 14 napig életképes. A 20 fokosban körülbelül 2 napig, RNS-e pedig 8 napig kimutatható, de úgy, hogy fertőzőképességet már nem mutat. Azt is lehet tudni, hogy a vírus az esetleges tünetek megjelenése

előtt néhány nappal elkezdi ürülni a szervezetből.¹¹ Ezért alkalmas előrejelzésre a szennyvíz vizsgálata. Hazánkban összesen 19 településen mérik a SARS-Cov-2 vírus koncentrációt (Nemzeti Népegészségügyi Központ, 2020).¹² A vizsgálatok a vírusörökítőanyagának felismerését tartalmazzák, melynek koncentráció növekedéséből következtetni lehet a fertőző esetek növekedésére. A fertőzés lehet, hogy tünetmentes, így a szennyvízvizsgálat sokkal pontosabb arányokat tud meghatározni, ezáltal hatékonyabb hatósági intézkedéseket meghozni.

A szennyvizet öt hónapon keresztül, kéthetes gyakoriságú mintavételezéssel monitorozzák. A kutatás a Pannon Egyetemhez tartozó Soós Ernő Víztechnológiai Kutató-Fejlesztő Központ és a Környezetmérnöki Intézet, a Pécsi Tudományegyetemen működő Szentágothai János Kutatóközpont, a Virologiai Kutatócsoport és a MOL együttműködésében valósul meg. Dr. Galambos Ildikó, a projektet vezető Soós Ernő Víztechnológiai Kutató-Fejlesztő Központ intézetigazgatója elmondta: "A projektben a mi feladatunk, hogy az ország különböző pontjairól begyűjtött szennyvízmin-tákból olyan kivonatot állítsunk elő, amelyből azután nagyműszeres eljárással a COVID19 megbetegedést okozó vírus kimutatható. A szennyvíztelepek kiválasztásánál elsődleges szempontunk volt, hogy az ország nagyrészt lefedjük, és így a különböző méretű városok

⁹ Kvassay Jenő terv – Nemzeti Vízstratégia 2017. 58.o.

¹⁰ Juhász Endre. Locsoló víz a Balaton parton (szóbeli közlés) 2020.07.25.

¹¹ MASZESZ hírcsatorna: COVID-19 megjelenésének hatása a vízgazdálkodásra 2020/2. 5-6.o.

mintavételezésre kerüljenek. A MOL Nyrt. által rendelkezésünkre bocsátott labor tökéletesen alkalmas a biztonságos munkavégzéshez. Most is, mint a korábbi együttműködésekben nagyszerű partnerségi viszony jellemzi a résztvevő intézményeket, így biztosak vagyunk abban, hogy jelentős eredményeket érünk el a közös munkában.” (Business Council for Sustainable Development in Hungary, 2020).¹³ A nagykanizsai szennyvíztisztító telep szakmai szempontból a legérdekesebb, a COVID mintavétel: a nyers, bejövő szennyvízből történik, csakúgy, mint a többi telepen. A nagykanizsai telep egyébként annyiból különleges, hogy itt még egy ráadás mintavétel is történik. Az országos monitoring mellett a nagykanizsai telephelyen vizsgálják a szennyvízkezelő rendszer hatékonyságát is, azaz a belépő kezeletlen nyers szennyvíz mellett a kezelt, elfolyó vizet is elemzik, ezzel vizsgálva az eleveniszapos rendszer hatékonyságát, azt, hogy a szennyvíz kezelése során milyen mértékben sikerül a vírust eltávolítani a vízből, milyen hatékonyságú a technológia a városi szennyvíztisztító telepen.

Nagykanizsán történik az egyliteres mintákból egy kétnapos, 20-25 lépésből álló koncentrációs, kémiai tisztítási folyamat, aminek a végén lesz egy másfél-két milliliternyi koncentrált mintánk, ami már csak DNS-t és RNS-t tartalmaz, és amit mínusz 80 fokon tárolják és

küldik tovább a pécsi egyetemre. A Szentágotthai-kutatóközpontban, professzor dr. Jakab Ferenc vezetésével történik a Nagykanizsán előállított minták PCR vizsgálata, ők mutatják ki a COVID-19 megbetegedést okozó vírusokat. Az így kapott eredményekből adatbázis készül, amelyből létrehozható egy olyan térinformatikai modell, ami alkalmas a járványügyi intézkedések támogatására (Magyar Közmédia M1 Dr. Galambos Ildikó, 2020).¹⁴

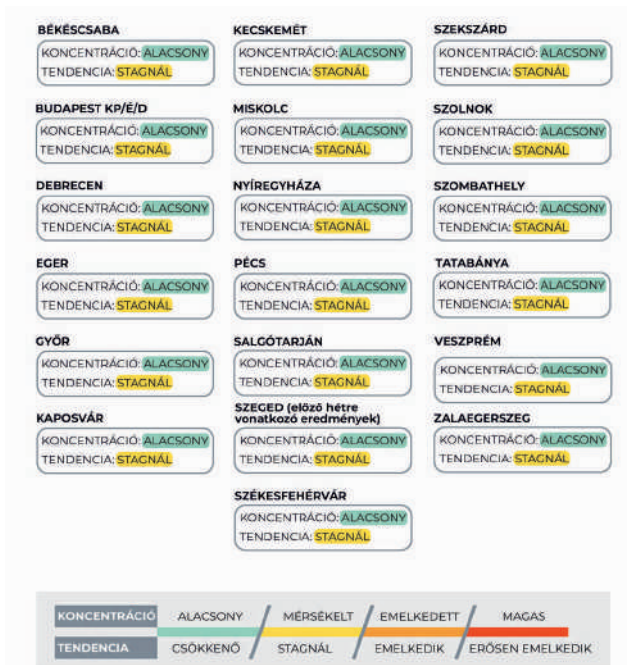
5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az összefoglalásban vissza kell utalnunk a bevezetésre, amely a holisztikus szemléletet hangsúlyozta, átlépve a szakmák határait. Cikkünk tulajdonképpen a Gazdaság-Technika-Tudomány szoros együttmozgását követve, kiemelten a tudomány részéhez kapcsoltnak elemzi a COVID adta helyzetet. Kiragadtunk a nagy egészéből 3 kérdéskört: építészeti, víz-és szennyvíz kérdések, kémiai-biológiai elemzések. Mindegyik számára a cél a feladat orientált ismeretek előtérbe helyezése. A feladat: felmérni a COVID hatásait, és megoldani a hozzá kapcsolódó felmerült problémákat. A 3. aktualizált ábrán lehet követni a cikkünk összeállításánál vezérelvként használt kapcsolatokat, összefüggéseket. A mai helyzet figyelemztet, hogy a COVID megjelenése arrakész-teti a társadalom vezetőit, hogy a tudomány,

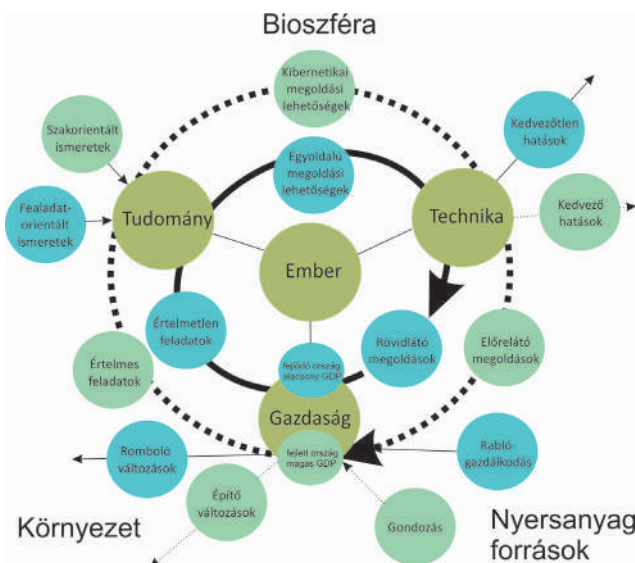
¹² <https://www.nnk.gov.hu/index.php/koronavirus-tajekoztato/698-budapest-mellett-mar-szolnok-paks-es-szekszard-szennyvizet-is-vizsgalja-az-nnk>

¹³ <https://bcsdh.hu/a-mol-is-bekapcsolodik-a-koronavirus-kutatasba/>

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=I5500pWz6b8&feature=youtu.be>



2. ábra Korai előrejelző rendszer SARS-CoV2 vizsgálat eredménye a szennyvízben a 29. naptári héten
Forrás: (Nemzeti Népegészségügyi Központ, 2020)



a védekezés tervezése és annak megvalósítása gyors, szinte egyidejű lépéseket követel. Ezért van az is, hogy cikkünkben sokszor útkereséseket, és még nem kiforrott, de most alakuló megoldásokat ismertetünk.

▶ IRODALOMJEGYZÉK

3. ábra Gazdaság-Technika-Tudományösszefüggései Moser nyomán (Kucsák M., BardóczynéSz.E., 2020)

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 docsként.(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



VÍZTELENÍTŐ CENTRIFUGÁK POLIELEKTROLIT FOGYASZTÁSÁNAK OPTIMALIZÁCIÓJA AZ ÉSZAK-PESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN

KISS KATALIN,
MB. ÜZEMELTETÉSI CSOPORTVEZETŐ, FCSMZRT.
KASSAI ZSÓFIA,
MB. OSZTÁLYVEZETŐ, FCSMZRT.

Rövid kivonat: Az 1.333.333 lakosegyenértékű Észak-pest Szennyvíztisztító Telepen a rothasztott iszap víztelenítését két, sűrítőből átalakított, víztelenítő centrifuga végzi. A polielektrolit fogyasztás optimalizációja szükségessé vált (i) az alacsonyabb mennyiségű koaguláns dózis elérése, és (ii) a víztelenített iszap mennyiségének csökkentése érdekében. A tanulmány két módszert mutat be az említett célok elérésére: polimer adagolás csökkentése a polimer beoldás hatékonyságának fejlesztésével, illetve a rothasztott iszap valós idejű szárazanyag-tartalom mérésével történő polimer dózis szabályozásával. A bemutatott módszerek üzemeltetőknek, szakértőknek egyaránt segítséget nyújthatnak a víztelenítési folyamat fejlesztésében és az üzemeltetési költségek csökkentésében, ahol a víztelenítés centrifugákkal történik.

Kulcsszavak: polimer fogyasztás optimalizáció, szárazanyag-tartalom, víztelenítő centrifuga

1. BEVEZETÉS

A kommunális szennyvíztisztító telepek iszapkezelésénél általános cél a víztelenítés során felhasznált koaguláló szer (pl. polielektrolit) mennyiségének és a kiszállított víztelenített iszap tömegének csökkentése. Mindkét célnak vannak környezeti és anyagi vonatkozásai is: vegyszer és víztelenített iszap szállítási

igénye (üzemanyag, környezetszennyezés), vegyszer mennyiség, berendezés által felvett teljesítmény (vegyszer beoldó, víztelenítő berendezés) és a vegyszer beoldás vízigénye. Az üzemeltetőknek sokszor kell egyensúlyozni a „számok” között a környezetvédelmi szempontok figyelembevételével együtt.

A tanulmány példát mutat be arra, hogyan érhető el (i) az optimalizált polielektrolit fogyasztás és egyidejűleg a (ii) víztelenített iszap mennyiségének csökkentése.

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen (ÉP SZVTT) a rothasztott iszap víztelenítését főként 2 db centrifuga végzi. Ezek a víztelenítő berendezések eredetileg sűrítő centrifugák voltak, ezért víztelenítési hatékonyságuk növelése szükséges volt. Jelen cikkben bemutatott tapasztalataink egyaránt hasznosak lehetnek üzemeltetőknek, szakértőknek és tervezőknek a víztelenítési folyamatok fejlesztése és az üzemeltetési költségek minimalizálása tekintetében.

2. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

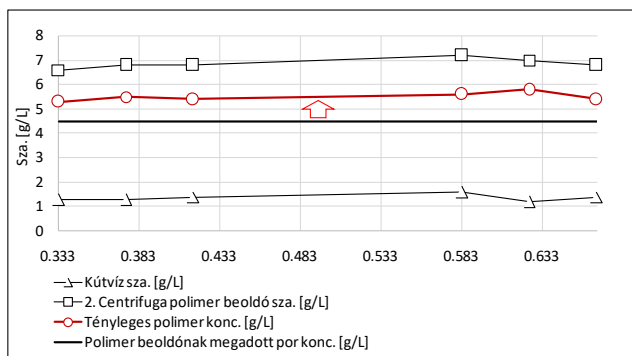
ÉP SZVTT víztelenítő centrifugái eredetileg Guinard típusú sűrítő centrifugák voltak, 60 m³/h-ás, egyenkénti kapacitással. Az AndritzAG2014-ben végzett átalakítását követően víztelenítő centrifugákként 2015-ben újra beüzemelésre kerültek. Azonban mivel eredetifunkciójuk a kevertiszap sűrítése volt, a berendezés hossza és átmérője nem optimális a víztelenítési hatékonyság növeléséhez. Az átalakítás után a centrifugák egyenkénti kapacitása 35 m³/h lett. Az iszapfeladó szivattyúk és a centrifugák védelmét egy aprítógép szolgálja. Ez a berendezés biztosítja a centrifugákra feladott iszap homogenitását.

A víztelenítő rendszer 2 db, egyenként 4000 L térfogatú polielektrolit oldat előállító állomással egészült ki, melyek bekeverési kapacitása 4000 L/h. Ezek folyamatos átfolyású rendszerként üzemelnek, így a hidraulikus

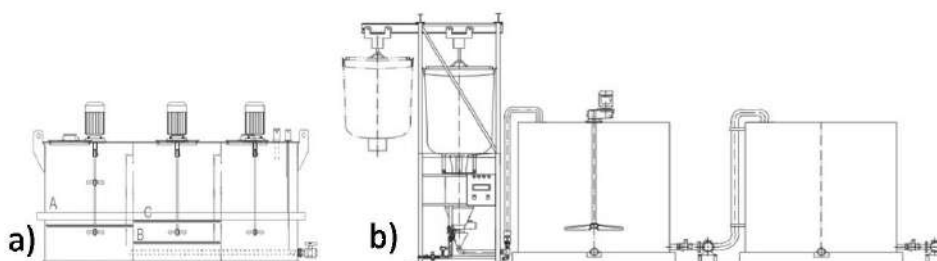
tartózkodási idő (HRT) a beoldó tartályban alacsony. A kis térfogat miatt a centrifugák beüzemelése 5 g/L oldat koncentrációval indult. A polimer oldat 2 db szivattyú segítségével jut el a centrifugákhoz, melyekjelenleg maximálisan 3-4 m³/h hozamot tudnak biztosítani.

Az üzemelési költségek csökkentése érdekében a polimer oldat előállítása ipari vízzel (partiszűrési kútból) történik. Mérésekkel megállapíthatóvá vált a centrifugákhoz telepített, folyamatos átfolyású polielektrolit beoldó rendszer hatékonysága. A polimer oldat és a kútvíz mintázásával és a szárazanyag-tartalom (sza. tartalom) méréséből az előállított oldat valós koncentrációja kiszámítható (1. ábra). Az így megállapított koncentráció azonban magasabb volt, mint a beoldó programjába betáplált koncentráció, továbbá a mért oldatkonzentrációk enyhe váltakozást is mutattak. A centrifugák telepítését megelőzően az iszapvíztelenítés főként két membrán préssel történt. A prések használatakor a rothasztott iszap kondicionálása a) mésszel és FeCl₃-dal vagy b) polielektrolittal és FeCl₃-dal történt. A centrifugák beüzemelését követően a prések már csak méssztej és FeCl₃ kondicionálással vízlenítettek, így azok polimer beoldó rendszere (2 egység szakaszos üzemű beoldó) felszabadult. Számos korábbi mérés azt mutatta, hogy szakaszos üzemű beoldó megfelelő pontosságú oldatkonzentrációt állít elő.

A továbbiakban a két centrifugán külön-külön alkalmazott két különböző módszert mutatjuk be, és ismertetjük a gyakorlati tapasztalatokat



1. ábra: A kért, beállított és a tényleges, mért polimer koncentráció a folyamatos átfolyású beoldó rendszerben



2. ábra: Polielektrolit beoldó rendszer sematikus ábrája: a) Folyamatos üzemű [1], b) Szakaszos üzemű [2]

2.1. A polielektrolit oldat minőségének javítása az 1. Centrifugánál

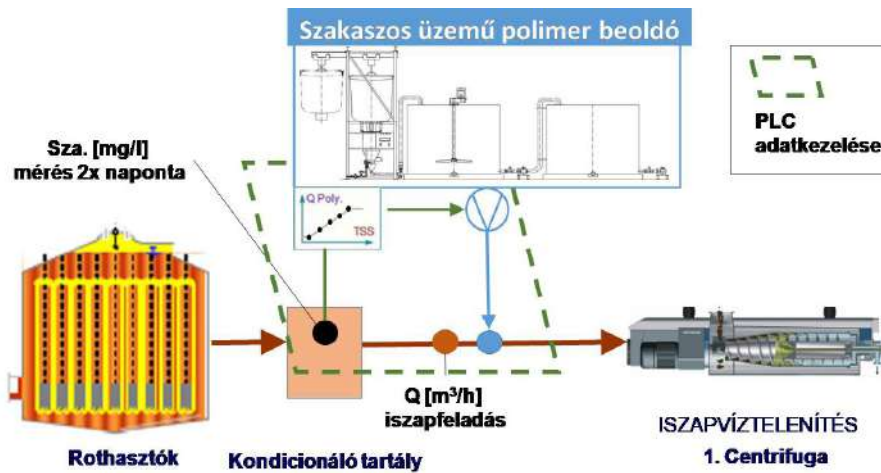
A szakaszos üzemű beoldó állomás (2. b) ábra) teljes térfogata 11 m^3 , így hígabb oldat készíthető, valamint az érlelési idő növelhető. Először az 1. Centrifugával álltunk át erre a beoldó típusra (3. ábra), így lehetőségünk nyílt megvizsgálni, hogy a hígabb, jobban érlelt oldat milyen hatással van a centrifuga működésére, a fajlagos vegyszerfelhasználásra és a víztelenített iszap szárazanyag-tartalmára. A szakaszos üzemű polimer beoldó két-két $5,5 \text{ m}^3$ tartály térfogattal rendelkezik (egy az oldat előkészítéshez, egy a bekevert oldat tároláshoz). Nagyobb térfogatának köszönhetően ez a beoldó állomás lehetővé tette a polielektrolit oldat koncentrációjának csökkentését. A 2. ábra a folyamatos és szakaszos üzemű polimer beoldó állomás sémáját

mutatja. A folyamatos üzemű rendszer (2. a) ábra) három tartályból áll, melyek összterfogata 4 m^3 . Feladatuk:

- Első tartály: a polielektrolit por beoldása és előkészítése,
- Második tartály: a polielektrolit oldat készítése,
- Harmadik tartály: a kész oldat tárolására szolgál, innen történik a polimer szivattyúk táplálása.

2.2. Valós idejű mérés és vezérlés a 2. Centrifugánál

A centrifugák üzemének vezérlését a SCADA rendszer látja el. A pontos polimer dózis meghatározásához a víztelenített iszap szá. tartalmának



3. ábra: Az iszap víztelenítést vezérlő PLC elvi sémája az 1. Centrifugánál

mérése a helyszínen naponta kétszer egy elektronikus szárazanyag-mérő műszer segítségével történik. Amennyiben a mért sza. tartalom $\pm 10\%$ -kaleltér az előző méréstől, az üzemeltető a SCADA rendszerben felülírja az ott szereplő értéket. Ha a különbség kisebb, mint 10% , akkor nincs változtatás. A rendszer a szükséges vegyszermennyiséget az igényelt oldatkonzentrációból, a fajlagos polimer adagolásból [kgpoli/tiszap,sza.], valamint a rothasztott iszap mennyiségéből és sza. tartalmából határozza meg. A 2-es centrifugánál került telepítésre az iszap víztelenítést valós időben vezérlő modul [3], ami a napi kétszeri méréssel ellentétben folyamatosan szabályozza az adagolandó polimer oldat mennyiségét. A valós idejű vezérlés optimalizálja és stabilá teszi a víztelenített iszap sza. tartalmát, ezáltal a víztelenített iszap mennyisége csökkenthető, mellyel együtt csökken az elszállítás, elhelyezés költsége is. A modul alapvető feltétele a rothasztott iszap sza. tartalmának mérése. A vezérlő egy, a rothasztott iszapot tartalmazó kondicionált iszap tartályba telepített zavarosságmérő műszer [4] által mért értékre reagál, mely a sza. tartalmat méri időben finom felbontásban (3s) (4. ábra). Az ÉP SZVTT-en ez a vezérlés ún.

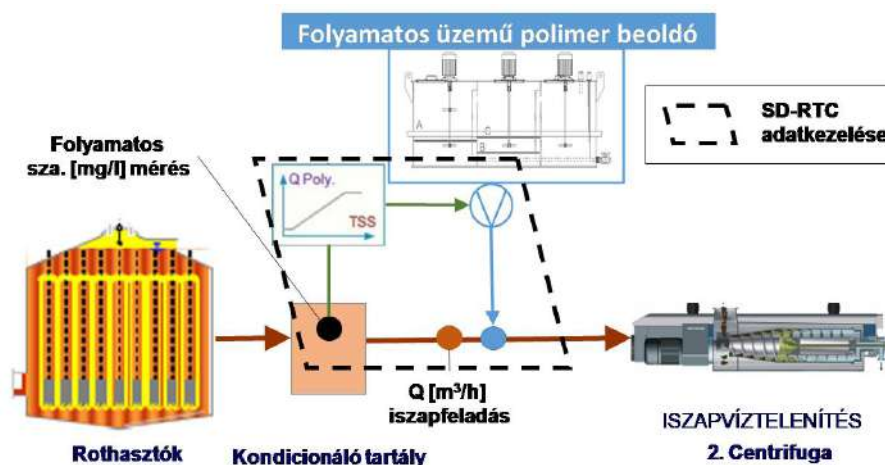
visszacsatolás nélkül üzemel, mivel a csurgalékvíz-sza. tartalmának folyamatos mérése a helyszíni adottságok miatt nem megvalósítható.

3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

3.1. Az 1. és 2. Centrifugánál tett fejlesztések eredményei 2017-2018 években

A szakaszos üzemű polimer beoldó állomás 2017.12.19-én kezdte meg működését az 1. Centrifugánál. Használatával nagyobb térfogat állt rendelkezésre az oldat tárolására, az oldat koncentráció így 3 g/L -re csökkent, az érlelési idő pedig maximum 75 perc lehet ($30 \text{ m}^3/\text{h}$ iszapterheléssel, 4% -os sza. tartalommal, valamint $11 \text{ [kgpoli/tiszap,sza.]}$ fajlagos polimer igénnyel számítva), de 35 perces időtartamra állítottuk be.

A hígabb oldatnak köszönhetően a fajlagos polimer fogyasztást $11,5 \text{ kg/t}$ -ről $10,0 \text{ kg/t}$ -ra lehetett csökkenteni anélkül, hogy a víztelenített iszap sza. tartalma romlott volna (1. táblázat). Azonban a rendszer gyenge pontjának a polimeradagoló szivattyúk kapacitása



4. ábra: iszap víztelenítést valós időben vezérlő modul elvi sémája a 2. Centrifugánál

bizonyult. Az 1. táblázat bemutatja, hogy 30 m³/h iszapterheléssel (~3,5% sza.) a centrifugák 3,5 m³/h polimer oldat mennyiséggel üzemeltek, mely a maximális kapacitása az adagoló szivattyúknak. Tehát a biztonságos üzemelés érdekében a feladottiszapterhelést 25 m³/h-racsökkentettük az 1. Centrifuga esetében.

Ezzel a módszerrel a polimer fogyasztás mennyisége és az üzemeltetési költség csökkent (2. táblázat). A 2. táblázat jelentős megtakarításokat mutat be: a havi polimer fogyasztás közel 1000 kg-mal csökken egy centrifugára vonatkoztatva, folyamatos 3,5%-os rothasztott iszap sza. tartalmat feltételezve.

A valós idejű vezérlő modul által vezérelt 2. centrifugánál a zavarosságmérő műszerrel történő finom felbontású sza. tartalom mérése korábbi eredményekhez képest sokkal pontosabb polimer adagolást eredményezett (5. ábra). A rendszer rugalmasan alkalmazkodik a feladott iszap sza. tartalom változásához, ezért a polimer felhasználás csökkentése

mellett az üzemzavarok száma is csökkenthető.

A vizsgált időszakban a fajlagos polimer fogyasztás mindkét centrifugánál csökkent a külön-külön alkalmazott módszerekkel (5. ábra). A tanulmányban a víztelenítés teljes költségének meghatározásakor a koaguláns (polimer) fogyasztását és a víztelenített iszap elhelyezését vettük figyelembe. Habár összességében a centrifugákra feladott iszap mennyisége növekedett, a fajlagos költség a teljes víztelenítésre feladott iszap mennyiségre vonatkoztatva csökkent 2017-ről 2018-ra a két centrifugát összegezve (7. ábra). Ezáltal megerősítést nyert, hogy az alkalmazott módszerek jó irányt mutatnak.

3.2. 2019. 1-4. hónapjának eredményei

Az 1. Centrifugán szerzett pozitív tapasztalatoknak köszönhetően 2019 elejétől 2. Centrifuga esetében is átálltunk a szakaszos üzemű polimer beoldóra. Ebben az időszakban a valós idejű vezérlés nem üzemelt, hogy az új rendszer stabil üzemeltetési feltételekhez

1. táblázat: Üzemelési paraméterek és eredmények az 1. Centrifugánál

Polimer beoldó típusa	Oldat koncentráció[g/L]	Iszap feladás[m ³ /h]	Iszap sza. [%]	Polimer adagolás [m ³ /h]	Fajlagos polimer [kgpoli/tiszapsza.]	Víztelenített iszap sza. [%]
Folyamatos üzemű	5,0	30	3,43*	2,37	11,5	23,8*
Szakaszos üzemű	3,0	30	3,56**	3,56	10,0	23,5**

*: 2017. évi átlag értékek

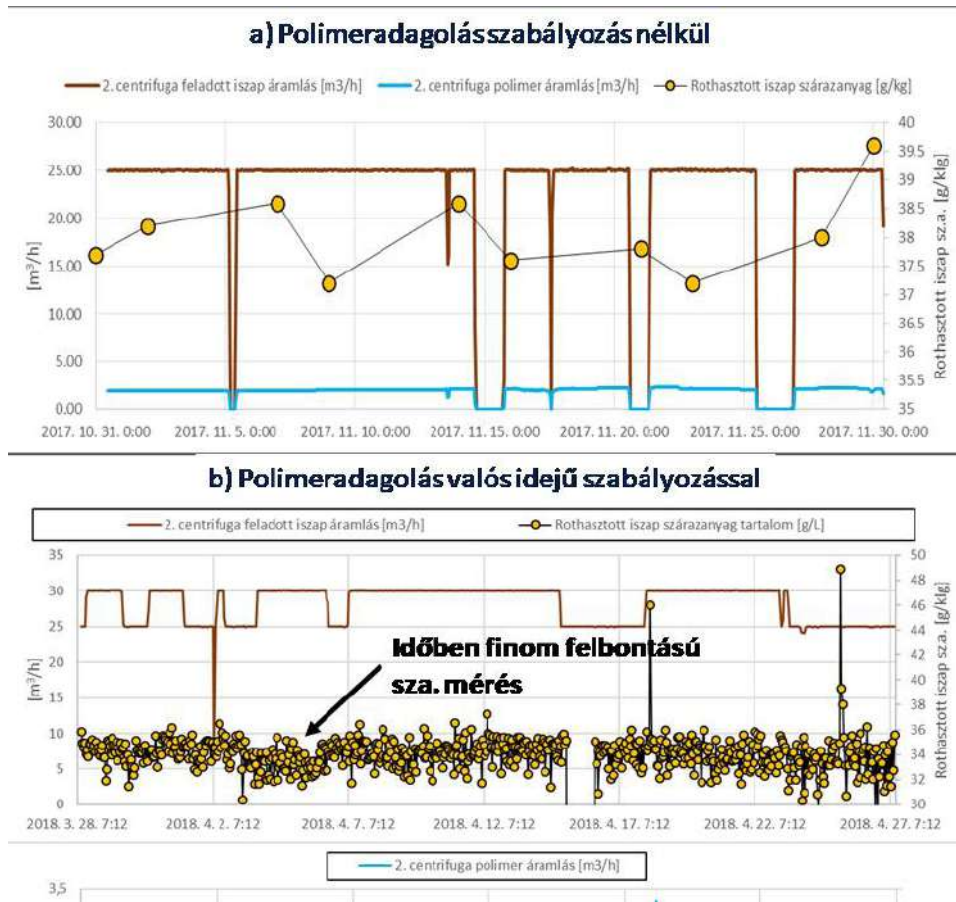
** : 2018. évi átlag értékek

2. táblázat: Polimer fogyasztás csökkentése

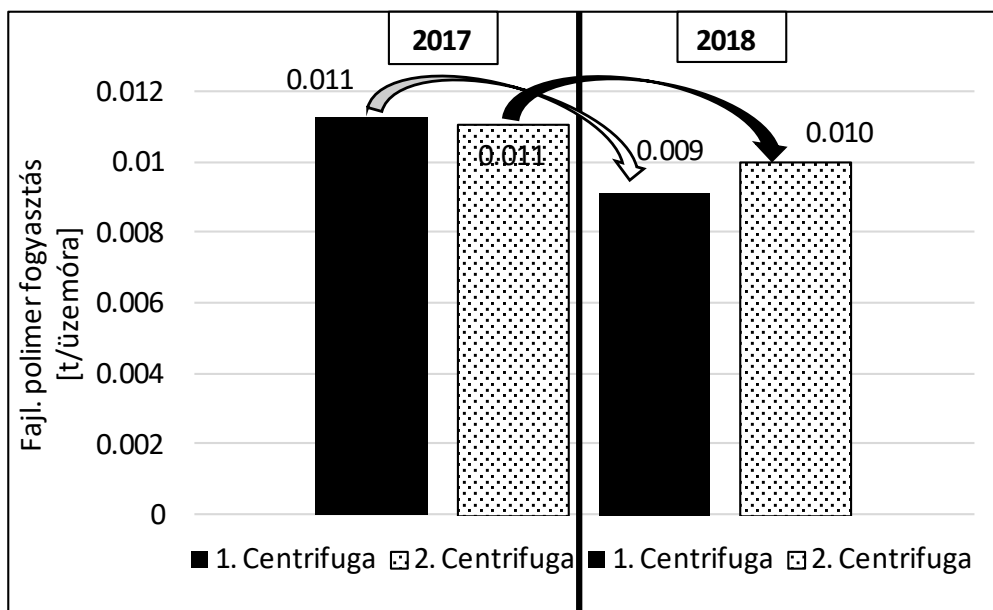
Fajlagos polimer [kgpoli/tiszapsza.]	Iszapterhelés [m ³ /h]	Iszapterhelés* [t/h]	Polimer fogyasztott** [kg/hónap]
11,5	25	0,88	7245
10,0	25	0,88	6300
Különbség			945

*: 3,5%-os iszap sza. tartalommal kalkulálva

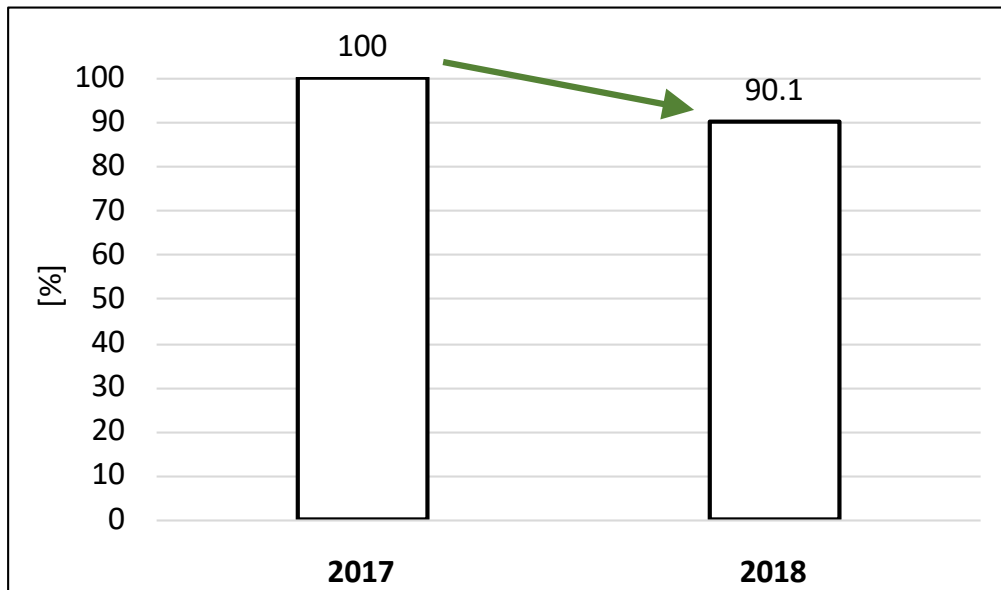
** : 24 h/d és 30d/hónap üzemidővel kalkulálva



5. ábra: a) Polimeradagolás szabályozás nélkül, b) Polimeradagolás valós idejű szabályozással és finom felbontású sza. tartalom méréssel



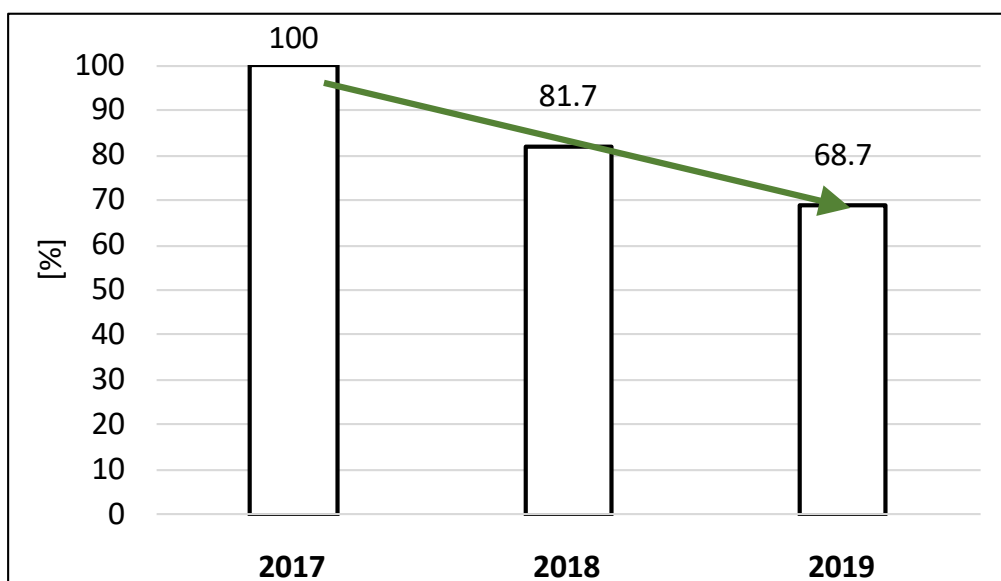
6. ábra: Fajlagos polielektrolit fogyasztás csökkenése (t/üzemelési óra) a centrifugáknál



7. ábra: A víztelenítés fajlagos költsége a két centrifugánál 2017-ben és 2018-ban

alkalmazkodjon, de 2019. április 1-től a valós idejű vezérlés újraindult. Ekkortól az 1. Centrifuga esetében a szakaszos üzemű beoldóval, a 2. Centrifuga esetében pedig a szakaszos üzemű beoldóval és a valós idejű vezérléssel együtt üzemeltünk.

A víztelenítés fajlagos költségei (a teljes, centrifugákra feladott szá. tartalommal számolva) egyértelműen csökkentek 2017-ről 2019-re az 1-4. hónapban (8. ábra). Ezzel további megerősítést nyert az alkalmazott módszer megfelelősége.



8. ábra: A víztelenítés fajlagos költsége a 2017, 2018, 2019 év 1-4. hónapjaiban centrifugákra vonatkozóan

4. ÖSSZEGZÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az ÉP SZVTT víztelenítő centrifugái átalakított sűrítő centrifugák, melyek hatásfokának javítása szükségessé vált. A tanulmány két módszert mutatott be, melyekkel külön-külön, illetve együttes alkalmazásukkal (i) sikerült optimalizálni a polielektrolit felhasználást és (ii) csökkenteni a víztelenített iszap mennyiségét az ÉP SZVTT-en adott körülmények között.

A centrifugával történő víztelenítés főbb üzemeltetési költségeinek optimalizálására az alábbi módszereket alkalmaztuk:

- polielektrolit oldat minőségének javítása, és
- időben finom felbontású szá. tartalom mérés a rothasztott iszaptól (a centrifugákra való feladása előtt), és az üzemeltetés valós-idejű vezérlése.

A kedvező tapasztalatok birtokában további feladat a valós-idejű vezérlés kiterjesztése az ÉP SZVTT-en üzemelő másik (1-es) centrifugára is, továbbá a meglévő polimer szivattyúk cseréje nagyobb kapacitásúra, hogy polimer oldatot nagyobb hozammal tudja adagolni. Ezzel az oldat koncentráció tovább csökkenthető 3 g/L-ről 2-2,5 g/L-re a fajlagos polimer fogyasztás alsó küszöbének elérése érdekében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők ezúton fejezik ki köszönetüket az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep valamennyi munkatársának a projekt létrejöttében való közreműködésért, továbbá a folyamatos lelkes munkát, odafigyelést.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] ProMinent, 2019. Szerelési és üzemeltetési utasítások, ProMinentUltromatULFaFolyamatos üzemű rendszer
- [2] ProMinent Group, 2019. PolyRex – TOMAL Polimer beoldó egység
- [3] Hach-Lange, 2018. SD-RTC prospektus
- [4] Hach-Lange, 2018. Solitaxscprospektus és kézi könyv



SZERZŐK:



Kiss Katalin építőmérnöki (BSc) diplomáját 2009-ben szerezte meg a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karon (SZIE YMÉK), szintén ebben az évben a Miskolcon rendezett Országos Tudományos Diákköri Konferencián Asztalos Tamás társszerzővel közös dolgozata 1. helyet ért el. 2011-ben ok. infrastruktúra-építőmérnökként (MSc) végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Építőmérnöki Karán. Hallgató korától tagja a MaSzeSz-nek és az Magyar Hidrológiai Társaságnak (MHT). BSc ill. MSc tanulmányai alatt tanszéki demonstrátorként, majd tanszéki mérnökként tevékenykedett a SZIE YMÉK Közmű- és Mélyépítési

Tanszékén. 2012-ben felvételt nyert a BME Vásárhelyi Pál Építőmérnöki és Földtudományi Doktori Iskolába levelező doktoranduszként. Kutatási tevékenysége az előülepítő medencék áramlástanai és leválasztási folyamatinak, valamint az anoxikus medencék hidraulikai vizsgálataira terjed ki. 2010-ben és 2012-ben titkárként segítette a MaSzeSz munkáját. Ezzel párhuzamosan 2012-2015-ig a SZIE YMÉK Építőmérnöki Intézetében tanársegéd, majd 2013-2015-től a Hidraulika és Vízkémia Laboratórium vezetője volt. 2011-től tagja a Magyar Mérnöki Kamarának, 2013-tól VZ-TEL, VZ-TER, VZ-VKG tervezői jogosultságokkal rendelkezik. 2015-től már a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. (FCSM Zrt.) Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepén technológus mérnök és árvízvédelmi szakasz védelemvezető-helyettes. A szennyvíztisztító telepen végzett munkáján kívül külföldi technológiai-szakértési feladatokat is ellát. 2019-ben kutatási tevékenysége alatt közölt publikációját az MHT Vitális Sándor Szakirodalmi Nívódíjban részesítette. 2020-tól az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep megbízott üzemeltetési csoportvezetője.



Kassai Zsófia: Építőmérnöki oklevelét 2009-ben szerezte Infrastruktúra szakirányon a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán. 2009-ben a Miskolcon rendezett Országos Tudományos Diákköri Konferencián Horváth Adrienn társszerzővel közös dolgozata 3. helyet ért el. 2009 decemberétől a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepén technológus mérnök, mellette 2013-tól árvízi szakaszvédelemvezető-helyettes. 2014. november 1-től az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep üzemeltetési csoportjának vezetését látja el. 2014-ben a MASZESZ Junior Szimpóziumon „Biológiai nitrogén- és foszfor-eltávolítás az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen” című előadásával I. díjat nyert. 2014 novemberétől a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) Csatornázási és Szennyvíztisztítási szakosztályának titkára. Munkája mellett számos hazai és külföldi konferencián vett részt. 2019-ben a MHT Pro Aqua emlékéremmel tüntette ki. 2020. július 1-től az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep megbízott telepvezetője.

BIODEGRADÁLHATÓ SZERVESANYAG-TARTALOM MEGHATÁROZÁSA MIKROBIÁLIS ÜZEMANYAGCELLA ALAPÚ BIOSZENZOROK SEGÍTSÉGÉVEL

DR. TARDY GÁBOR MÁRK, LÓRÁNT BÁLINT,
BME ALKALMAZOTT BIOTECHNOLÓGIA ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI TANSZÉK
DR. GYALAI-KORPOS MIKLÓS,
BES EUROPE LTD

1. BEVEZETÉS

Vízbázisaink állapotmegóvásában központi szerepet játszik a biológiai szennyvíztisztítás, mely lehetővé teszi a szennyezőanyagok biotranszformációját és elválasztását, ezzel megakadályozva a befogadó természetes öntisztító képességének túlterhelését és a vízi ökoszisztéma veszélyeztetését. A technológia – mely jellemzően az eleveniszapos szennyvíztisztítás – üzemeltetése nagy körültekintést és szakértelmet, továbbá a telepre befolyó szennyvíz és az onnan távozó elfolyó minőségét leíró számos paraméter pontos ismeretét igényli annak érdekében, hogy a hatályos jogszabályok által megállapított határértékek mindegyike tartható legyen.

Az egyik legfontosabb szennyvízminőségi paraméter a Biokémiai Oxigénigény (BOI, mg O²/l), mely a mintában levő szervesanyagok baktériumok okozta aerob oxidációjához szükséges oxigén mennyiségét adja meg, jellemzően 20°C-on végzett 5 napos mérés (~BOI5) alapján. A szakemberek a kapott BOI5 értékek alapján következtetnek a mintában található biodegradálható szervesanyag mennyiségére, mely számos folyamatra gyakorol nagy hatást (pl.: a denitrifikációra és ezen keresztül a biológiai nitrogéneltávolításra), így ennek ismerete kiemelten fontos. A meghatározására széles körben alkalmazott respirometria alapú mérési

módszerről elmondható, hogy időigényes, szakképzett munkaerő szükséges hozzá, nehezen automatizálható, illetve még akkreditált laboratóriumok esetén is viszonylag nagy mérési hibával (~20% (Jouanneau et al. 2014)) kell számolni. Ezen problémákra megoldást jelenthetnek az új generációs bioszenzorok.

A bioszenzorok olyan eszközök, amik biológiai folyamatok detektálását és feldolgozható jellel alakítását teszik lehetővé. Jellemzően költségesek, ezért elsősorban olyan iparágakban kifizetődő az alkalmazásuk, ahol a termékek nagy hozzáadott értéket képviselnek (gyógyszeripar, orvos diagnosztikai eszközök). Kedvező tulajdonságaiknak köszönhetően mégis egyre elterjedtebbek, a világon pedig számos kutatócsoport célja meglévő bioszenzorok olcsóbb alternatíváinak kifejlesztése, vagy új technológiák bioszenzorikus felhasználhatóságának vizsgálata.

A BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszékén működő Szennyvíztisztítási Biotechnológiák Kutatócsoportban immár 8 éve tanulmányozzuk a mikrobiális üzemanyagcellák (MicrobialFuelCell – MFC) alkalmazhatóságát szennyvizek monitorozására és kezelésére. Legújabb eredményeink alapján lehetséges egy olyan MFC alapú BOI szenzor kifejlesztése, mely alkalmas szennyvizek biodegradálható szervesanyag tartalmának mennyiségi, sőt, akár minőségi meghatározásra is, így információ nyerhető az oldott könnyen biodegradálható és lebegőanyag formájában jelen lévő nehezen biodegradálható szervesanyag frakciók arányáról is. A konvencionális respirometriás módszerrel összevetve tapasztalataink alapján a mérési időrövidebb, a mérési bizonytalanság

kisebb, a módszer pedig jól automatizálható, így akár laborkörülményeket nem igénylő on-site mérőegységek is létrehozhatók. Munkánk során arra is nagy figyelmet fordítunk, hogy elérhető és megfizethető szenzort fejlesztünk, ezért törekszünk az olcsóbb alternatív szerkezeti anyagok és nemesfém mentes katalizátorok (Tardy et al. 2017) fejlesztésére és alkalmazására.

2. AZ EXOELEKTROGÉN MIKROORGANIZMUSOK

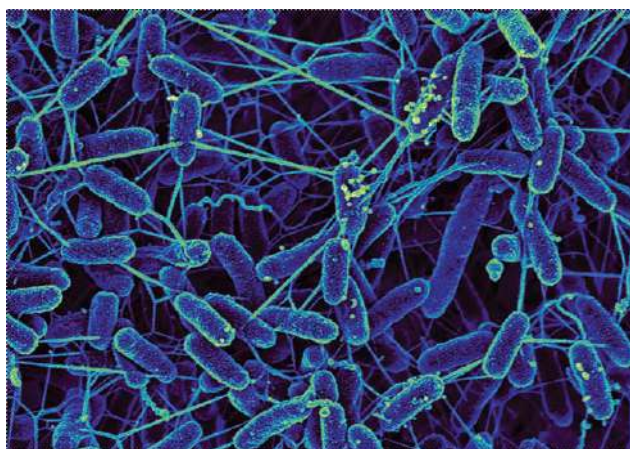
Az oxidatív anyagcserét folytató heterotrófmikrobák a terminális oxidációhoz kapcsolt oxidatív foszforiláción keresztül állítják elő a szükséges energiát adenozin-trifoszfát (ATP) formájában, mely az élővilágban az energiaátvitel alapegysége. A szerves anyagok oxidációja során CO_2 és redukált koenzimek képződnek, úgymint NADH és FADH_2 . Az anyagcserefolyamatok zavartalan működéséhez ezen koenzimek oxidált formája is szükséges, ezért a NADH és FADH_2 regenerációja – azaz visszaoxidálása – elengedhetetlen, mely a terminális oxidáció során zajlik le. A membránkapcsolt folyamatban az elektronok végül a terminális elektronakceptorra (TEA) kerülnek, az eközben felszabaduló energiát pedig közvetetten felhasználva a mikroba ATP-t szintetizál, melyet oxidatív foszforilációnak nevezünk. A legáltalánosabb terminális elektronakceptor az oxigén, de egyes mikrobák a nitrát, a nitrit és a szulfát molekulákat is képesek TEA-ként hasznosítani.

Összevetve az oxidatív foszforiláció energiatermelő képességét a fermentatív anyagcserével elmondható, hogy csaknem egy nagyságrenddel

több ATP-t képes előállítani egységnyi szerves szubsztrátból. Ez a nagymértékű metabolikus előny lehetőséget ad a szubsztrátok hatékonyabb hasznosítására és a gyorsabb szaporodásra, nem véletlen tehát, hogy olyan elterjedt az élővilágban. Ha azonban nem áll rendelkezésre oxigén, vagy egyéb konvencionális terminális elektronakceptor (pl. nitrát vagy szulfát), akkor a kemotrófmikrobákidővel vagy elpusztulnak, vagy kénytelenek fermentatív anyagcserét folytatni. Ez alól kivételt képez a kemoheterotrófok egy speciális csoportja, az úgynevezett exoelektrogének.

Az exoelektrogének, avagy elektrokémiailag aktív baktériumok képesek oldott terminális elektronakceptor hiányában a koenzimek regenerálásából származó elektronokat egy szilárd elektronakceptor felületére transzportálni, és így anaerob körülmények között is oxidatív anyagcserét folytatni, ami nagy előnnyel jár. A természetben leggyakrabban Fe^{3+} és $\text{Mn}^{3+/4+}$ oxid szemcsék felületére történik ez az extracelluláris elektrontranszport, melynek több módja is ismeretes. Egyes baktériumok képesek olyan kémiai mediátormolekulák szintézisére és kiválasztására, amik több redoxállapottal rendelkeznek, így a fém-oxid szemcsék és a sejtek között ingázva szállítani tudják az elektronokat. Ilyen molekula például a *Pseudomonas aeruginosa* által termelt piocianin is (Voggu et al. 2006). Más baktériumok esetén, például a *Geobacter* és *Shewanella* nemzetségbe tartozó fajoknál elektromos vezetőként funkcionáló nanopilusok kialakulását figyelték meg (Reguera et al. 2005). Ezeknek a konduktív bakteriális függelékeknek (1. ábra) a segítségével képesek kapcsolódni

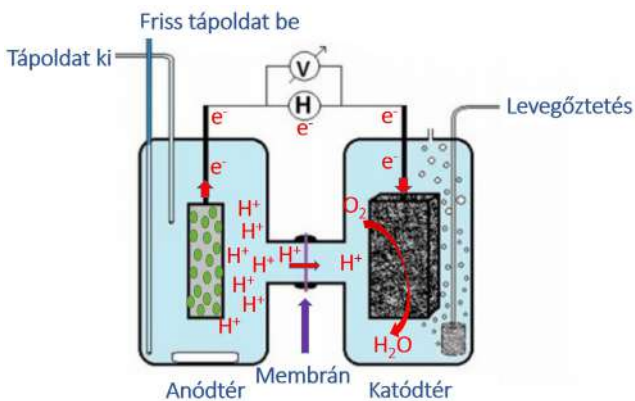
a szilárd elektronakceptorhoz és átadni elektronjaikat, sőt, akár exoelektrogénbiofilm is kialakulhat, melynek minden egyes tagja közvetlenül kapcsolódik nanopilussal a felülethez.



3. A MIKROBIÁLIS ÜZEMANYAGCELLÁK

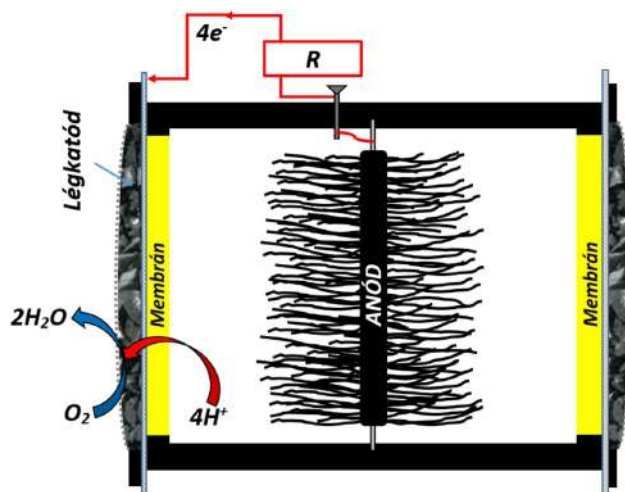
A mikrobiális üzemanyagcellák olyan speciális bioreaktorok, melyekben az exoelektrogén mikroorganizmusok a szerves anyagok oxidációjából nyert elektronokat a vezető anód felületére adják le, így a biodegradációból közvetlenül elektromos energia nyerhető. Az alapkutatásban elterjedten alkalmazott H-típusú MFC (2. ábra) szerkezetileg két térre osztható. Egyrészt a szigorúan anaerob anódtérre, ahol a szerves szénforrást tartalmazó tápoldatba merül az anód, melynek felületén az exoelektrogénbiofilmet képeznek és az oxidatív anyagcseréjükben származó elektronokat a felületre transzportálják konduktív nanopilusaik segítségével. Az anódról egy külső áramkörön keresztül jutnak el az elektronok a katódra, mely az intenzíven levegőztetett, szénforrást nem tartalmazó katódoldatba merül. Tehát a második

nagy szerkezeti egység a katódtér, mely aerob. A katód felületén játszódik le az oxigén redukciós reakció (ORR), azaz az ide érkező elektronok az oldott oxigénnel és protonokkal elreagálva vizet képeznek. A két szerkezeti aegységet egy protonokra szelektív ioncserélő membrán (pl.: Nafion© 117) választja el, mely egyrészt lehetővé teszi a protonfluxust az anódtérből a katódtérbe, azonban meggátolja az oxigén diffúzióját az aerob katódtérből az anaerob anódtérbe. Az ioncserélő membránon keresztüli protonáramlás hajtóereje a kialakuló koncentrációgradiens, hiszen a katódoldatban a H^+ ionok az ORR-nek köszönhetően fogynak, míg az anódoldatban a mikrobiális tevékenység következtében többlet keletkezik. Az elektrondonor redukált koenzimek és az elektronakceptor oxigén redoxpotenciáljának különbsége pedig az elektronfluxus hajtóereje.



Az úgynevezett légkatódos mikrobiális üzemanyagcellák (3. ábra) esetén nincs külön katódtér és katódoldat, az ORR a több rétegből álló légkatód felületén játszódik le. Az első réteg egy nedvesítő szénzövet, mely közvetlenül

érintkezik a membránnal és egy víztároló egységből kapilláris effektussal szívja fel a szükséges vizet. Ez egyrészt biztosítja az ORR-hoz szükséges nedvességet, másrészt pedig az elektronok jellemzően erre a vezető anyagra érkeznék a külső áramkörön keresztül. Ezt követi egy vastagabb, nagy fajlagos felületű porózus vezető réteg, melyet gyakran valamilyen katalitikus hatású anyaggal vonnak be. Az egyik legelterjedtebb katalizátor a platinázott szénpor, ami mellett szól nagy katalitikus aktivitása, ám magas piaci ára jelentősen hátráltatja az MFCk széleskörű elterjedését. Éppen ezért számos kutatás fókuszál nem nemesfém alapú, alacsonyabb előállítási költségű alternatív katalizátorok kifejlesztésére. Kifejezetten ígéretes jelöltek a különböző heteroatommal (N, S) dópolt szén-aerogélek (Tardy et al. 2017). A légkatódos üzemanyagcellák aktív levegőztetést nem igényelnek, az oxigén a légkörből diffúzióval jut el a porózus réteg belsejébe. Alkalmazás szempontjából ezért ez a konstrukció a legígéretesebb (Logan 2008), hiszen üzemeltetési energiaigénye alacsony, melyet a rendszer által termelt bioelektromosság részben fedezhet is.



4. AZ MFCK FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

A biomassa a legrégebb óta hasznosított megújuló energiaforrásunk, azonban elektromos energiává alakítani csak több lépésben lehetséges, a folyamat (pl.: biomassa tüzelésű hőerőművek) hatékonysága pedig alacsony. Hasonló a helyzet az anaerob rothasztásból származó metántartalmú biogáznál is. Gázmotorokban elégetve nyerhetünk mechanikai energiát, amit ezután alakíthatunk át elektromos energiává, melynek hatékonysága szintén alacsony (Li et al. 2011). Ezzel szemben a mikrobiális üzemanyagcellák képesek a biodegradálható szerves anyagokban raktározott kémiai energiát közvetlenül elektromos energiává alakítani. Hátrányuk, hogy alacsony feszültség- és teljesítményértékeket képesek produkálni, ezért csak kis teljesítményigényű fogyasztók áramellátására alkalmasak. Tengeri jelzőbóják működését például úgynevezett üledék-MFCk segítségével oldották meg (Reimers et al. 2006).

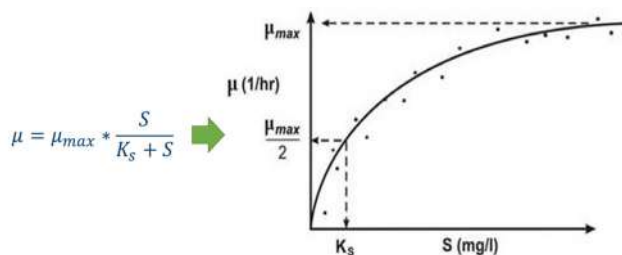
Az üzemanyagcelláknak számos olyan tulajdonsága van, amik kifejezetten alkalmassá teszik őket szennyvíztisztításra és szennyezés eliminálásra. Biomassa hozamuk jelentősen alacsonyabb (Holzman 2005), léghatódos rendszer esetén pedig aktív levegőztetés nem szükséges, így a technológia energiaigénye és járulékos költségei kisebbek az eleveniszapos eljárással összevetve. Mindehhez hatékony szervesanyag eltávolítás párosul kommunális és különböző élelmiszeripari (pl.: tejipar, söripar, boripar, stb. (Ceconet et al. 2018; Lóránt et al. 2020)) szennyvizek esetén is. Szennyvízkezelés terén a széleskörű elterjedést elsősorban a katalizátorok és

membránok magas piaci ára, továbbá a léptéknövelés során jelentkező problémák gátolják (Do et al. 2018).

A legígéretesebb felhasználási terület a bioszenzorként történő alkalmazás. Ennek alapja, hogy a cella külső áramkörén mérhető elektromos paraméterek kapcsolatban állnak a cellában zajló exoelektrogén anyagcserével.

5. MFC BIOSZENZORKÉNT TÖRTÉNŐ ALKALMAZÁSA

A mikroorganizmusok fajlagos növekedési sebességét (μ) nem toxikus biodegradálható szubsztrátok esetén (S) a Monod-kinetikával lehet leírni. Jellemzően ebbe a szubsztrátcsoportba tartoznak a kommunális szennyvízben általánosan megtalálható szervesanyagok is. A telítési görbe jellegéből következik, hogy a növekvő szubsztrátkoncentráció egy bizonyos szint felett nincs további pozitív hatással a mikrobák anyagcseresebességére, mely az enzimszubsztrát általi telítődésével magyarázható.



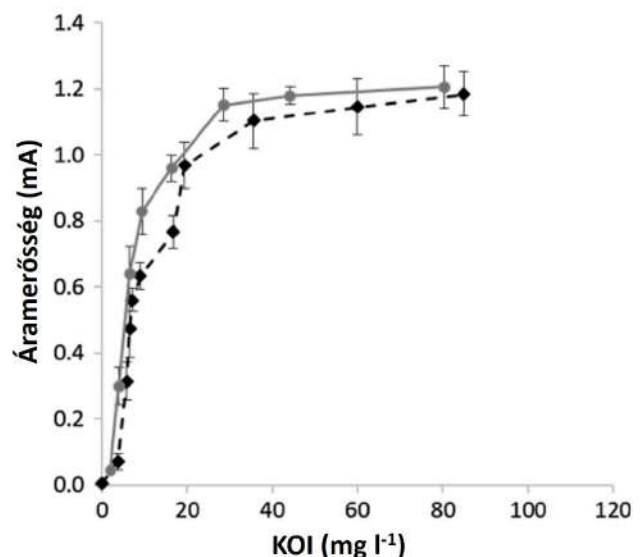
Az üzemanyagcella anódjának benépesítését követően a kialakult exoelektrogénmikrobaréteg állandó vastagságúnak tekinthető, a konvencionális biofilmes rendszerekre jellemző vastagodás és biofilm leromlás nem megy végbe. Ennek oka, hogy a mikrobáknak nanopílussal kapcsolódniuk kell az elektródfelülethez. Mivel a nanopilusok hossza korlátozott, ezért a biofilm vastagsága sem lehet nagyobb, mint amilyen hosszúra a pílusok nőni képesek. Ez az oka a csökkent biomassza hozamnak is, a biofilm-stabilizálódását követően új mikrobák csak kis számban képződnek. Mivel az elektród felületén megtelepedett exoelektrogének száma kvázi stacionárius, ezért a cella külső áramkörén mérhető áramerősség vagy feszültség csak az exoelektrogének anyagcsere-sebességétől függ. Gyorsabb anyagcsere esetén a biofilm adott idő alatt több elektront ad le az elektródra, így a mérhető feszültség és áramerősség is magasabb lesz. E megfontolás alapján felírhatunk egy a Monod-kinetikával analóg egyenletet az áramerősségre (I) és a feszültségre is (Lorant et al. 2015).

$$\mu = \mu_{max} * \frac{S}{K_s + S} \quad \rightarrow \quad I = I_{max} * \frac{S}{K_s + S}$$

Kísérleteink kezdeti szakaszában az általunk összeállított légkatódos üzemanyagcellákon adott acetátkoncentrációjú tápoldatot áramoltattunk át folytonosan, majd mértük az adott külső ellenállásra eső egyensúlyi feszültség értéket. A kísérletet több különböző szubsztrátkoncentráción elvégeztük, az eredmények az 5. ábrán láthatóak, melyen már a külső ellenállás ismeretében számított áramerősség

értékek vannak ábrázolva. A kísérletet pepton-szubsztrátot alkalmazva is elvégeztük. A pontokra illesztve a Monod-típusú áramerősség függvényt egy kalibrációs görbéhez jutottunk, melyből a függvény paraméterei (maximális áramerősség I_{max} és féltelítési állandó K_s) is meghatározhatóak.

Az eredmények alapján az általunk vizsgált cellák K_s értéke acetátra és peptonra nézve is igen alacsonynak adódott (<10 mg KOI/l), tehát a Monod-görbe nem telített tartománya szűk. Ebből következik, hogy a bemutatott folytonos mérési módszerrel csak alacsony szubsztrátkoncentrációk (<40 mg KOI/l) mérhetők, hiszen magasabb S értékek esetén az áramerősség már gyakorlatilag független a koncentrációtól (Lóránt et al. 2019). Ennek a módszernek a segítségével kimutatható kis koncentrációjú jól biodegradálható szennyezőanyag megjelenése élővízben, vagy szennyvíztelepi elfolyóban. Jelenleg világszerte fontos kutatási cél a módszer mérési tartományának kibővítése.



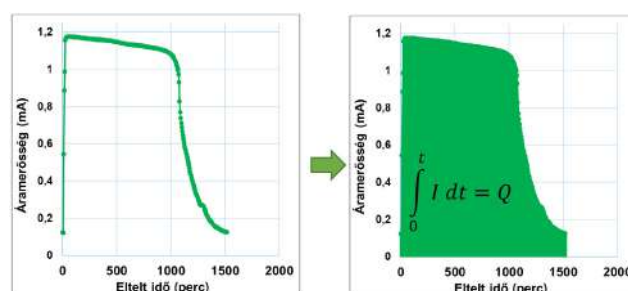
Az elvégzett kísérletek során nyert tapasztalatok, valamint elméleti megfontolások alapján kutatócsoportunk arra jutott – szemben a szakirodalom alapján általánosan elfogadott állásponttal-, hogy a folytonos mérési módszerrel valós szennyvízminták biodegradálható szervesanyag tartalma nem mérhető kellő pontossággal, hiszen azok nem csupán könnyen/gyorsan biodegradálható oldott szubsztrátokat tartalmaznak. A lebegőanyag jellegű lassan/nehezen biodegradálható szervesanyag frakció biológiai lebontás komplex és viszonylag lassú folyamat (pl. első lépésben hidrolizálni kell ezeket a komponenseket). Ehhez a folytonos mérési módszer pár órára, vagy még rövidebb átlagos hidraulikai tartózkodási ideje nem elegendő, így a mérési eredmények BOI5 paraméterrel történő összevetése jelentős hibával terhelt lehet. Éppen ezért egy új, szakaszos mérési módszer kidolgozásába kezdtünk (Tardy et al. 2020).

6. MFC ALAPÚ BOI SZENZOR

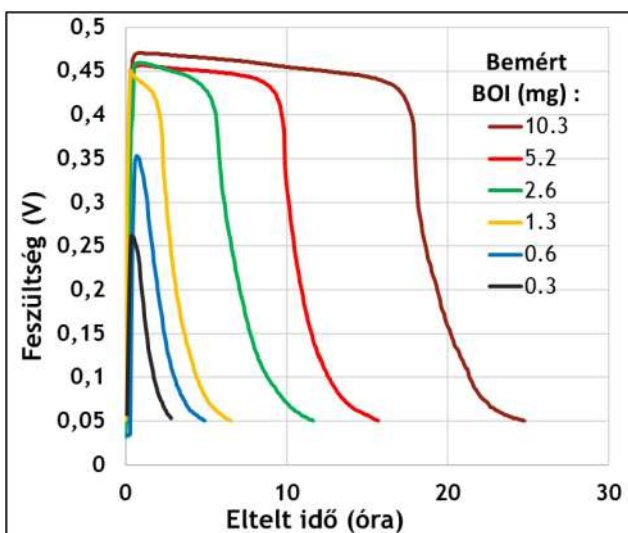
A kifejlesztett szakaszos módszer szerint a légkátódos üzemanyagcellákat a mérés előtt szénforrásmentes, csak szervesetlen sókat tartalmazó oldattal mostuk át. Ennek hatására a biodegradálható szervesanyag koncentráció gyakorlatilag nullára csökkent a cellában. Szubsztrát hiányában rövid időn belül az exoelektrogén anyagcsere is drasztikusan lelassult, így az MFC külső ellenállásán mérhető feszültség is alacsony értékre zuhan. Az ekkor tapasztalható feszültséget tekintettük a mérés alapvonalának, mely a biofilm endogén metabolizmusának eredménye.

Ekkor a mikrobák saját sejttanyagaik bontásából nyerik az életben maradáshoz szükséges minimális energiát.

Ezt követően adott térfogatú mintát pipettáztunk az üzemanyagcellákba, az így megjelenő biodegradálható szervesanyag hatására pedig az exoelektrogén metabolizmus beindult, a feszültség pedig felfutott. Értelemszerűen mikor a mintából származó hasznosítható szénforrás elkezdett kifogyni, akkor a feszültség csökkenésnek indult. A mérés végéig azt az időpontot tekintettük, mikor a feszültség elérte a 0,05 V-os értéket. Ekkor a Monod-kinetikából és az alacsony féltelítési állandóból fakadóan a cellában maradt szubsztrát mennyisége elhanyagolhatónak tekinthető. A feszültségértékeket 5 percenként rögzítettük, így egy jellegzetes „feszültséglefutási-görbét” kaptunk. A külső ellenállás ismeretében az Ohm-törvényt felhasználva a feszültségeket átszámítottuk áramerősségre, így a 6. ábrán láthatóhoz hasonló áramerősség görbékhez jutottunk. Az értékeket numerikusan integrálva megkaptuk, hogy a mérés során mennyi töltés (Q) áramlott át az MFC külső áramkörén.



A beadagolt minta szervesanyag tartalmának növekedésével a feszültségfutási-görbe alatti terület és így az átáramlott töltés, valamint a mérési idő is növekszik, ahogy azt a 7. ábrán is megfigyelhetjük. Kísérleteink során modellszubsztrátok, továbbá kommunális és söripari szennyvíz esetén vizsgáltuk az MFC külső áramkörén átáramló töltés értékeit a beadagolt minta BOI tartalmának függvényében.



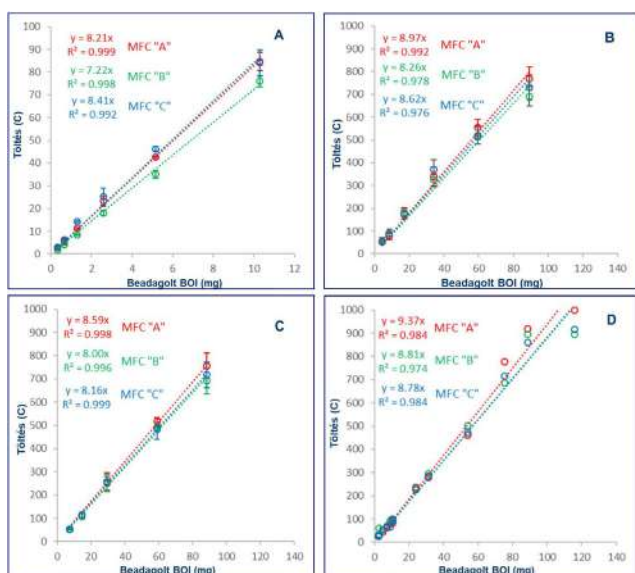
6.1. Eredmények modellszubsztrátokkal

A kidolgozott mérési módszert először különböző tulajdonságú modellszubsztrátok segítségével teszteltük, melyek a következők voltak:

- Acetát: Oldott, könnyen biodegradálható, kémiaiailag definiált szubsztrát. Exoelektrogének számára kiválóan hasznosítható szervesanyag, mely MFC-vel végzett kísérletek során általánosan alkalmazott.

- Pepton: Oldott, könnyen biodegradálható szubsztrát, összetételét tekintve azonban komplex szervesanyag.
- Keményítő: Az elkészített keményítő szuszpenzióban a szervesanyag részben oldott (20 %), részben lebegőanyag (80 %) formájában volt jelen.
- Tej: Komplex tápanyag, mivel laktózformájában tartalmaz szénhidrát, tejsavbaktériák formájában fehérje, továbbá a zsírtartalom révén lipid jellegű biodegradálható szerves komponenseket is. A tej szervesanyagai részben oldott, részben kolloid formában vannak jelen, biodegradációjuk pedig sokrétű folyamat.

Az eltérő koncentrációjú minták BOI5 értékét a konvencionálisan alkalmazott respirometriás módszerrel 20°C-on határoztuk meg, valamint három párhuzamosan üzemeltetett MFC-ben is lemértük. Amint az a 8. ábrán megfigyelhető, mind a 4 vizsgált szubsztrát esetén a cellákon átáramlott töltés a beadagolt BOI5 mennyiséggel nagy korrelációjú ($R > 0,95$) lineáris összefüggést mutatott, a szervesanyag tartalom minőségétől függetlenül. Az eredmények alapján a kidolgozott mérési módszer segítségével megfelelő kalibrációt követően az oldott, lebegőanyag jellegű vagy kolloid formában jelenlévő biodegradálható szervesanyagokat tartalmazó minták BOI értéke nagy pontossággal meghatározható (Tardy et al. 2020).



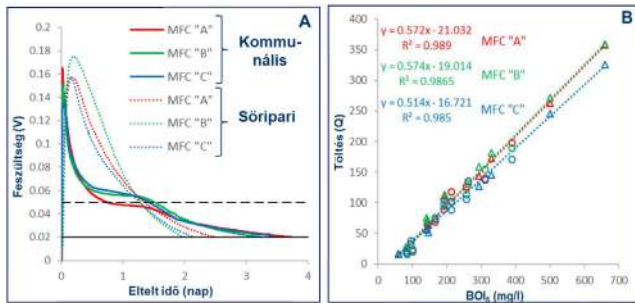
6.2. Eredmények valós szennyvízzel

A szennyvíz komplex, könnyen és nehezen biodegradálható anyagokat, valamint lebegőanyagot is tartalmazó szuszpenzió. Elő-ülepített kommunális szennyvízzel végzett első méréseink során megfigyeltük, hogy a feszültség-lefutási-görbe alakja jellegzetes formát vesz fel: egy keskeny, magas feszültségcsúccsal indul, ezt követően pedig egy kisebb feszültségértékű, hosszabb időtartamig fennálló „váll” következik (ld. 9/A ábra). Mivel a „váll” szakasz jelentős része a mérés végét jelentő 0,05 V közelébe vagy az alá esett, ezért a küszöbfeszültséget 0,02 V-ra módosítottuk, mely még így is az endogén metabolizmusból fakadó alapvonal értékének több mint ötszöröse. A változtatással biztosítottuk a nehezebben biodegradálható anyagok megfelelő mérését.

A mérések előrehaladtával kommunális szennyvíz mellett söripari szennyvizet is

bevontunk a kísérletbe, melynek tulajdonságai jelentősen eltérőek voltak. A különbséget legjobban az oldott kémiai oxigénigény (KOI) aránya mutatja a teljes KOI-ra vonatkoztatva. Kommunális szennyvíz esetén ez az érték átlagosan 32 % volt, míg söripari minták esetén átlagosan 63 %. Ennek következtében a kapott feszültség-lefutási-görbék alakja is eltérő volt: söripari szennyvíz esetén a kezdeti feszültségcsúcs jóval szélesebb volt, mint a kommunális szennyvíz esetében, amifeltéhetően a nagyobb mennyiségű könnyen biodegradálható (jellemzően oldott) szervesanyagnak volt köszönhető. Az ezt követő „váll” szakasz pedig gyakorlatilag nem volt látható, ami pedig a kevesebb lassan biodegradálható (jellemzően lebegőanyag formában jelenlévő) szervesanyagnak tulajdonítható. A jellemző alakokat és az eltérést a 9/A ábra mutatja be szemléletesen.

A két különböző szennyvízzel kapott eredményeket végül egy diagramon ábrázoltuk és illesztettünk rájuk kalibrációs egyenest mindhárom mikrobiális üzemanyagcella esetén. Ahogy az a 9/B ábrán megfigyelhető, a kapott kalibrációs egyenesek minden esetben rendkívül jó illeszkedést mutatnak (determinációs koefficiensük $>0,985$) annak ellenére, hogy szervesanyag tartalmukat tekintve igen különböző minták eredményeire lettek illesztve. Ez alátámasztotta a modellszubsztrátokkal kapott eredményeinket, miszerint a kidolgozott mérési módszer a minta szervesanyag tartalmának minőségétől függetlenül képes lehet annak BOI5 értékét mérni megfelelő kalibrációt követően (Tardy et al. 2020).

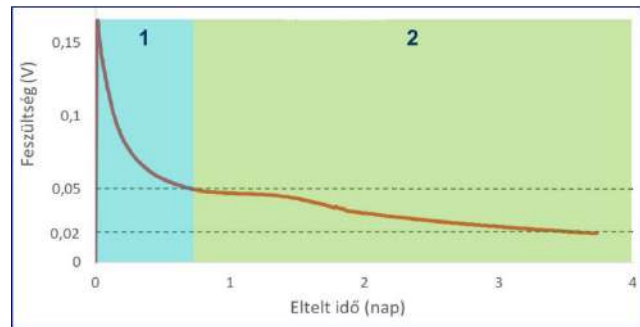


biodegradálhatószerkezetfrakciónakfeleltet-hető meg, ahogy az a 10. ábrán is látható. A teória bizonyításához további kísérletek szükségesek, melyek a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Szennyvíztisztítási Biotechnológiák Kutatócsoportjában jelenleg is zajlanak.

Összehasonlítva a respirometriás mérést az MFC alapú BO_5 szenzorról több előnyös tulajdonságot is megfigyeltünk. Egyrészt elmondható, hogy az üzemanyagcellákkal végzett mérés bizonytalansága jellemzően kisebb (relatív szórás < 10 %). A mérési idő nem rögzített, a mérés végét a szerkezet kimerülésének hatására visszaeső feszültség jelzi, így az eredményeket 1-4 napon belül (a minta szervesanyag tartalmától függően) megkaphatjuk. További előny, hogy a módszer jól automatizálható, labor körülményeket pedig nem igényel, így on-site mérőegységek telepítése is lehetővé válhat, melyek a kalibrációt követően csak minimális karbantartást igényelnek.

6.3. Minőségi analízis MFC alapú bioszenzorról

A kommunális és söripari szennyvíz esetén kapott eltérő alakú feszültségfutás szolgáltatta az ötletet, hogy a mérési módszert nem csupán mennyiségi, hanem akár minőségi elemzésre is fel lehetne használni. Feltételezésünk szerint a kezdeti feszültségcsúcs az oldott, könnyen biodegradálható szerkezetfrakciónak, az ezt követő váll szakasz pedig a lebegőanyag jellegű, nehezen



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a kutatócsoport minden tagjának a szakmai segítséget, továbbá a kísérletben résztvevő hallgatóknak, Sipos Rebekának, Petrovai Noéminek és Kovács Gábornak a munkájukat.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

Cecconet D, Molognoni D, Callegari A, Capodaglio AG (2018) "Agro-food industry wastewater treatment with microbial fuel cells: Energetic recovery issues", *Int J Hydrogen Energy*, 43:500–511. doi: 10.1016/j.ijhydene.2017.07.231

- Cole D, Katz A (2009) "New Frontiers in Characterizing Biological Systems: Report from the May 2009 Workshop", U. S. Department of Energy, Office of Biological and Environmental Research
- Do MH, Ngo HH, Guo WS, et al (2018) "Challenges in the application of microbial fuel cells to wastewater treatment and energy production: A mini review", *Sci Total Environ*, 639:910–920. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.136
- Holzman DC (2005) "Microbe power!", *Environ Health Perspect*, 113:A754–A757. doi: 10.1289/ehp.113-a754
- Jouanneau S, Recoules L, Durand MJ, et al (2014) "Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): A review", *Water Res*, 49:62–82. doi: 10.1016/j.watres.2013.10.066
- Li Y, Qiu Q, He X, Li J (2011) "Energy Use Project and Conversion Efficiency Analysis on Biogas Produced in Breweries", In: *Proceedings of the World Renewable Energy Congress – Sweden, 8–13 May, 2011, Linköping, Sweden*. pp 1489–1496.
- Logan BE (2008) "Microbial Fuel Cells", John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- Lóránt B, Gyalai-Korpos M, Goryanin I, Tardy GM (2020) "Application of air cathode microbial fuel cells for energy efficient treatment of dairy wastewater", *Period Polytech Chem Eng*, under review
- Lóránt B, Gyalai-Korpos M, Goryanin I, Tardy GM (2019) "Single chamber air-cathode microbial fuel cells as biosensors for determination of biodegradable organics", *Biotechnol Lett*, 41:555–563. doi: 10.1007/s10529-019-02668-4
- [További felhasznált irodalom >>](#)

SZERZŐ:



Lóránt Bálint: 1992. szeptember 17-én született Budapesten. Felsőfokú tanulmányait 2011-ben kezdte meg a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karán, ahol már másodéves korában becsatlakozott a Szennyvíztisztítási Biotechnológiák Kutatócsoport munkájába. BiomérnökMSc diplomáját 2017-ben kapta meg kitüntetéses minősítéssel, a PhD képzést pedig még ez évben az Oláh György Doktori Iskola keretein belül kezdte meg. Kutatása a mikrobiális üzemanyagcella alapú technológiai megoldásokra fókuszál a szennyvízkezelés és szennyvízminősítés területén, mellyel immár 8 éve foglalkozik.

IPARI HULLADÉKVIZEK KEZELÉSE HIBRID ELJÁRÁSSAL: DESZTILLÁCIÓ ÉS HIDROFIL PERVAPORÁCIÓ

DO THI HUYEN TRANG, DR. TÓTH ANDRÁS JÓZSEF
BME-VBK KÉMIAI ÉS KÖRNYEZETI FOLYAMATMÉRNÖKI TANSZÉK,
KÖRNYEZETI ÉS FOLYAMATMÉRNÖKI KUTATÓCSOPORT

Kivonat: Megállapítható, hogy a finomkémiai iparokban, főként a gyógyszeriparban a gyártástechnológia során nagy mennyiségű folyékony hulladék, illetve ipari hulladékoldószer keletkezik. Ezek kezelése kiemelt kérdés, mert ártalmatlanításuk sokszor az egész technológia költségének a legnagyobb hányadát teszi ki. Így olyan regenerálási eljárások kidolgozására van szükség, amelyek anyagilag kedvezőek a gyár számára és lehetőleg van, a körforgásos gazdaság jegyében, az adott technológiában vagy esetleg máshol újra felhasználni a folyékony hulladékokat. A desztillációs technika sok esetben jó megoldásnak bizonyul, azonban nagy víztartalmú, kevés illékony komponens-tartalmazó elegyek esetén ez az eljárás a nagy gőzfogyasztása miatt sokszor nem kifizetődő, illetve azeotróp elegyek esetében elválasztási korlátokba ütközünk. Jelen munkában a desztilláció és az alternatívájának tekintett membrános eljárás, a pervaporáció kerül bemutatásra alacsony alkoholtartalmú vizes elegyek kezelésén keresztül. Etanol tartalmú technológiai hulladékvizeket vizsgáltunk professzionális folyamatszimulátor környezetben. Megállapítottuk, hogy az etanol és a víz elválasztására alkalmas a desztilláció és a hidrofil pervaporáció kombinálása.

Kulcsszavak: technológiai hulladékvíz, etanol-víz elválasztás, pervaporáció, hibrid művelet

1. BEVEZETÉS

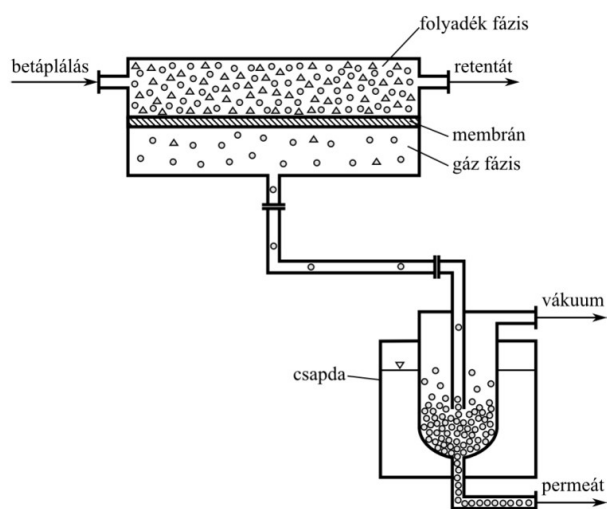
A kutatás kiindulópontja az, hogy nemcsak Magyarországon, hanem az egész világon egyre jobban fejlődik az alkoholipar, a gyógyszeripar és az élelmiszeripar, ezért a szennyvíztisztítás igénye is egyre jobban nő. A szerves oldószerkelegyek komponensei sokszor közeli forráspontúak és/vagy azeotrópot képeznek egymással, ezért nehezen tudjuk elválasztani őket hagyományos módszerekkel. Emiatt van szükség olyan új, vagy kombinált módszerre, amelyekkel a folyadékelegyből a kismennyiségű nem kívánatos szennyező komponenseket el lehet távolítani. A hibrid desztilláció-pervaporációs eljárás az egyik ilyen lehetséges megoldás [1, 2].

Munkánk során CHEMCAD folyamatszimulátor segítségével modelleztük a hibrid desztillációs-pervaporációs eljárást. Az alkohol-víz elegy elválasztását tanulmányoztuk. Konkrétan, a minimális forráspontú homogén azeotrópot képező etanol-víz elegy elválasztása volt a cél, desztilláció és hidrofíli pervaporáció kombinálásának segítségével.

2. ELMÉLETI HÁTTÉR

A pervaporáció olyan elterjedt membrános művelet, ahol fázisváltás történik. Az utóbbi tízévekben a pervaporáció az egyik legdinamikusabban fejlődő membránszeparációs műveletnek tekinthető. A pervaporációs membrán azeotrópok, illékony komponensek kinyerésére, illetve elválasztására alkalmazható. Ma napok azonban a fenntartható fejlődés szigorúbb követelményein belül a pervaporáció

környezetbarát technológiájával konkrét választ és valódi megoldást jelenthet számos szétválasztási folyamat számára akár nagyobb, ipari léptékben is. A pervaporáció folyékony elegyek hatékony elválasztási eljárása nem porózus membrán segítségével. A membrán akadályként szolgál a folyadék fázisú betáplálás és a gőz fázisú permeátum között. A koncentrációkülönbség hajtóerejű membránok kategóriájába tartozik a membránművelet. Az **1. ábra** szemlélteti a laboratóriumi vákuumos üzemű pervaporációt. A folyadékelegy egyik komponense áthalad a membránon, permeálódik, és a membrán másik oldalán alacsony nyomású gőzfázisba kerül. Ilyenkor a permeátumot a kis nyomás miatt egy meglehetősen alacsony hőmérsékletű közegben (többnyire csapdában) lekondenzáltatjuk és később folyadékként vezetjük el [1, 3, 4, 5].



1. ábra Vákuum üzemű pervaporáció elvi folyamatbrája [1]

A főbb jövőbeli trendeket két kutatási stratégiában lehet felépíteni [6, 7]:

I. Megközelítés: A tömegáram modelljeinek előrejelző képességének javítása a pervaporációban, működési teljesítményének extrapolálására más körülmények között. Ezután végrehajthatjuk ezeket a modelleket a hibrid folyamatok általános szimulációs és optimalizálási szakaszában, amelyek integrálják a pervaporációt más elválasztó egységekkel (például pervaporáció-desztilláció).

II. Megközelítés: A hibrid folyamatok szimulálása és optimalizálása, a szükséges membránteljesítmény kiszámítása. Ezután empirikus vagy szemempirikus egyszerű modelleket lehet alkalmazni a kiválasztott működési körülmények között annak érdekében, hogy megkapjuk a szükséges membránteljesítmény eléréséhez szükséges információt (például a hőmérséklet, anyag, mikroszerkezet hatása, stb.).

A desztilláció a vegyipar kulcsfontosságú elválasztó művelete, egyben viszont az egyik legenergiaigényesebb eljárása. Ezzel az elválasztási módszerrel történik azüzemanyagok (pl. benzin, dízelolaj), folyékony tüzelőanyagok, illóolajok és számos más alapvetőfolyékony vegyszer előállítása és elválasztása. A desztillációt (vagy régiesebb nevén lepárlást) két vagy több illékony komponest tartalmazó homogén folyadékelegy elválasztására alkalmazzák. A lényege az, hogy azonos hőmérsékleten az elegy komponenseinek eltérő az illékonyága (az egyensúlyi gőznyomása vagy a tenziója). Kettő vagy több különböző vegyületet tartalmazó rendszer esetében, ahol a folyadékfázis érintkezik a vele termodinamikai egyensúlyban lévő gőzfázissal,

az illékonyabb komponens/komponensek koncentrációja nagyobb a gőzfázisban, mint a folyadékfázisban. A gőzfázis kondenzáltatásával a kiindulási elegytől eltérő összetételű folyadékot kapunk. A desztilláció műveletét általában szakaszos és folyamatos üzemmódban szokták megvalósítani [1, 8].

Mivel a két fázis csak egy fokozatban érintkezik egymással, ezért a folyamatos egyensúlyi desztillációval elérhető szétválasztás erősen korlátozott. A hatékony szétválasztást általában csak rektifikálással (ismételt desztilláció) biztosíthatjuk. A folyamatos desztilláló oszlopot a betáplálási tényér két oszloprészre bontja:

- A betáplálás felett a rektifikáló/ dúsító,
- míg az alatt a sztrippelő/ kihajtó/ szegényítő zóna helyezkedik el.

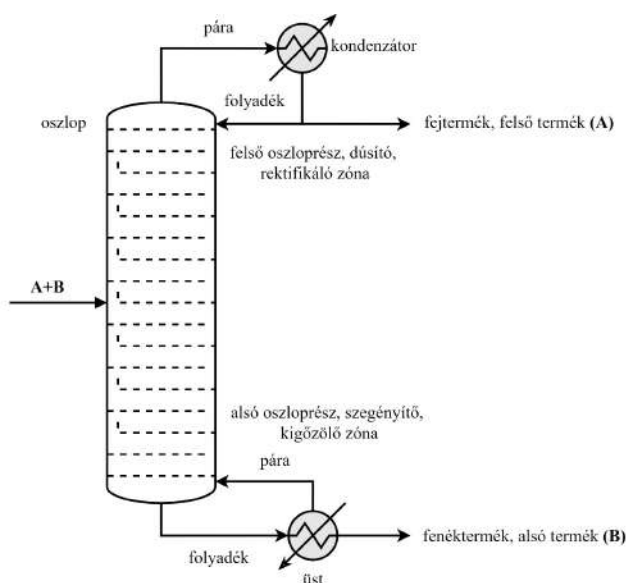
A folyamatos desztilláció megvalósításakor a szétválasztandó elegyet folyamatosan tápláljuk be a kolonnába. A kétkomponensű zeotróp (azeotrópot nem képező) elegy esetén:

- A kisebb forrpontú (könnyű)
- B a magasabb forrpontú (nehéz) komponens.

A-t fejtermékként/ felső termékként, B-t fenéktermékként/ alsó termékként kapjuk. Ha a kolonna állandósult állapotban működik, azaz a paraméterek, pl. hőmérséklet, nyomás, termékösszetételek, a berendezésben lévő anyagmennyiségek, stb. időben nem változnak.

A **2. ábra** szemlélteti folyamatosrektifikálást. A folyamatos egyensúlyi desztilláció során a szétválasztandó elegyet állandó áramban felmelegítjük, majd betápláljuk a lepárló edénybe és az ott keletkezett egyensúlyi gőz és folyadékfázisokat külön-külön elvesszük.

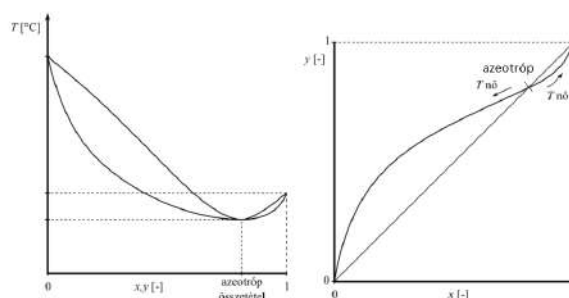
A folyamatos desztillációt nagymennyiségű elegyek elválasztására alkalmazzák a vegyiparban.



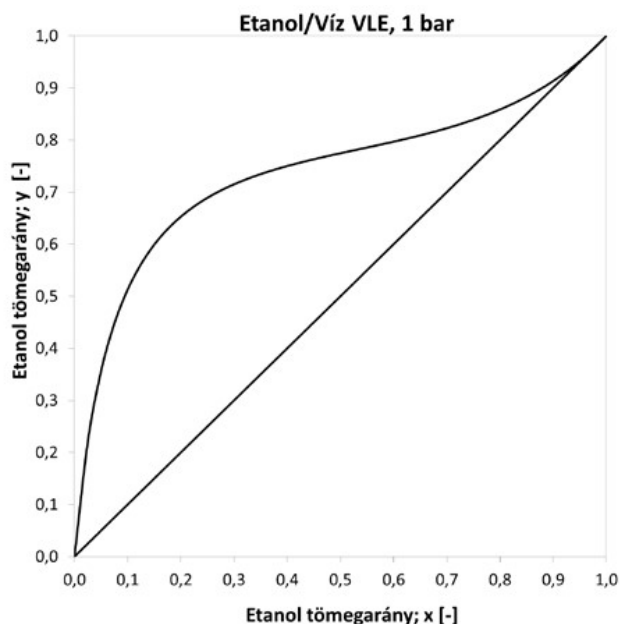
2. ábra A-B zeotróp elegy elválasztása folyamatos desztillációval [1]

Az etanol-víz elegy olyan homogén, többkomponensű rendszer, amelyekben az alkotórészekarányát tetszőlegesen változtathatjuk anélkül, hogy közben új fázis keletkezne vagy tűnne el. Az etanol-víz rendszer minimális forráspontú homogén azeotróp rendszernek tekinthető. Ez azt jelenti, hogy létezik egy olyan összetétel, amelynél az elegy forráspontja bármelyik alkotó egyediforrásponójánál alacsonyabb. A minimális forráspontú homoazeotróp elegy gőz-folyadék egyensúlyát és a forráspont-harmatpontgörbéjét a **3. ábra** mutatja be. A 4. ábra pedig az etanol-víz elegy egyensúlyi diagramját szemlélteti. Az azeotróp összetétel függ a nyomástól. A nyomás változtatásával a rendszer azeotróp jellege

megszűnhet. Az etanol-víz rendszernek 95,63 tömeg% etanol tartalommal van az ún. azeotróp pontja 1 bar nyomáson [1].



3. ábra Minimális forráspontú homoazeotróp elegy forráspont-harmatpont görbéje és egyensúlyi diagramja [1]



4. ábra Etanol-víz elegy egyensúlyi diagramja [9]

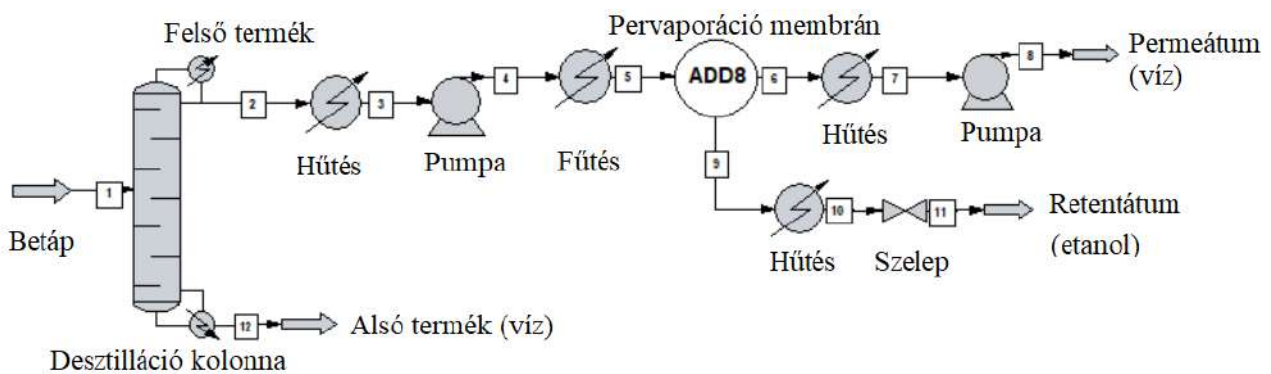
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

Etanol-víz elegyet választottunk el, azzal a céllal, hogy az elegy víztartalmát csökkentsük

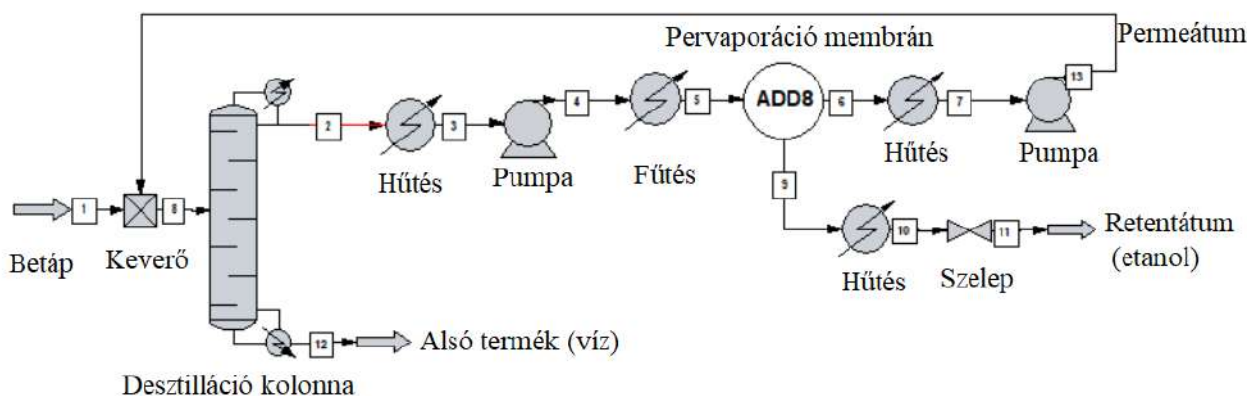
hibrid desztilláció-pervaporációs rendszerrel. Ún. „steady state”, azaz egyensúlyi állapotú modellezést használtunk. A modellezést CHEMCAD program segítségével végeztük el, ami egy intuitív kémiai folyamatszimulációs szoftver hibrid csomagja. A termodinamikai modell kiválasztásánál két típusból választhattunk: vagy folyadék-folyadék rendszerek (LLE: liquid-liquid equilibrium), ami folyadék-folyadék egyensúlyt vesz figyelembe, vagy gőz-folyadék rendszerek (VLE: vapour-liquid equilibrium) gőz-folyadék egyensúly állítható be. A desztillációs folyamatok modellezésére a Wilson, NRTL, és a UNIQUAC termodinamikai modellek ajánlottak. Az etanol-víz elegy

elválasztásánál azeotróp pont feletti tisztaságú etanolterméket, illetve min. 99,9 tömeg% feletti tisztaságú vízterméket szeretnénk előállítani. A modellezési munka legfőbb célja az volt, hogy az adott etanol-víz elegynél optimalizáljuk a desztillációs oszlop méreteit, fő működési paramétereit és a megfelelő elválasztáshoz szükséges membránfelületek nagyságát [10].

Az **5. és 6. ábrán** látható a hibrid desztilláció-hidrofil pervaporációs eljárás modellezése. A hidrofilos rendszerekből vizet permeátum termékként, rententátum termékként pedig etanolt kaphatunk elviekben. Megvizsgáltuk a recirkulációs esetet is.



5. ábra Az etanol-víz elegy elválasztási sémája a hibrid desztilláció-pervaporációs eljáráson keresztül



6. ábra A recirkulációs hibrid desztilláció-pervaporációs rendszer folyamata

A munkánk során felhasználtuk a Környezeti és Folyamatmérnöki Kutatócsoport által végzett kísérletek pervaporációs membrán adatait, amik az **1. és 2. táblázat**ban láthatóak. Az alkalmazott pervaporációs membrán betáplálási hőmérséklete és nyomása, amin a modellezést is végeztük: 90°C, illetve 3 bar volt. Az oszlop fenéktermékének specifikáció számát minden futtatásnál 99,9 tömeg%-ra állítottuk.

Pervaporációs egységek		Érték	Mértékegység
Permeát nyomás		0,008	bar
Betáplálás nyomásesése		0,1	bar
Permeabilitás		10 ⁸	kmol/m ² hbar
Transzport koefficiens	Víz	0,000202	kmol/m ² h
	Etanol	0,0000193	
Aktivitási energia	Víz	77877	kJ/kmol
	Etanol	128572	
„A” paraméter	Víz	2,63	-
	Etanol	-8,68	

1. táblázat Az etanol-víz elegy esetében a hidrofíl pervaporációs membrán paraméterei (PERVAP™ 1210 típusú membrán) [11]

Paraméterek	
Modell	UNIQUAC, VLE
Kolonna típus	SCDS, tányéros
Kolonna anyag	Szénacél
Tányér típus	Valve, SS304
Tányér anyag	Szénacél
Fejtermék etanol	95 tömeg% felett
Fenéktermék víz	99,9 tömeg%

2. táblázat A desztillációs kolonna paraméterei

A betáplálás adatait szemléletli a **3. táblázat**.

Betáplálás jellemzői		Érték	Mértékegység
Betáplálási nyomásesése		1	bar
Betáplálási hőmérséklet		20	°C
Betáplálási áram		1000	kg/h
Betáplálási összetétel	Víz	70	mol%
	Etanol	30	mol%

3. táblázat A betáplálás jellemzői a hibrid eljárás modellezésénél

Kétféle utat próbáltunk ki: vagy egy adott tányérszámú desztillációs kolonnát használtunk és módosítottuk a pervaporációs membránok modulszámát, vagy adott volt a pervaporációs membránok modulszáma és a desztillációs kolonna tányérszámát változtattuk meg. A feladat lépései az alábbiak voltak:

1. lépés: A **4. táblázat** szerint kijelöltünk 6 modellt, mindegyik modell esetén adottak voltak a betáplálási adatok, a pervaporációs membrán jellemzői és a működési körülmények. Látható, hogy az 1., 3., 4., 5., 6. modelleknél azonos a pervaporációs membránfelület összege, ami 160 m². A modelleket később összehasonlítottuk.

2. lépés: Kiválasztottunk egy standard méretű oszlopot, amely 10 tányérszámú és a betáplálási elegyet az ötödik tányérra vezettük be. Megtartottuk az 1000 kg/h áramú betáplálást és az 30-70 mol% etanol-víz összetételt. Ezután a desztilláció fejtermékét tovább áramoltattuk a hidrofíl pervaporációs membrán irányába.

3. lépés: Recirkulációt építettünk ki.

Jellemző	M.e	1. modell	2. modell	3. modell	4. modell	5. modell	6. modell
Membránfelület	m ²	80	40	40	20	160	17.8
Szekciós szám	-	800	400	400	200	1600	178
Membrán modul	db	2	2	4	8	1	9
Felület összege	m ²	160	80	160	160	160	160

4. táblázat Modellezési adatok

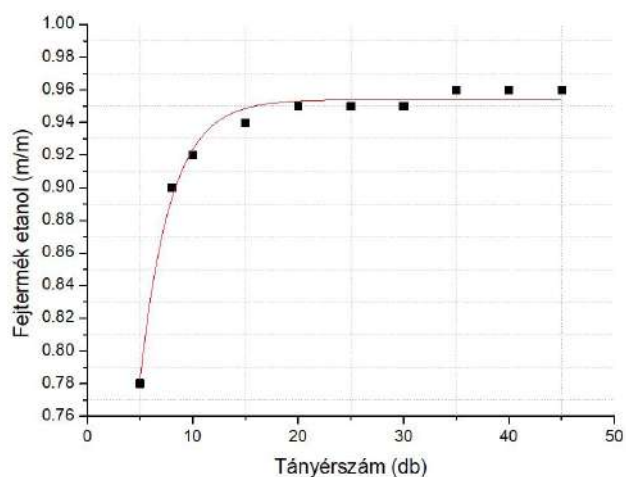
4. lépés: Változtattuk a kolonna tányérszámát az adott 1. modell-nél. Mindegyik tányérszámnál megfigyeltük a kolonna fejtermékének specifikációs számát, hőigényét, refluxarányát, illetve a rendszer végén kapható retentátum etanoltartalmát.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Elvégeztük a hibrid desztillációs-hidrofil per-vaporációs rendszer optimalizálását. A tányérszám és az etanol tisztasága, fűtési energia, illetve a refluxarány közötti kapcsolatot szeretnénk megállapítani.

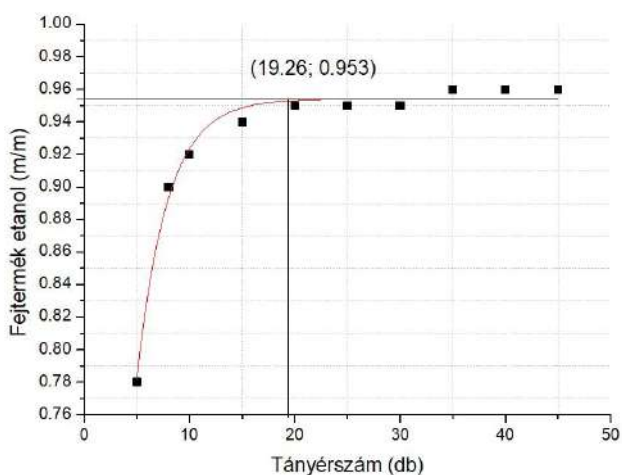
A **7. ábrán** a desztillációs fejtermék etanol tisztasága és tányér száma közötti kapcsolatot az ORIGIN program segítségével elkészített függvényen ábrázoltuk. Ezen az látható, hogy a tányérszám növekedésével a fejtermék etanol tisztasága is nő. A gyors növekedés nem folyamatos, hanem egy bizonyos pont után állandósulttá válik. A **8. ábrán** az egyenleteket ábrázolva megkerestük a 2 metszéspontját (19.26; 0.953). Ebből arra a következtetésre jutottunk, hogy 20 db-os tányértól kezdve

a fejtermék etanol tisztasága nem változik már szignifikánsan, ezért nem szükséges a további tányér használata. A 20 db tányérszám alkalmazásával tudjuk így a leggazdaságosabb és leghatékonyabb elválasztást elérni.

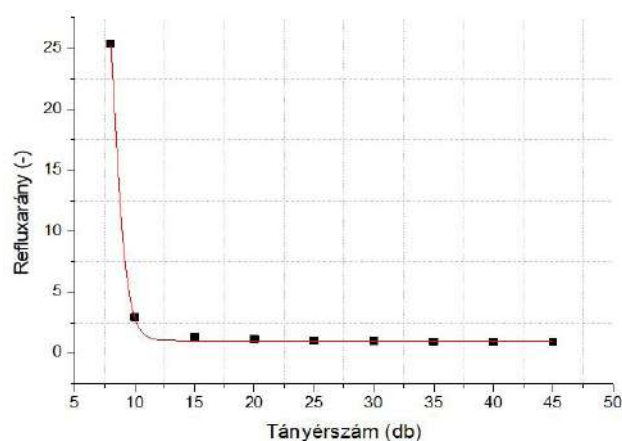


7. ábra: A fejtermék etanol tisztasága a tányérszámnak a függvényében

Hasonló elemzést végeztünk el a tányérszám és a refluxarány között, ami a **9. ábrán** látható. A **11. ábrán** pedig a tányérszám és a fűtési energia közötti kapcsolatot szemléltetjük.



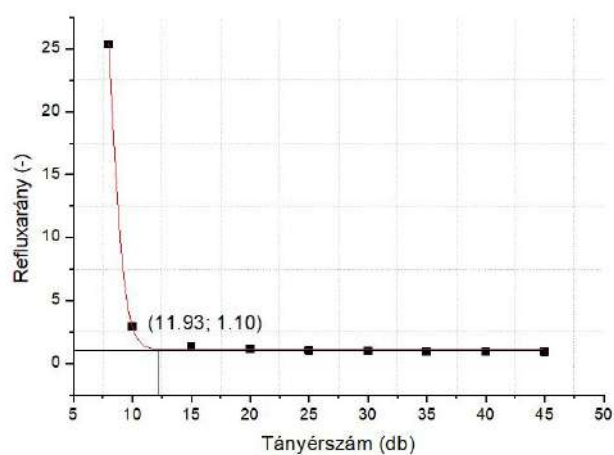
8. ábra: A tányérszám és a fejtermék etanol tisztaság görbéket leíró egyenletek metszéspontja



9. ábra: Refluxarány-tányérszám diagram

Az ábrák alapján elmondható, hogy mindkét esetben, amikor a tányérszám nő, akkor a refluxarány és a fűtési energia csökken egy pontig, majd állandósul. Az ORIGIN program segítségével megkerestük azt a pontot a görbén, ahol elkezd állandósulni (10. és 12. ábrán). Mindkét esetben a 12 db-os tányérszám-tól kezdve nem változtak meg a refluxarány és a fűtési energia értékei, így megállítható, hogy a két mutató között összhang van.

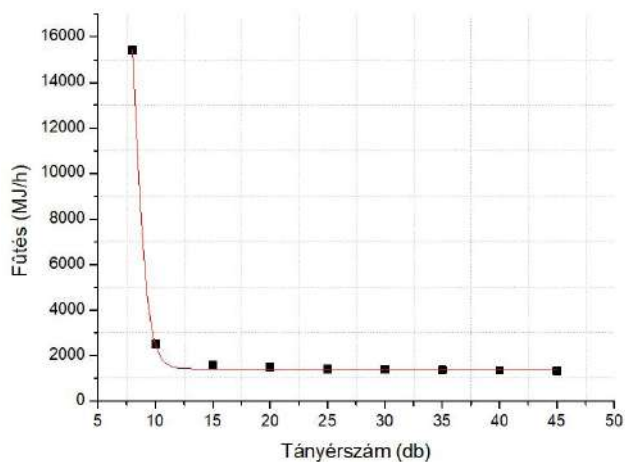
Megállapítottuk azt, hogy a hibrid rendszer kb. 5-15%-os többletet jelent a hőigény szempontjából. Mindegyik futtatásnál sikerült elérni a közel tiszta vizet a fenéktermékben, az előírt specifikációt tehát tudta teljesíteni a desztillációs kolonna. A retentátum esetében pedig 96 tömeg% feletti tisztaságú etanol kapható, vagyis át lehet lépni az azeotróp ponton, a 95,63 tömeg% etanol értéken, 1 bar nyomáson.



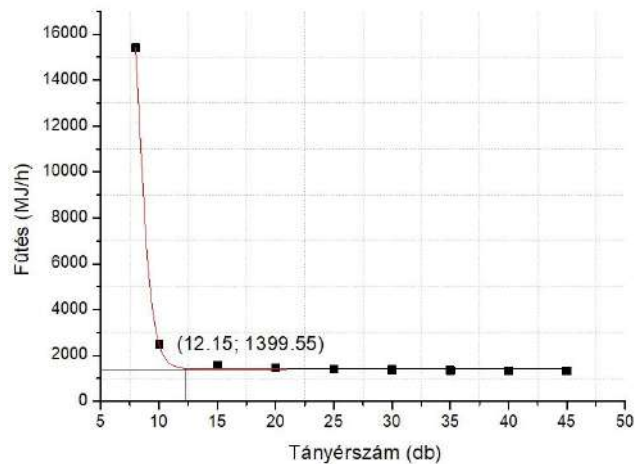
10. ábra: Refluxarány-tányérszám összefüggés keresett metszéspontja

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk összefoglalásaként elmondható, hogy a hibrid desztilláció-pervaporációs rendszer hatékonynak minősült az etanol-víz azeotróp elegy elválasztásának céljából.



11. ábra: Fűtés-tányérszám diagram



12. ábra: Fűtés-tányérszám összefüggéskeresett metszéspontja

Az azeotróp pontot az összetett eljárással át lehet lépni. Megállapítottuk továbbá azt is, hogy a recirkulációs változat esetében a termék tisztaságok nem változnak szignifikánsan, illetve a hőigény jelentősebb. Azonban érdekesebb ezt az irányt követni, mert csak így kaphatunk kizárólag két terméket: etanolban gazdag retentátumot, illetve vízben dús desztillációs fenékterméket. Kijelenthető tehát, hogy az etanol dúsítás mellett párhuzamosan, a desztilláció fenéktermékeként közel tiszta vizet lehet elérni.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4-BME-416 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Program, a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, az 128543-as és az 131586-os számú OTKA pályázatok támogatásával

készült. A kutatómunka az Európai Unió és a magyar állam támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával, a GINOP-2.3.4-15-2016-00004 projekt keretében valósult meg, a felsőoktatás és az ipar együttműködésének elősegítése céljából.

7. FELHASZNÁLT IRODALOM



SZERZŐ:



Do Thi Huyen Trang, vietnámi hallgató vagyok. 2017-ben szereztem a BSc. diplomámat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen a környezetmérnöki szakon, míg ugyanitt 2020. júliusában az MSc. fokozatot. 2020. szeptemberétől a Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszéken leszek PhD hallgató. Az érintett kutatási területeim: szennyvíztisztítás és membránműveletek.



Dr. Tóth András József vagyok, 2015-ben szereztem a PhD fokozatot a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Azóta a Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszéken dolgozom laborvezetőként a Környezeti és Folyamatmérnöki Kutatócsoportban (www.envproceng.eu). Kutatási területeim: szennyvíztisztítás, hulladékgazdálkodás, membránműveletek, illetve desztillációs módszerek fejlesztése.



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

ÚJABB SZAKASZBA LÉPETT A MASZESZ VÍZÉRTÉK SZEMLÉLETFORMÁLÓ PROGRAMJA

Lezárult a víz értékének társadalmi tudatosítását, a települési vízgazdálkodás és az azt kiszolgáló infrastruktúra fontosságának, láthatóságának erősítését támogató szemléletformáló, edukációs programunkat megalapozó reprezentatív, országos kutatás. Két fókuszcsoportos kvalitatív és egy 5000 fős reprezentatív online kutatás keretében felmértük a társadalom víziközmű szolgáltatással kapcsolatos tudását, véleményét, elvárásait, jövőképét.

A felmérés értékelése jelenleg szakértői csoportunk bevonásával zajlik. Az elemzésre építve készül el az a kommunikációs stratégia, melynek keretében olyan üzenettartalmak, hordozók, megvalósítási akciótervek és azokon alapuló tartalmak is összeállításra kerülnek, amik a közeljövőben a MaSzeSz, valamint az ágazat összes szereplőjének számára; hosszú távon is könnyen felhasználható, információkat, tudnivalókat, adatokat biztosítanak a fogyasztókban meglévő érdeklődés fenntartására, a tudás-szomj kielégítésére.

A decemberi országos VÍZÉRTÉK konferenciánkon részletesen beszámolunk a kutatási és kommunikációs eredményeinkről.



TUBE AIR DIFFUSERS

HIGH EFFICIENCY - LOW MAINTENANCE COSTS

EKOTON LEVEGŐS DIFFÚZOROK ELŐNYEI:

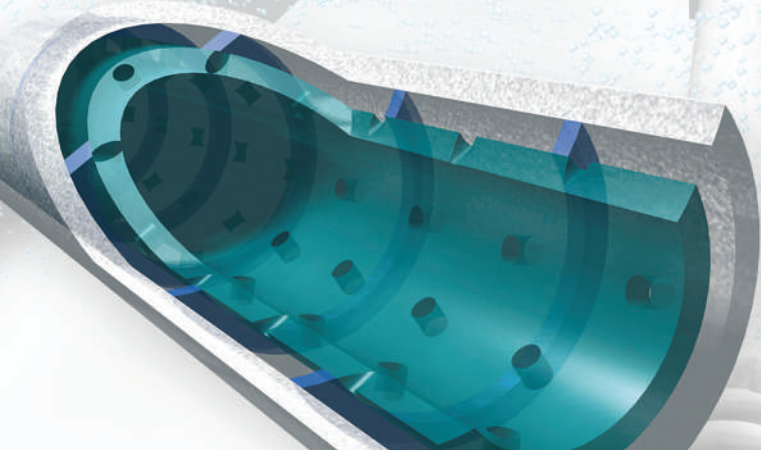
- Nagy hatásfok a finom buborékok és az optimális iszapkeverés.
- Az EKOTON levegőztető rendszer telepítése alacsonyabb beruházási költséget igényel, mivel a levegővezetékek egyben diffúzorok, így lényegesen kevesebb csővezeték szükséges.
- Az EKOTON diffúzorok széles levegőáramlási tartományban képesek 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

A 2020. ÉVI PANDÉMIÁS KRÍZIS TAPASZTALATAI A VÍZIKÖZMŰ ÁGAZATBAN - WEBINÁRIUM

A COVID-19 járvány miatt kialakult rendkívüli helyzetben jól helyt állt a szakma, de gondolni kell arra, hogy ilyen szituációk még elfordulhatnak! Az eddigi tapasztalatok alapján mire kell felkészülni? Mit kellene jobban csinálni? Másként kell tervezni? Más módon kell az anyagot beszerezni? Másként kell üzemeltetni? Ezekre a kérdésekre kereste a választ a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség 2020. június 23-án ingyenes webinárium a „A 2020. évi pandémiás krízis tapasztalatai a víziközmű ágazatban” címmel.

Csitári Zoltán, Eseménymenedzser-helyettes, és Neer József Szennyvízágazati technológiai vezető előadása bemutatta a Fővárosi Vízművek COVID-19-el kapcsolatos intézkedéseit vállalati és operatív szinten.

Molnár Attila, műszaki igazgató prezentációja ismertette, hogy az ÉRVZrt. hogyan dolgozott, dolgozik járvány idején, s vajon hogyan tovább?

Galambos Péter, a HAWLE Kft ügyvezető igazgatója víziközmű beszállító; háttérpari szemszögből tért ki a járványhelyzet tapasztalataira.

A webinárium előadásai elérhetők a [Tudástárban](#).



AKTÍV MASZESZ SZAKMAI JELENLÉT A KÉK BOLYGÓ KLÍMAVÉDELMI ALAPÍTVÁNY FENNTARTHATÓ VÍZVÉDELMI VERSENYÉN, AZ AQUATON-ON



Mentorként, előadóként, zsűritagként vettünk részt a fenntartható vízügyi innovatív megoldások seregszemlájén.

A versenyre a környezetünkért, a fenntarthatóbb jövőért tenni akaró fiatalok, egyetemi, főiskolai jogviszonnyal rendelkező vagy frissen végzett hallgatók jelentkeztek, akik felhő alapú, applikációk, robottechnológia, mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségek alkalmazásával újszerű megoldásokat dolgoztak ki vizeink védelméért.

A Kék Bolygó Klímavédelmi Alapítvány felkérésére Sinka Attila főtitkár mentorként vett részt a döntőbe bekerülő fiatalok versenyén, ahol a résztvevők ötleteinek szakmai tanácsadójaként segítette a pályamunkák kidolgozását. A MaSzeSz vízérték szemlélet jegyében zajló aktív jelenlétével, előadásaival a fiatalok szemléletformálásán keresztül erősítette a víziközmű

hálózatos témák, és a „láthatatlan vízfogyasztással” kapcsolatos társadalmi érzékenyítő ötletek elkészítését. Felkért zsűritagként munkájával hozzájárult ahhoz, hogy hasznos, a víziközmű rendszerek fenntarthatóságát szolgáló fejlesztések is az élmezőnybe kerülhessenek. A verseny győztese társadalmi érzékenyítő ötletként egyfajta vízlábnyom számítást kidolgozva olyan applikációt fejlesztett, mely a termékek mögötti láthatatlan vízigényt hasonlítja össze látványos, figyelemfelkeltő módon. Második helyeztként olyan robotfejlesztés került kiválasztásra, mely a víztározók, vízhálózatok kamerás ellenőrzését végzi, a dobogó harmadik fokát a fogyasztói víztudatos magatartás erősítésére kifejlesztett, kád alá beépíthető, WC öblítésre használatos szürkevíz tartályos megoldás nyerte el.

Nagy örömünkre szolgál, hogy szakmai tapasztalatunkkal hozzájárulhattunk a számunkra fontos korosztály, a fiatalok szemléletformálásához, vízügyi, víziközművel kapcsolatos tudásuk elmélyítéséhez és megaláztatással láttuk, hogy a résztvevők képzettségétől függetlenül milyen aktívan és lelkesen álltak hozzá a vizes kérdésekhez.

A MaSzeSz ifjúsági tagozata, a Jurta közösen szervezi a Kék Bolygó Alapítvánnyal a WetskillsWaterChallenge kéthetes nemzetközi versenyét. Ezen túl a MaSzeSz az eddigi együttműködésekre alapozva szorosabbra fűzi kapcsolatát a Kék Bolygó Klímavédelmi Alapítvánnyal, melynek célja a magyar társadalom környezeti és fenntarthatósági problémákkal szembeni érzékenysége növelése,

a helyi közösségek bevonása ezek megoldására. A személyes környezeti felelősségérzet és a klímaváltozással szembeni fellépéssel kapcsolatos elkötelezettség kialakítása. Ennek érdekében az alapítvány kiemelten támogatja a környezetvédelemmel és a klímaváltozással kapcsolatos ismeretek többszintű oktatásának kialakítását és fejlesztését, a társadalom környezettudatosságának fejlesztését, a környezetvédelem és a klímaváltozás kapcsán az egyének és a társadalom érték szemléletének, viselkedésének, termelői és fogyasztói szokásainak, törekvéseinek megváltoztatását, a társadalom és a környezet közötti új viszonyrendszer kialakítását, a klímaváltozás hatásaival szemben való fellépést, az alkalmazkodás helyi és országos közösségi programjait.

Aquathon megjelenések a médiában:

TV2 -Innovátor magazin

(a riport az Aquathonról 06:23 percnél kezdődik):

[tovább a videóhoz >>](#)

Otthon is Műhely - online beszélgetés:

[tovább a videóhoz >>](#)

Sajtóhírek:

Design Terminál: [tovább a cikkhez >>](#)

Technokrata: [tovább a cikkhez >>](#)



A DIGITÁLIS FELZÁRKÓZÁS ÚJ SZINTRE EMELI A TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁST

WEBINÁRIUM SOROZAT A MASZESZ SZERVEZÉSÉBEN



A digitális világ és a települési vízgazdálkodás kapcsolódási pontjai

Forrás: Digital WaterReport, EWA

A digitális forradalom szilárdan beágyazódott mindennapjainkba kezdve attól, hogy miként lépünk kapcsolatba egymással, egészen a gazdálkodáson át, a pénzügyeink intézéséig. A digitális forradalom hatása a települési vízgazdálkodásra is egyre jelentősebb.

Településeink és az üzemeltetők, harcolva a víz- és víziközműrendszerek fenntartható kezeléséért, nap mint nap szembe találkoznak, a csökkentő vízkészletek, a klímaváltozás hatásai, a túlfogyasztás és az alulfinanszírozottság okozta problémákkal.

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség három részes webinárium sorozatot készít elő az egységes digitális települési vízgazdálkodás műszaki és finanszírozási adaptálásának magyarországi támogatására.

A webinárium tervezett tartalma:

Webinárium 1. Az egységes digitális települési vízgazdálkodás bemutatása

Webinárium 2. A szolgáltatói igények felmérése

Webinárium 3. A szállítói kapacitások bemutatása

A részletes tartalom és a regisztráció hamarosan elérhető lesz a [MaSzeSz honlapján](#).

JURTA HÍREK



A MaSzeSz JURTA Elnöksége, eddigi eredményes munkáját megköszönve fogadta el Dr. Bakos Vince elnökségi mandátumának visszaadását, aki munkáját külföldön folytatva mond le elnöki posztjáról. A junior vezetőség 2020. július 27-én új elnököt választott sorraiból, és örömmel számolunk be arról, hogy a szavazás egyhangú eredménnyel zárult: az új elnök Varga Laura, a BME VKKT doktorandusza.

Az elnök elköszön: Bakos Vince
(2018. március – 2020. július)



Tisztelt Kollégák!
Kedves jövő (vizes) Nemzedék!
Kedves MaSzeSz JURTA!

Nagy megtiszteltetés (volt) hozzátok tartozni, Veletek építkezni. Hálám a rendelkezésre álló medernél szélesebb és hosszabb folyam, így ezúton csak röviden köszönöm meg, egyrészt a régebb óta fiatal (élő és az elmúlt években eltávozott szenior) Kollégák támogatását, kiemelten pedig a MaSzeSz Elnökségének és Titkárságának mellettünk állását. Másrészt a fiatal Kollégák aktív és állhatatos munkáját, ezúttal kiemelve a Jurta első vezetőségének tagjait: Dr. Csizmadia Péter (2019.

márciusig), Hanzel Tímea, Madarász Emese, Samu Katalin, Dr. Tóth András József, Varga Laura, Vizsolyi Éva Cseperke. Büszke vagyok céljainkra, a junior körben megkötött „vízszereződésünkre”, arra, hogy egy fenntarthatóan működő fiatal szakmai közösség jött létre, ami gyarapszik és bekapcsolódott a nemzetközi „vízkeringésbe” is. De fontos mindig tudnunk, hogy nincs semmi bizonyosság abban, ami van, nincsen „kész”: forog a világ és együtt kell forognunk és folynunk vele! Ámde nem céltalanul, hanem helyenként magunknak vágva új medervonalat akár még a sziklákba is! Ez a medervágó és -formáló folyam Ti vagytok, Mi vagyunk együtt, mindezt (meg) élni kell! Világunkat és hazánkat tekintve, súlyos, a vízgazdálkodást is érintő kérdésekben nem jó irányba és/vagy nem megfelelő ütemben haladunk, és sok nagyon káros, bekövesedett medervonalatpl. a COVID sem tudott

eddig megingatni. Ma a fenntarthatósági és vízgazdálkodási kérdésekben többségében nem a (szabály)követésre, hanem új, paradigmaváltó (szabály)alkotásra van szükség, persze jó megkülönböztetéssel, de a legnagyobb határozottsággal! Mivel tenger a célunk, nem lehetünk lábvizes pocsolyák! Köveken bukda-csoló, langyos-lábvizes dézsákat elsőprő és másokkal folyamokká fejlődő friss patakok, induljatok, induljunk útnak együtt és duzzadjunk megújulást hozó folyamává! (El)Köszönök de/ és (szívben meg)maradok (Jurta tagnak)! Jó szívvel adom át az elnöki stafétát Varga Laurának, akinél igen jó helyen lesz (úton). Utódomnak nagy hajrát és jó szelet kívánok az újhullámok „bevitórához”! Mindnyájunknak pedig: alázattal és tisztelettel tanuljuk tovább együtt a múltat, a legkiválóbb szaktudással és emberséggel éljük (meg) a jelent, és akkor közös erővel Vízre tesszük a jövőt!



Az új elnök beköszön: Varga Laura (2020. július -)

Varga Laura vagyok, a MaSzeSzJUnioRTAgozatának új elnöke. Először is szeretném megköszönni a lehetőséget és a bizalmat, hogy elvállalhattam ezt a megtisztelő feladatot! Nagyon hálásak vagyunk és köszönettel tartozunk Bakos Vincének, amiért komoly munka áranmegalapította a tagozatot, és megalapozta annak működését az utána következő generációk számára!

Röviden bemutatkozni: építőmérnökként végeztem a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem mesterképzésen Víz-és

vízi környezetmérnökispecializáción. Jelenleg a doktori fokozat megszerzésének rögzös útját taposom a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékén. Fő szakterületeim a települési csapadékvíz-gazdálkodás és az éghajlatváltozás várható hatásainak vizsgálata. A Junior Tagozatnak alapítás óta elnökségi tagja vagyok. A fő célkitűzésem elnökként, hogy egy aktív és összetartó fiatalokból álló szakmai közösséget építsek! Terveink között szerepel nemzetközi kapcsolataink további erősítése és színvonalas szakmai programok szervezése.

A következő időszak tervei

A JURTA elnöksége nyáron sem pihent, már megkezdtük az év hátralévő részére a programok tervezését! A mellékelt idővonalon láthatjátok a MaSzeSz Junior Tagozat elmúlt két és fél évének kiemelt eseményeit. Az egyik legfontosabb célunk, hogy feltöltsük az elnökségben megüresedő helyeket új, lelkes emberekkel. Szeptember első hetében (további információkért figyeljétek a Facebook oldalunkat) egy találkozóra invitálunk Titeket (Ma!SzeSzelés EXTRA), amely keretében bemutatjuk, hogy mivel foglalkozunk, milyen programok várhatók az elkövetkező időszakban, és laza, kötetlen, játékos formában lehetőség nyílik arra, hogy a leendő és a jövőbeli tagok jobban megismerjék egymást. Természetesen mindenkit szeretettel várunk, azokat is, akik csak egy kötetlenbaráti estén vennének részt, de nem pályáznak semmilyen pozícióra. Ezután kezdődik majd a jelölési időszak az elnökségi helyekre és októberben még egy csapatépítő közösségi élményprogramot

is tervezünk (részletek az őszi folyamán). Év végéig még egyéb izgalmas programok is várnak majd Rátok, mint például az októberi WetskillsWaterChallenge!



HOGYAN TOVÁBB TELEPÜLÉSI „HASZNÁLT” VÍZHASZNOSÍTÁSA, ÖNTÖZÉSES FELHASZNÁLÁSA?

DR. JUHÁSZ ENDRE CSC.

Településeink víziközműveinek fejlesztése mennyiségi szempontokból – a csapadékvíz kérdés kivételével – viszonylag jó eredményeket tud felmutatni. Ám néhány kérdésben változatlanul alatta maradunk az EU elvárásainak. Települési vízgazdálkodási szempontból – minden erőlködés ellenére - leginkább változatlan és egyre inkább akut kérdés az iszap elhelyezés, a szennyvíz öntözés és acsapadékvíz megoldása.

Országos leltárként nézzük az alábbi táblázatokat. A statisztikai adatokból számos következtést lehet levonni, mely egyben iránymutatás-ként is szolgál a hogyantovábbra.

Az utóbbi tizenöt év statisztikai mutatói elvileg előrelépést mutatnak, emellett azonban akad néhány disszonáns jelzés is, amit nem szabad a további fejlesztések során figyelmen kívül hagyni. Lássuk elsősorban az egyes tájegységek -szociális, ökológiai és ökonómiai feltételeit, azon belül is különösen a gazdasági igényeket, lehetőségeket.

Magyarország régiók szerinti vízközmű ellátottsági helyzete (2004. jan. 1. állapot)									
ssz.	régiók megnevezése	népesség [10 ³ fő]	összes lakás [10 ³ db]	egy lakásra jutó lakos (fő) [fő/lakás]	lakások bekötési arányai				közmű oló [%]
					ivóvíz hálózat		szennyvíz hálózat		
					[db]	[%]	[db]	[%]	
1	Közép-Magyarország (Budapest, Pest megye)	2827,7	1 231,6	2,29	1 182,5	96	944,2	77	19
2	Nyugat-Dunántúl (Győr-Moson-Sopron, Vas, Zala)	1000,4	390,3	2,56	379,6	97	245,0	63	34
3	Közép-Dunántúl (Fejér, Komárom-Esztergom, Veszprém)	1117,6	425,8	2,62	404,2	95	264,7	62	33
4	Dél-Dunántúl (Baranya, Somogy, Tolna)	989,4	386,0	2,56	369,1	96	190,9	49	47
5	Észak-Magyarország (B.A.Z., Heves, Nógrád)	1288,9	499,2	2,58	436,9	88	224,9	45	43
6	Észak-alföld (Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok, Szabolcs-Szatmár, Bereg)	1554,1	591,5	2,63	546,6	92	226,8	38	54
7	Dél-alföld (Bács-Kiskun, Békés, Csongrád)	1367,0	579,7	2,36	514,4	89	206,5	36	53
régiók összesen:		10 142,1	4 104,0	2,47	3 833,3	93	2 303,0	57	36

1. táblázat Az EU-ba történő belépés adatai 2004.(Juhász E. 2004)

Az első ábra az EU-ba történt belépés idejéből származó adatokat rögzíti. Jól látható, hogy a Közép-Magyarországi régió mind ivóvíz ellátás, mind csatornázottsági szempontból az országos átlaghoz képest kiemelkedik, továbbá a területre vonatkozó ellátási különbséget jellemző, közismert közmű olló értéke ez időben itt mindössze 19%-ot mutatott.

Másik véglet a két Alföldi régiók, melyek népessége mindössze a fele a Közép-Magyarországi régióknak és alacsonyabb értéket mutat, mint a legszegényebb térségnek kikiáltott É-Magyarországi megyék mutatói. (pl. Nógrád megye!) Nézzük az elmúlt legutóbbi 15 év fejlődési eredményeit, melyre a KSH legutolsó statisztikai adatokat felhasználó 2. sz. táblázat utal.

Az EU-ba történő belépés óta a népességünk ~3.5 %-kal (371.1ezer fő) csökkent, a lakások száma ugyan ekkor 339 ezer db-al nőtt. Az ivóvízbe bekötött lakások száma országos

átlagban, mint egy két és fél %-kal emelkedett. A számot tevő Uniós támogatások hatására sokkal jelentősebb volt a csatorna bekötés növekedése. Az országos átlag 25 %-os emelkedése mellett bár a Dél-Alföldi régióban a rákötések száma megduplázódott, még mindig a legutolsó helyet foglalja el. Budapest és Pest megye értékei kiugróan javítják az országos mutatók arányát. A közmű olló 36%-ról 13.3 %-ra, csökkent, azaz a szennyvízes szakterületen az ellátást igénybe nem vevő lakásállomány csaknem 0,6 millió db. mely cca. 1.3 millió főt érint.

Szennyvíztisztítás tekintetében összesen 819 db. különböző méretű és technológiai kialakítású telepről lehet számot adni, melyek mindegyike az EU előírásoknak megfelelően min. biológiai fokozatra épült ki, továbbá ezek nagyobb százaléka tápanyageltávolítási fokozattal rendelkezik. A telepek összes kapacitása jelenleg 14,956 mill. LE. A kettős hálózati igénybevétel (pl. üdülő övezetek) és a települések

Magyarország régiók szerinti víziközmű ellátottsági helyzete (2018)									
ssz.	régiók megnevezése	népesség [10 ³ fő]	összes lakás [10 ³ db]	egy lakásra jutó lakos [fő/lakás]	lakások bekötési arányai				közmű-olló [%]
					ivóvíz hálózat [10 ³ db]	[%]	szennyvíz hálózat [10 ³ db]	[%]	
1	Közép-Magyarország (Budapest, Pest megye)	3 001	1 402,4	2,14	1 368,7	97,6	1 286,0	91,7	5,9
2	Nyugat-Dunántúl (Győr-Ménfőcsanak, Győr, Moson-Sopron, Vas, Zala)	985	435,7	2,26	423,5	97,2	363,8	83,5	13,7
3	Közép-Dunántúl (Fejér, Komárom-Esztergom, Veszprém)	1 058	455,9	2,32	445,9	97,8	388,0	85,1	12,7
4	Dél-Dunántúl (Baranya, Somogy, Tolna)	888	409,3	2,17	389,2	95,1	299,2	73,1	22
5	Észak-Magyarország (B.A.Z., Heves, Nógrád)	1 137	509,8	2,23	464,9	91,2	390,0	76,5	14,7
6	Észak-Alföld (Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok, Szabolcs-Szatmár-Bereg)	1 460	624,1	2,34	588,5	94,3	476,2	76,3	18
7	Dél-Alföld (Bács-Kiskun, Békés, Csongrád)	1 242	602,8	2,06	551,0	91,4	437,6	72,6	18,8
régiók összesen		9 771	4 440,0	2,20	4 231,7	95,3	3 640,8	82	13,3

2. táblázat: 2018 dec. 31. adatok(KSH)

általi túlméretezettség következtében elégsé-
 lentős a kapacitás kihasználatlanság. Hidraulikai szempontból az éves szennyvíz mennyiség ~0,55 km³. Az elmúlt időszak igen jelentős momentuma, hogy valamennyi közcsatornába jutó szennyvíz tisztító telepen keresztül min. II. tisztítási lépcső után kerül befogadóba. A tisztítás hatékonyság mértéke azonban, sajnos nem mindenütt üti meg az egyre szigorodó minőségi követelményeket.

A települések nagyságrend szerinti besorolását figyelembe vevő ellátásról elmondható, hogy valamennyi településünk rendelkezik „jó minőségű” vezetékes ivóvízzel, ám azt is le kell szögezni, hogy számos helyen két három minőségi paraméter nem üti meg az EU által előírt szigorú követelményeket. Ezek kiküszöbölésére irányzott un. vízminőségjavító program – mint köztudott - az Önkormányzatok negatív gazdasági hozzáállása miatt eredménytelenül zárult.

Szennyvíz elvezetés szemszögéből a 3. táblázatot, valamint a 2020 évi KSH statisztikai adatokat összevontan értékelve megállapítható,

hogy az ország számszerinti települései nagyságrend szerint hogyan oszlanak meg és kategóriánként mennyi a lakosság szám.

A hátralévő feladatokat nézve jelenleg (2020. július) a <2000 lélekszám alatti települések közül a régiókban változó darabszám mellett minimális ipari szennyeződés mellett 256 település rendelkezik közcsatornával. E kategóriát tekintve a „kis települések” darabszáma kerekén 10,7%-a szennyvízcsatorna hálózattal és természetesen minimum II. fokozatú tisztító berendezéssel ellátott. (Az érintett átlagos lakos szám cca. 180 ezer fő.). A maradék, mint egy 90 % szennyvizeinek elhelyezése állandó és visszatérő szakmai vita tárgya.

A mellékelt szövegközi 4 sz. táblázat különösen a <2000 fő alatti települések szembetűnő darab számát mutatja

Visszatérve a régió belüli megyék gazdasági lehetőségeire, szolgáljon segítségül az alábbi összehasonlító 5. sz táblázat.

Ez rávilágít, egyrészt arra, hogy miért is jutott „csődbe” az előzetesen jól átgondolt

Lélekszám	Települések		Lélekszám	
	száma (db)	aránya (%)	(millió fő)	(%)
<2 000	2 398	76,1	1,69	17
2 001-10 000	683	20,2	2,23	23
10 001-15 000	55	1,7	0,73	7
15 000-150 000	86	2,8	2,72	28
>150 000	5	0,2	2,41	25
Összesen	3 154	100,0	9,78	100,0

3. táblázat Népesség megoszlása település nagyságok szerint(KSH)

Település kategória (fő)	Települések száma	Ebből város
-199	739	-
200-499	707	-
500-999	672	-
1 000-1 999	635	6
2 000-4 999	482	80
5 000-9 999	133	99
10 000-19 999	83	82
20 000-49 999	41	41
50 000-99 999	11	11
100 000-199 999	7	7
200 000-*	2	2
Összesen	3152	328

1. ábra Települések lélekszám szerinti megoszlása (KSH)

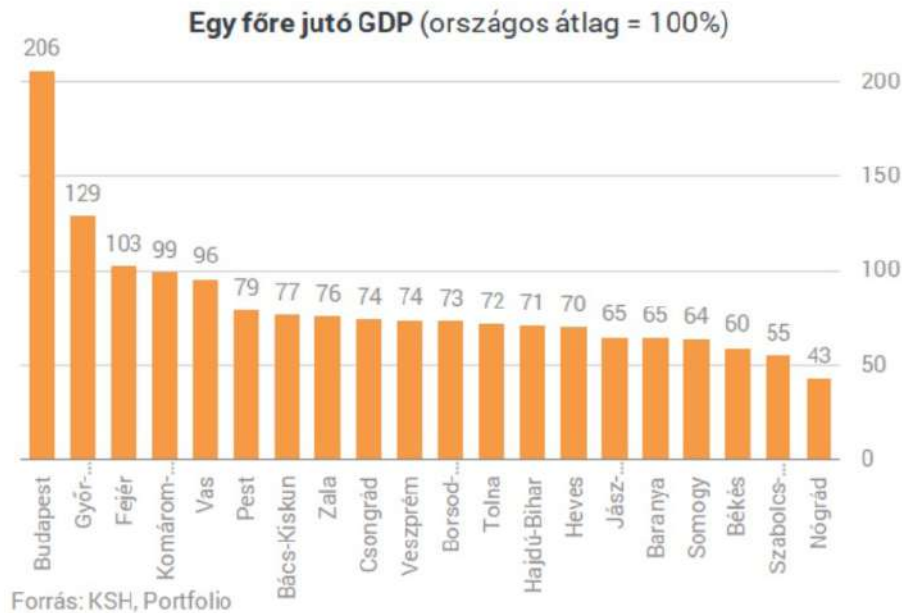
ivóvízminőségi program, továbbá milyen gazdasági lehetőség várható a kistelepülések szennyvízkérdéseinek megoldására.

A bevezető részben említésre kerültek a fenn tartható fejlesztések rész elemeinek (környezeti, szociális, gazdasági) szükséges összhangja. Ezek közül a gazdasági lehetőségek egyértelműen befolyásolják, mondhatni meghatározói a fejlesztéseknek elsősorban ezen kis települések esetében.

A táblázatból kitűnik a Főváros és térségének a többi megyéhez képest, mint egy három-négyszeres értéke. Ám ott, ahol alig-alig van ipar, ezzel együtt nincs munkalehetőség, a gyenge minőségű talajokon való mezőgazdasági munkából lehet éppen csak megélni, a lakosság ezért innét inkább az elvándorlást választja.

Az ország lakossága, mint fentebb láttuk folyamatosan csökken. Ennél nagyobb viszont az Alföldi régiókból történő „elvándorlás” ténye. Különösen érvényes ez az Észak- és Dél-Alföldi régiókra. Erre utal a számadatokon kívül az egy lakásra jutó lakónépesség mutatója. Hiába nőtt a térség lakás száma, feltehetőleg a fiatalabb nemzedék a jobb lehetőségeket keresve a Főváros környezetében esetleg az osztrák határ térségében igyekeznek a jobb megélhetésre számítva letelepedni.

Hasonló jelzés a régiók „közműolló” mutatója. A számok magukért beszélnek. A rendszerváltás idején a közművek bekötési arányának különbsége 42% volt, ami a sok száz milliárdos EU támogatás után, országos szinten 13,3 %-ra redukálódott. A két Alföldi régiónál rosszabb mutatóval csupán az aprótelepülésekből álló Dél-Dunántúli (Baranya-Tolna-Somogy) régió rendelkezik.



2. ábra Megyéink GDPp ellátottsága egymáshoz arányítva (forrás:KSH)

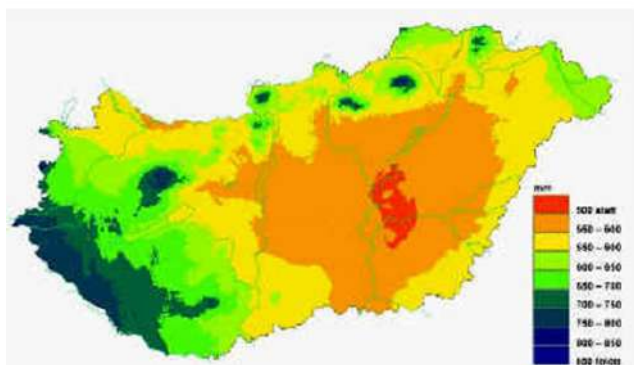
A tehetősebb <2000 települések közül (pld: a jelzett 256 db.) feltehetőleg sikerrel használta ki a valamilyen címen elérhető központi támogatást, ám a maradék ~ 2100 támogatás nélkül, főleg saját erőből soha nem tudja akár központi hálózattal akár egyedi megoldással eme civilizációs gondját megoldani. E tekintetben akut vita, hogy mesterséges, üzemeltetés szempontjából labilis biológiai(gépi) tisztítást vagy oldómedencés, szűrőrétegen keresztüli talajba történő elhelyezési(rész biológiai)eljárást kell követni. Döntő tény, hogy mit enged meg az EU által nem támogatott hazai büdzsé, ezen túl a kistelepülések jövedelmi lehetősége. A magam részéről a biológiai fokozatot felmutató kistisztító eljárás az amúgy is gyenge gazdasági környezetben, jogi és üzemeltetési problémák miatt egyelőre kevésbé látható járható útnak. Hát akkor hogyan tovább

kistelepülések? Hogyan tovább fenntarthatóság? Marad minden a régióban, azzal nem sérünk törvényt?

Az alacsony GDPp természetes következménye, mint fentebb láttuk az elvándorlás, mely különösen a mezőgazdaságban foglalkoztatott réteget érinti. E gyakorlat szorosan összefügg az utóbbi évtizedben felerősödött klíma problémákkal. A klíma kérdés valójában mind szűkebb, mind tágabb értelemben „víz” kérdés, mely érzékelhetően Magyarországot is érinti. Vessük össze az ország csapadékeloszlását az aszályossági eloszlással, majd abból levezethető következményekkel (lásd 1. és 2. sz. ábrákat).

Mindkét ábrából egyértelmű, egyben közismert is, hogy a klíma változás által okozott csapadék víz probléma elsősorban az Észak- és

MAGYARORSZÁG CSAPADÉK ELOSZLÁSI TÉRKÉPE



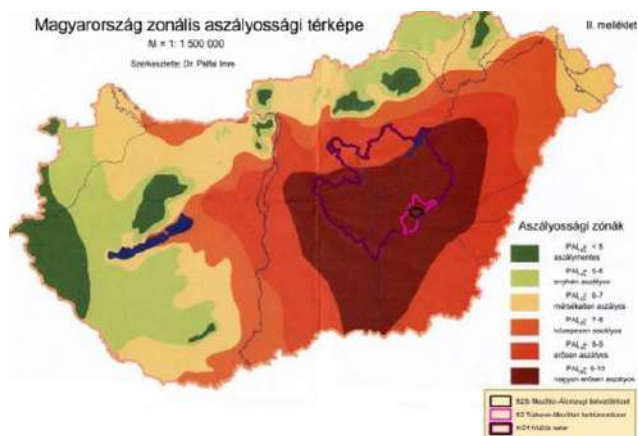
3. ábra Magyarország csapadékeloszlási térképe (forr: OVF)

a Dél-Alföldi régiókat érinti. A népesség megtartás ügye ezeknél a legjelentősebb.

Szám szerint vizsgálva a két régióból – a „népesség szaporodás” általános csökkenését nem tekintve – 1990 jan. 1 és 2018 dec 31 között 0,34 mill. fő távozott. A GDPpalacsony értékei is erre utalnak (5. tábl.)

(Hasonló megállapítás tehető a BAZ-Heves-Nógrád megyéketösszefogó Észak-Magyarországi régióra is, bár itt nem klimatikus, hanem főleg megélhetési gondok miatt 227 ezer fő csökkenést lehet regisztrálni. Ezek közül különösen Nógrád megye a leginkább problematikusabb)

Az 1. és 2 sz. ábrákból kiolvasható még, hogy a jelzett kritikus helyzet az ország lakosságának, mint egy harmadára terjed ki. Alap kérdés, hogy az aszályosodás, ill. az ennek hatására is bekövetkező, vele párhuzamosan létrejött elnéptelenedési folyamat lassítása vagy megszüntetése kinek az érdeke, vagy még inkább kinek a feladata, kinek a felelőssége?



4. ábra Magyarország aszályossági térképe (forr: OVF)

A települési vízgazdálkodásnak semmiképp nem feladata, de azzal, hogy a használt vizet, a kezelt iszapot a környezet javítására, a mezőgazdasági termelés egyes ágazatainak vízhiány és tápanyag pótlására, munkahely teremtésre, stb... fel tudja kínálni, amivel hozzá tud járulni a felmerült problémák enyhítéséhez, kiküszöböléséhez.

A hazai termőtalajok igen nagy hányada „szenved” a szervesanyag hiány miatt! Ugyan ez vonatkozik a nedvességtartalomra is, mely szintén a két „száraz” régióra a leginkább jellemző. A két Alföldi régió területe (19 256 ill. 17 754 = 37 011 km²) az ország teljes területének kerekítve 40,0 %-át teszi ki. Ez az a térség, amely a leginkább rászorul az amúgy sem nagy országunk ariditási folyamatának megszüntetésében történő segítségre.

A klímaváltság mint világ jelenség nemzetközi ügyggyé vált és az illetékes orgánum egyebek mellet a kezelt vagy használt vizek felhasználására egységes irányelvet adott közre. (Az EU

PARLAMENT és a TANÁCS 2020/741 rendelete (2020 május 25) a víz újra felhasználására vonatkozó minimál követelményekről).

Kivonat a rendelet indoklásából:

- (1) Az Unió vízkészleteire egyre nagyobb nyomás nehezedik, ami vízhiányhoz és a vízminőség romlásához vezet. Különösen az éghajlatváltozás, a nem előrejelezhető időjárási viszonyok és az aszályok jelentősen hozzájárulnak az édesvíz elérhetőségével kapcsolatos, a városfejlesztés és a mezőgazdaság okozta problémákhoz.
- (2) Az Unió jobban tudna reagálni a vízforrásokra nehezedő, erősödő nyomásokra a kezelt szennyvíz szélesebb körű újrafelhasználásával, a felszíni víztestekből és a felszín alatti víztestekből való kitermelés korlátozásával, a kezelt szennyvíz víztestekbe történő bevezetése okozta hatás csökkentésével és a víztakarékosságnak a települési szennyvíz többszörös felhasználása révén való előmozdításával, biztosítva ugyanakkor a környezet magas szintű védelmét. A 2000/60/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv⁽⁴⁾ olyan kiegészítő intézkedések egyikeként említi meg a víz újrafelhasználását – a víztakarékos ipari technológiák és a víztakarékos öntözési technikák használatának előmozdításával kombinálva –, amelyet a tagállamok alkalmazhatnak ahhoz, hogy elérjék az említett irányelvnek a felszíni víztestek és a felszín alatti víztestek jó minőségi és mennyiségi állapotára vonatkozó célkitűzéseit. A 91/271/EGK tanácsi irányelv⁽⁵⁾ előírja, hogy a kezelt szennyvizet, ha csak lehet, újra fel kell használni.
- (3) A Bizottságnak az európai vízkészletek megőrzésére irányuló tervről szóló, 2012. november 14-i közleménye szerint egy, a víz újrafelhasználására vonatkozó előírások uniós szintű szabályozására szolgáló eszközt kell létrehozni annak érdekében, hogy fel lehessen számolni azokat az akadályokat, amelyek ezen alternatív – konkrétan a vízhiány mérséklését és a vízellátási rendszerek sérülékenységének csökkentését segíteni képes – vízellátási lehetőség széles körű használata előtt állnak.
- (4) A Bizottságnak az Európai Unióban a vízhiány és az aszály jelentette kihívás kezeléséről szóló, 2007. július 18-i közleménye meghatározza a tagállamok által a vízhiány és az aszályok kezelése során figyelembe veendő intézkedések hierarchiáját. Kimondja, hogy azokban a régiókban, ahol minden megelőző intézkedés végrehajtására sor került a vízügyi hierarchia szerint, és ahol a vízigény még mindig meghaladja a hozzáférhető vízkészletet, egy kiegészítő vízellátási infrastruktúra képes lenne egyéb lehetséges módként, bizonyos körülmények között és a költség-haszon elemzés kellő figyelembevételével a súlyos aszály hatásainak enyhítését szolgálni.

A rendelet részletesen intézkedik a hasznosítással kapcsolatos engedélyezési eljárásról a kibocsátó ill. hasznosító felelősségéről, az ellenőrzésekről stb...

Külön rendelkezik az un. kockázatkezelési terv készítéséről, valamint annak tartalmi összeállításáról, végül táblázatban foglalja össze az általa meghatározott minimál követelményeket, melyet a tagállamok szigoríthatnak.

Félő, hogy a hazai jogszabályba illesztés a korábbi gyakorlatot követve nem veszi figyelembe az ország gazdasági lehetőségeit s a minimál követelményeknél lényegesebb szigorításokat vezet be.

Nézzük a minimális követelmények rendeletben összefoglalt 1 és 2 sz. táblázatot (kivonat a rendeletből)

A rendelet 1.sz táblázata:

Visszanyert víz vízminőségi osztályai és engedélyezettmezőgazdasági felhasználási és öntözési módok

A visszanyert víz minimális minőségi osztálya	Terméycategória (*)	Öntözési módszer
A.	Valamennyi nyersen fogyasztandó élelmezési célú termék, amelyek ehető része közvetlen kapcsolatba kerül a visszanyert vízzel, valamint a nyersen fogyasztandó gyökérművények	Valamennyi öntözési módszer
B.	Nyersen fogyasztandó élelmezési célú termékek, amelyek ehető része a föld felett terem, és nem kerül közvetlen kapcsolatba a visszanyert vízzel, feldolgozandó élelmezési célú termékek és nem élelmezési célú termékek, beleértve a tej- vagy hústermelő állatok takarmányozására használt termékeket is	Valamennyi öntözési módszer
C.	Nyersen fogyasztandó élelmezési célú termékek, amelyek ehető része a föld felett terem, és nem kerül közvetlen kapcsolatba a visszanyert vízzel, feldolgozandó élelmezési célú termékek és nem élelmezési célú termékek, beleértve a tej- vagy hústermelő állatok takarmányozására használt termékeket is	Csepegtető öntözés (**) vagy egyéb olyan öntözési mód, amely nem eredményezi a termék ehető részének a visszanyert vízzel való közvetlen kapcsolatba kerülését
D.	Ipari növények, energianövények, vetőmagkultúrák	Valamennyi öntözési módszer (***)

(*) Ha az azonos típusú öntözött termék az 1. táblázat több kategóriájába is tartozik, a legszigorúbb kategória követelményeit kell alkalmazni.

(**) A csepegtető öntözés olyan mikroöntözési módszer, amely kis átmérőjű műanyag csövekből álló csepegtetővel ellátott rendszer, a vízcspepeket vagy apró vízfolyásokat nagyon lassan adagolva juttatja a növényekhez (2–20 liter/óra) a talajon vagy közvetlenül a talajfelszín alá.

(***) A permetszerű öntözési módszerek esetében különös figyelmet kell fordítani a munkavállalók és a közelben tartózkodók egészségének védelmére. E célból megfelelő megelőző intézkedéseket kell alkalmazni.

A rendelet 2.sz .táblázata:

Visszanyert víz minőségére vonatkozó követelmények mezőgazdasági öntözés esetén

2. táblázat - A visszanyert víz minőségére vonatkozó követelmények mezőgazdasági öntözés esetében

A visszanyert víz minőségi osztálya	Tájékoztató jellegű technológiai célkitűzés	Minőségi követelmények				Egyéb
		E. coli (egység/zárú/100 ml)	BO ₅ (mg/l)	Összes lebegőanyag (mg/l)	Zavarosság (NTU)	
A.	Másodlagos kezelés, szűrés és fertőtlenítés	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella spp.: < 1 000 cfu/l, amennyiben fennáll az aeroszolizáció veszélye Bélrendszeri fonalféreg (bélféreg) peték: ≤ 1 pete/l legelő vagy takarmánynövények öntözésénél
B.	Másodlagos kezelés és fertőtlenítés	≤ 100	A 91/271/EGK irányelvvel összhangban	A 91/271/EGK irányelvvel összhangban	–	
C.	Másodlagos kezelés és fertőtlenítés	≤ 1 000	(l. melléklet, 1. táblázat)	(l. melléklet, 1. táblázat)	–	
D.	Másodlagos kezelés és fertőtlenítés	≤ 10 000			–	

A rendelet alkotók célja a víz mezőgazdasági öntözési célú újrafelhasználása, a körforgásos gazdaság előmozdítása, a vízben lévő tápanyagvisszanyerése, ami tulajdonképpen hozzájárulhat.

csökkentheti a műtrágyák kiegészítő alkalmazását. Ugyan ekkor megköveteli az egészségügyi feltételek maximális biztonsággal történő betartását.

E nem csupán a víz kibocsátókra, hanem különleges felelősséggel a végfelhasználókra helyezi a hangsúlyt.

A hazai lakosság általában és országos szinten nem érzi szükségét a hasznosításnak, nem látja az ország egyes részeinek szociális és gazdasági problémáját, ezért nem csupán ódzkodik ellene, hanem azt várja a hazai jogszabályba illesztőktől, hogy olyan szigorú előírásokat tegyenek, amely kifejezetten ellehetetleníti az alkalmazását. A körforgásos gazdálkodás lényegét és előnyeit az átlag lakos nem fogja fel és kevésbé érdekli.

A hazai kibocsátók (üzemeltetők) gazdasági mélypontja nem teszi lehetővé a minőségi előírások betartásához szükséges fejlesztési alapot, továbbá hiányzik az átvételi ponttól való szak üzemelő, aki egyben a kritikus minőségért is meg tud felelni.

Külön szükséges a megbízható fertőtlenítés kérdését tárgyalni. A hazai gyakorlat egyértelműen a klóros fertőtlenítésre állt be. A biológiai fokozattal már a szerves- és más tápanyagtól kiszigerelt víz klórtartalma tönkre teszi a szaprofitást a talaj immunitását, ezért már a kibocsátónak gondoskodnia kell valamely új beruházás igényes más dezinficiáló megoldásról. Erre egyrészt az élettartam függő és költséges membrán vagy pl. az UV technológia bevezetése lehetne a járható út. De kinek a költségére építik ki a kiegészítő berendezéseket, ki fizeti az ezzel járó üzemköltség növekedést. A költség-hason elv alapján vajon

megtérül-e a hasznosítás kérdése, vagy támogatásra szorul?

Bár hazai viszonylatban a táblázat utolsó pontjában szereplő „D” kategória látszik a hazai gyakorlatra legalkalmasabbnak, kérdés, hogy ki üzemelteti, ki-é az esetleges nyereség vagy veszteség. Az Önkormányzatok nem képesek még a minta telepek megvalósítására sem központi támogatás nélkül. Rá kell arra is mutatni, hogy az öntözési technológia, a víz öntözésre alkalmassá tételének technológiája ismert és rendelkezésre áll, az alkalmas területek feltárását az OVF megbízása alapján a Vízterv szakértői végzik, a tulajdonosok racionális meggyőzése nem könnyű, de „megváltható”, már csak a rávaló pénzt kell előteremteni!? Néhány lelkes szakértő veszély jelzése pusztába kiáltó szó marad, ha hiányzik a politikai szándék. Megfelelő átgondolt támogatással mielőbb - például is szolgáló - „bemutató” öntöző telep megvalósítása nélkülözhetetlen, amennyiben főleg bevezetőben részletesen megindokolt veszélyeztetett terület védelme érdekében rövidebb időn belül eredményt akarunk tudni felmutatni.

A tárgyal kapcsolatos ezt megelőző cikkemben fejtegetésemet ezekkel a reményteljes szavakkal zártam:

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

Sajnos nem ez következett be....

Pesszimista szemlélettel megállapítható az illetékes Tanács „segítő” szándéka, ám kompromisszum nélküli olyan előírásokat tesz,

amit a hozzánk hasonló GDP-vel rendelkező országok -még ha különösen segítségre szoruló tájegységeik is vannak – aligha tudják önmagukban teljesíteni. A probléma tovább nehezül különösen akkor, ha mind a lakossági, mind a közvetett közreműködők ellenállása következtében a Tanács rendeletét a hazai vonatkozó rendeletben tovább kívánják szigorítani.

Már csak egyetlen kérdés: Hogyan tovább körforgásos települési szennyvíz gazdálkodás?

Források:

Juhász E.:A szennyvízcsatornázás és tisztítás fejlődése községeinkben. Vízmű Panoráma 2008.

Juhász E.:Magyarország vízi-közműveinek múltja és jelene az EU előszobájában. (Vízmű Panoráma 2004/ 1. Különszám.)

Juhász E.Visszatekintés aszennyvízelvezetés fejlődésére (Hidr. Közlöny 2020 1 sz.100 évf 1 sz)

Juhász E.:Települési vízgazdálkodás, szennyvíz körforgásos gazdálkodása (Hírcsatorna 2020 2.)

Juhász E., Major V. (2017). A szennyvizek összegyűjtésének és tisztításának helyzete Magyarországon. Hidrológiai Közlöny, 97. évfolyam. 2 szám.

KSH (2004). A kommunális ellátás fontosabb adatai

Ligetvári etall.: Globális és helyi fenntarthatóság, környezetmenedzsment (Megb: ITM (Mérnökakadémia 2020)

Ligetvári F.:A szűrkevíz hasznosítási lehetőségei Az EU PARLAMENT és a TANÁCS 2020/741 rendelete (2020 május 25) a víz újra felhasználására vonatkozó minimál követelményekről). KSH (2004). A kommunális ellátás fontosabb adatai

KSH Egy lakosra jutó bruttó hazai termék (GDP_fő),

KSH: Megyei Közmű adatok





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

SZEGED JELKÉPE A 116 ÉVES SZENT ISTVÁN TÉRI VÍZTORONY, AZ „ÖREG HÖLGY”

BODOR DEZSŐ - SZEGEDI VÍZMŰ ZRT.

Szegeden a Szent István tér közepén található az „Öreg Hölgy, aki” 2006-ban a felújítás során újra magára öltötte legszebb szecessziós ruháját. Karcsú és elegáns. Mindenki beérhet hozzá megcsodálni az országban egyedülálló szódavizes gyűjteményt, a fizikátörténeti-, és az éppen aktuális kiállítást, ha felérnek a tetejére, megtekinthetik a víztorony kilátó szintjéről a gyönyörű szegedi panorámát.

Egy látogatótól kapta a nevét a Szent István téri víztorony.

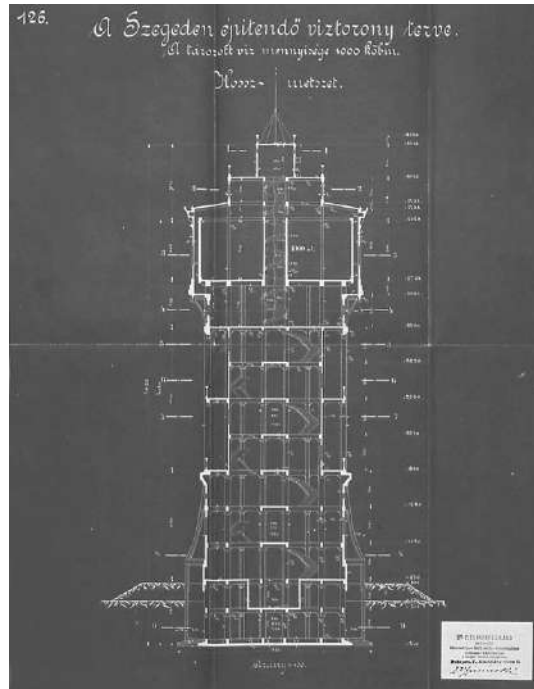
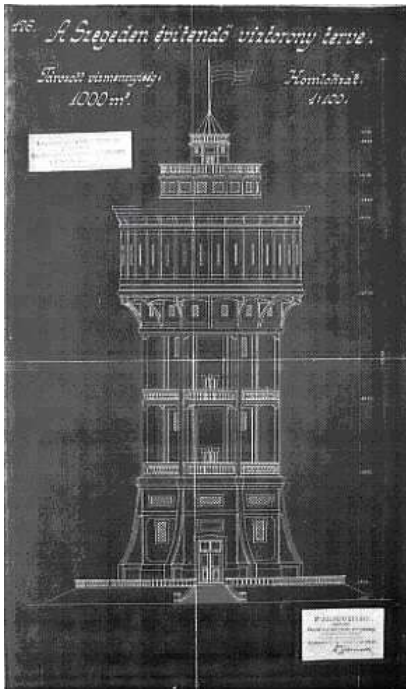
A szegedi Szent István téri víztorony a vasbetonépítés történetének egyik legjelentősebb hazai alkotása. 1904-ben készült, most lett 116 éves. Szeged vízszolgáltatási rendszerének szerves része.

A víztorony eredeti terveit Zielinski Szilárd a vasbetonépítés meghonosítója, a Magyar Mérnöki Kamara első elnöke, az első műszaki doktor készítette 1903-ban. A kivitelezést Freund Henrik és Fiai végezték 1904-ben.

Az 1900-as évek elején közbeszerzéssel megnyert, akkor különlegesnek számító építkezést nem egész egy év alatt bonyolítottak le.

A városfejlesztők a víztoronyt Szegeden a Szent István térre, az akkori belváros súlypontjába tervezték.

Zielinski Szilárd egy teljesen új anyagot és szerkezetet, a vasbetont ajánlotta. Az általa tervezett víztorony lényegesen olcsóbb volt, mint a hagyományos kő vagy téglá szerkezetű, acél tartályú víztorony. Abban az időben nem ismerték a vasbetont. A városatyák féltek tőle, ezért azt kérték, hogy Zielinski Szilárd személyes felelősséget is vállaljon a megvalósítás során. Így tervező művezetőként is rendszeresen jelen volt a kivitelezés-kor. A víztorony közel egy év alatt megépült úgy, hogy nem volt toronydaru, előgyártott szerkezet, zsaluszerkezet, betonkeverő stb., mindent kézi munkával végeztek. A mű kiállta az idők próbáját, ma is víztorony. Érdekes, hogy amikor feltöltötték az 1.000 m³-es medencét vízzel, akkor kiürítették a teret, mert attól féltek, hogy eldőlni fog a torony. Zielinski a tervező pedig beállt a medence alá a feltöltés alatt, ezzel bizonyítva, hogy mennyire bízik a saját munkájában.



Az eredeti tervek

A víztorony kapuja több mint 24 éve nyílt ki a közönség előtt, és minden ilyen alkalommal egy hétvégén 8-10.000 ember tekinthette meg.

A több mint 100 év alatt a víztorony szerkezete károsodott Korrózió támadta meg a vasbeton szerkezetet, ezért időszerű volt a rekonstrukciója. A 2006. évi felújítást közel 10 éves előkészítő munka előzte meg. A vízmű szakemberei és a tervezők, a Közéleti kávéházi ismertetőkön, a médián, a nyílt napokon - az ipari műemlékké nyilvánításon, az engedélyezési terveken, az engedélyek beszerzésén keresztül- folyamatosan foglalkoztak a rekonstrukcióval. A város vezetői pedig egy 90 %-os PHARE támogatású pályázat elnyerésével valósították azt meg.

Ma is víztoronyként működik, és mivel turisztikai alaptól kapott támogatást a felújítás, ezért lehetőséget kellett biztosítani a folyamatos látogatására, kiállítások tekinthetők meg benne. A toronynak nagyon jó az akusztikája, ezért koncertek megrendezésére is alkalmas.

Képzeld el mit látunk, ahogy a víztoronyhoz közelítünk? 2006. óta egy gyönyörű szép tere, a megközelítése sugár irányú utakkal lehetséges, és minden egyes sugár irányú járda végén van egy mérnök szobor. Az Önkormányzat annyira megbecsülte a város érdekében tevékenykedő mérnököket, hogy minden évben egy-egy szobrot avatott az emlékükre. Ez a mérnök panteon a világon talán egyedüli. Maga a tér is csodálatos, térburkolatokkal, zöldfelületekkel. Ahogy közelítünk a víztoronyhoz látunk egy szecessziós, lágy, csipkézett,

szép szerkezetet. Nem is gondoljuk, hogy vasbetonból van, még az ajtó, és a zászlótarató is. Ezt a rideg szerkezetet Zielinski Szilárd tervezte és Korb Flóris építész öltöztette föl.

Ha betérünk a víztoronyba, vízzel kapcsolatos szódavizes kiállítás, a szódagyártás története tekinthető meg a földszinten, a szegedi Bánffi István gyűjteményéből. Szívmelengető üvegpalackokat, szódásüvegeket látunk, zöld, kék, lila, narancssárga színben ragyognak.

Kényelemes lépcsők vezetnek a medencetérig, melyek felülete eredeti. A korlát is eredeti, nagyon szép, ívelt formák vannak rajta. Ugyanúgy gyönyörűek az ajtókilincsek is. Az első szinten láthatók az 1904-es eredeti tervek, hogyan kezdték el építeni, állványozni, betonozni a víztornyot. A másodikon változó támájú kiállítás található. Két körfolyosó is van a harmadik és az ötödik szinten. Itt körbe lehet sétálni, megpihelve gyönyörködve a Szent István téren. Ezek a körfolyosók megbontják a homlokzatot, ezzel még szebbé teszik a létesítményt. A látogatók megtekinthetik a teret, érezhetik a szellőt, a fuvallatot.

A medencetér alatt található egy fizikatörténeti kiállítás, ahol megtanulhatjuk a fizika alapjait. Az egyetem oktatói fizikaórákat is tartanak itt. A medence tengelyén átvezető csigalépcsőn haladva egy kicsit lihegünk. Felfelé haladva megtekinthetjük az 1.000 m³-es medencét egy üvegfalon keresztül, majd felérünk a kilátó szintre. A víztároló medencét a felújítás során egy kékszínű műanyag kemény polietilén lemezzel szigetelték.



Fotó: Bodor Máté



Fotó: Tichy Béla





Cseppkő vakolat a medencetér felett



Fizikatörténeti kiállítás

Fölérve a kilátószintre igazi panorámában van része annak, aki ezt az utolsó menetet is leküzdö. Innen a gyönyörű Szegedet látjuk.

A medencébe vezető csövek közül egy eredeti, 100 mm átmérőjű. A fizikusok javaslatára hallócső lett belőle. A hallócső azt jelenti, hogy a földszinten kezdődik, a medencetér alatt fejeződik be, és lehet rajta keresztül beszélgetni. Ha például két szerelmes pár beszélget, akkor mondhatják egymásnak, hogy „szeretlek drágám”, ami tökéletesen hangzik. A medencetér alatt egy gyönyörű csőkompenzátort is megtekinthetünk, ami szintén eredeti. A víztornyot látogatni is lehet minden hónap első szombatján, minden évben a Víz Világnapján és a felújítás évfordulóján nyílt napon, valamint csoportok jelentkezése esetén bármikor.

Van még egy különlegesség a medencetér fölött. Ha fölnézünk a medence födémre, akkor ott cseppkő vakolatot látunk, és ez a cseppkő vakolat annak érdekében került ide, hogy a kicsapódó vízpára azonnal vízszacsöppenjen a vízbe, bakteriológiai fertőzést ne kapjon a víz.

A víztorony szerkezete¹: A víztorony alapozása síkalapozás, a terepszinthez viszonyított -3,5 m szint körüli mélységben. Az alaplemez felülbordás vasbeton lemez, melynél a bordák gyűrűs és sugárirányú elhelyezkedésűek. Ezek metszéspontjaiban támaszkodnak az alaplemezre a koncentrikus körökön elhelyezkedő vasbeton oszlopok.

A centrális szerkezetű víztorony két fő szerkezeti részből áll, egyrészt az 1.000 m³ vizet magába foglaló tartályból, másrészt a tartályt alátámasztó tartószerkezetből. A tervező, Zielinski Szilárd mindkét főrészt teljesen újszerű megoldással, vasbeton szerkezettel alkotta meg. Megoldásai annyira sikeresek voltak, hogy évtizedekig példát adtak a később épített víztornyok kialakítására. A vasbetonnak, mint építőanyagoknak az alkalmazásában Zielinski úttörő szerepet vállalt egy olyan időszakban, amikor azt még meglehetősen nagy idegenkedés fogadták.

A 31 m-es fenékmagasságú, 1.000 m³ kapacitású körmedencekialakítása egy körhenger héjszerkezet, meglehetősen karcsú, a 6,40 m magasságú palást vastagsága felül

10-, alul 15 cm. A medence palástfelülete alul kiékeléssel, sarokmereven kapcsolódik a nagy merevségű, alulbordás vasbeton fenéklemezhez. A palást felső peremét megvastagították. A medence külső palástjának átmérője 15,4 m.

A víztároló medencét egy különleges pillérváz szerkezet támasztja alá. A tartószerkezet oszlopokból és gerendákból összeépített rendszerű, mely a centrális kialakításnak megfelelően egy forgásszimmetrikus térbeli rúdszerkezet. A tartórendszer fő teherviselő elemei a vasbeton oszlopok, amelyek 3 koncentrikus kör mentén helyezkednek el. Ezeket sugárirányban és gyűrűirányban gerendák kötik össze kiékelésekkel. A gerendák azon túl, hogy összefogják az oszlopokat, támaszai a földemeknek és a lépcsőknek.

A torony a földszinttől a medence szintjéig 8 szintes, a szintmagasság 3,5 m. A tornyot az első három, illetve a nyolcadik szinten a külső oszlopsor, a közbenső szinteken a közbenső oszlopsor oszlopai közé beépített monolit vasbeton fallal zárták le a külső tértől.

A medence építésénél számoltak bizonyos mérvű szivárgással, ezért a medence fala mellett egy 60 cm-es légűrt alkalmaztak. Ezzel a megoldással a vékony medencefalat is megkímélték a téli kifagyásoktól.

A torony teljes magasságában vasbeton lépcső vezet végig. A kényelmes, ívelt lépcsők a medence alatti szintig a belső és közbenső pillérek között vezetnek, szintenként pihenő beiktatásával. A medence alatti nyolcadik szintről belső csigalépcső vezet a 4 belső pillér között a legfelső kilátószintig. A megoldás érdekessége, hogy a központos elhelyezésű

csigalépcső függőleges értelemben átvezet a medencén, a csigalépcső határoló fala és a medence fala megegyezik.

A Szent István téri víztorony tartószerkezetének állapota az elmúlt évtizedekben nagymértékben leromlott. A tartószerkezeteken egyre fokozódó betonkorróziós károsodás miatt az acélbetétek korróziója megindult, a vasbetétekről a betonfedés már sok helyütt nagy felületekben lehullott, a felújítás halaszthatatlanná vált. Az acélbetéteknél a korrózió mértéke, a zászlótartó kivételével még nem érte el azt a határt, melynél az acélbetétek pótlása vált volna szükségessé, így a felújítási munkák a betonfelületeknél a betonszerkezeti struktúra helyreállítását, az acélbetéteknél a betonfedés biztosítását célozták. A zászlótartó sajnos oly mértékben károsodott, hogy annál már csere vált szükségessé. A medence alulméretezett, ezért a rekonstrukciónál nem csak az elhasználdott medenceszigetelést kellett kicserélni, hanem indokolt volt a medence gyűrűirányú megerősítése is.

A vasbeton szerkezetű építmény tönkremenetelét főképp a karbonátosodás okozta, a betonszerkezetek pH értéke a megkívánt 11-12-ről 8-9-re csökkent a lúgosságot biztosító szabad mésztartalom átalakulása miatt. A karbonátosodás következménye, hogy a betonacél védelme, a passzíválást biztosító réteg megszűnt, a betonacél korróziója megindult, a fedést biztosító betonrészek helyenként leváltak, a betonacél keresztmetszet csökkenése a korrózió miatt egyre jelentősebb lett, mely végül is indokolta a sürgős beavatkozást.

A fent ismertetett károsodás különböző szintjei a torony vasbeton felületein, szerkezetein gyakorlatilag mindenütt jelentkeztek. A károsodás mértéke elsősorban a párás víztér környezetben, valamint a kültéri részeken adódtak.

Az elkészített zászlótartó beemelése daruval történt. Az eredeti zászlótartó legjellemzőbb darabjai a toronyban láthatók.

A belső felületi megjelenés a víztér körüzetének kivételével, jóval kedvezőbb volt a külsőnél. Belül, például a szép, íves kialakítású, kényelmes, medencetérig vezető feljárólépcsőnél még az eredeti stokkolás is megmaradt. A lépcső kialakítása egyértelműen arra utal, hogy a Zielinski Szilárd vezette tervező csapat gondolt a torony kilátóként történő hasznosítására is. Ugyanakkor a medencén átvezető csigalépcső, egyértelműen az állandó párákicsapódás és lecsurgó vizek miatt

csaknem teljesen tönkrement. Hasonlóan károsodott a víztér feletti belső födém is.

A betonkorrózióval érintett felületek helyreállításánál a KESTON PCC habarcsrendszer került alkalmazásra. A különböző finomságú cementkötésű habarcsok felhordása előtt a felület-előkészítés a hibás részek feltárásából állt, illetőleg ezután a felülettisztítás magasnyomású vízszugárral (1.000 bar) történt. A belső, medence feletti felület bevonatánál érdekes újszerű megoldás került alkalmazásra, az úgynevezett cseppkőszerű felületképzés. A speciális habarccsal kialakított cseppkőszerű mennyezetfelületről a kondenzvíz gyorsan le tud csepegni, és így a korróziós károk csekélyek, valamint a gyors visszacsepegésből adódóan a pangó ivóvíz problémái megelőzhetők. Az alkalmazott anyag a Microtop TW-BM habarcs.



Eredeti képeslap

Homlokzat helyreállítása, színezés¹: A színek megválasztásánál, tekintettel a víztorony műemléki védettségére is, az eredeti színezés lehető legteljesebb visszaadása volt a cél. A torony színdinamikája az eredeti dokumentumok, képeslapok felkutatásával történt meghatározásra a korabeli színárnyalatokkal. A kivitelezés során az eredeti felületeken több ponton színkutatást végeztek. Az alkalmazott bevonat KESTON FLEX-2 rugalmas, repedésáthidaló festékrendszer, melynél az egy réteg alapozó festésre két fedőréteg került.

Medence megerősítése¹: A medence gyűrűirányban alulméretezett volt, megerősítése vált szükségessé. A megerősítést hat helyen felhelyezett szénszálal lamella adja, mely abróncs-szerűen fogja össze a vasbeton héjat. A felragasztott karbonszálal lamella alkalmazásának nagy előnye, hogy az a korrózióra érzéketlen, ugyanakkor a kis vastagsága a felületi megjelenést nem zavarja, így a műemléki megítélése kedvező. A betervezett típus 120 mm széles 1,4 mm vastag, epoxigyanta kötőanyagba ágyazott szénszálal Sika lamella.



A medence szénszálal megerősítése

Medence szigetelése¹: A medencénél az elmúlt évtizedekben alkalmazott szigetelés rövid idő után tönkrement, szivárgások, folyások jelentkeztek. A szivárgások egyik kiváltó oka a medence feltöltésénél, illetve leürítésénél a pulzáló igénybevétel hatására a repedések megnyílása. A másik ok, hogy a medencénél, a korabeli építéstechnológiai lehetőség miatt, az alsó részen 40 cm-ként, feljebb 40-80 cm-ként munkahézagot hagytak, sima rábetonozással. A probléma megszüntetésére zsákszerűen befüggesztett szigetelés készült. A mechanikusan rögzített polietilén vízszigetelő fólia típusa Sikaplan TW 18 G.

Medence feletti üvegfal határolás¹: A medence tetejére nem került fedés, helyette az átvezető csigalépcsőnél üvegfalal lezárás készült. A korracél keretbe épített üvegfal a belső négy pillérnél zárja le a vízteret a közlekedőtértől, ezáltal a felső kilátószintre felmenő látogató számára az alulról megvilágított víztér különleges látványt ad. A medence kezeléséhez, tisztántartásához a medencetér feletti gerendákra korracél kezelőjárda készült. Különleges látvány, hogy ezzel a megoldással az eddig eltakart medence is láthatóvá vált.



A medence szigetelése

A víztorony közösségi funkciói¹: A felújított víztorony belső kialakítása, városképi helyzete lehetőséget adott olyan közösségi funkciókra, melyek a maguk nemében egy üzemben levő víztorohnál kuriózumnak számítanak. Természetesen a torony nem tartható folyamatosan nyitva, de ugyanakkor a torony a nagyközönség számára előre meghatározott napokon látogatható.

A víztoronyhelyzeténél fogva kilátóként nagyon szép látványt ad Szeged városára, a város környezetére. A kényelmes lépcsőn felfelé haladva már a két körfolyosónál mód van a minden irányú kilátásra. Feljebb menve, a csigalépcső felvezet a legfelső kilátószintre, ahol a terepszinthez viszonyítottan 41,85 m magasságon élvezhető a panoráma. A felvezető csigalépcsőt a medence felett a már említett üvegfal határolja, melyen keresztül az alulról megvilágított víztér látható.

A víztorony belső alaprajzi kialakítása lehetőséget ad kiállítások és rendezvények szervezésére. A földszinten, a vízhez kapcsolódóan, a helybéli Bánffi szikvízüzem gyűjteménye kapott helyet, a kiállítás címe „Szódavíz egy

magyar kultuszital”. A VII. emeletre az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csongrád megyei csoportja által gondozott fizikatörténeti kiállítás került. Érdekességképpen, a toronyban a fizikusok elhelyezték a föld forgását bizonyító Foucault-féle ingát is.

A felújítás közreműködői¹: Szeged városa 2004-ben pályázott az Európai Unióhoz a Szent István tér és a víztorony felújítására, melyet a benyújtott dokumentációk és ajánlati tervanyag alapján elnyert. A felsorolt munkarészeket, tervanyagokat a Funkció és Szerkezet Mérnöki Iroda készítette, generáltervező mérnökök Dr. Körmöczi Ernő és Szolga András. A szakági tervezők Szögi László építész- és szindinamikai tervező, Papp Antal villamos tervező, Felvégi András gépészeti tervező, Dr. Horváth Sándor és Horváth László szigetelést tervezők, Zrínyi Miklós műszer- és irányítástechnikai tervező, Rábay Péter világítástechnikai tervező.

A víztorony felújításának egyik fő patrónusa a Szegedi Vízmű Zrt. volt, személy szerint Bodor Dezső főmérnök. Az üzemeltető közreműködő



Koncertek a víztoronyban

szakemberei a vízellátási oldalról Becsky Balázs és Végh Zoltán, a gépészeti szerelés vezetőjeként Pomázi Zoltán.

A víztorony rekonstrukció kivitelezője a SADE Magyarország Kft. és a Techno-Consult Kft. volt, főépítésvezető Reichart Gyula, építésvezető Miklós Zoltán. A társvállalkozó Techno-Consult Kft. helyi képviselője Csányi László, Kele Károly és Almássy Piroska. A felelős műszaki vezető Dr. Mezős Tamás, a Mérnök feladatait és a műszaki ellenőrzést a Csomiber megbízásából Budai Imre látta el. Szeged Megyei Jogú Város Önkormányzatát a felújítási munkáknál Dr. Igaz Ágnes és Pásztor Péter képviselte.

A felújított víztorony környezete, a Mérnök elődök, a Mérnök Panteon³

A Szeged Szent István téri víztorony körüli Panteonban azoknak a mérnököknek a mellszobrai láthatók, akik Szegedért sokat tettek. A víztorony felújításakor 2006-ban és azt követően minden évben egy-egy szobor avatására került sor.

A Szent István téri víztorony felújítása Tierney Clark díjat kapott 2008-ban Magyar-, és az Angol Mérnöki Kamarától.

Zielinski Szilárd mérnök, a vasbetonépítés meghonosítója, 1860. május 1-én született Mátészalkán. Mérnöki diplomáját 1884-ben szerezte a budapesti Műegyetemen, ezt követően híd- és vasúttervezéssel foglalkozott. 1901-ben ő volt az első, aki hazánkban műszaki doktori címet kapott. Nyugati tapasztalatai alapján készültek az első, hazai vasbetonépítmények- a margitszigeti és a szegedi Szent István téri víztorony – tervdokumentációi. 1921 őszétől, mint kormánybiztos, elévülhetetlen érdemeket szerzett a budapesti ipari kikötő kivitelezésénél. Sikeres közéleti ember volt, évtizedekig fáradozott a Mérnöki Kamara létrehozásán, ő alapította a műszaki egyetem atlétikai és labdarugó klubját a MAFC-ot. Budapesten hunyt el 1924. április 24-én. Szobrát Barta András szobrászművész készítette 2006-ban.

Pálfy-Budinszky Endre városi főmérnök, 1902. április 11-én született Szegeden. Mérnöki diplomáját Budapesten szerezte, majd ezt egészítette ki jogi doktorátussal. 1926-ban nevezték ki Szeged város mérnökének, később a főmérnöki posztot töltötte be. Elsők közt ismerte fel hazánkban a városkép és a városi műemlékgondozás jelentőségét. Közel 40



Mérnök Panteonban található mérnökök mellszobrai a következők: (Özsváthné Csegezi Mónika, Özsváth Gábor Dániel: Szeged város főmérnökeinek és Mérnöki Hivatalának krónikája című könyve (2001/2)

éves városi szolgálata alatt az urbanisztika egészét művelte. E terület irodalmának egyik élenjáró képviselője hatvannál is több tanulmányával és szakcikkével. 15 esztendőn át volt a város műemléki és városképi albizottságának lelke. A Dugonics Társaság rendes tagja. Élete utolsó percéig Szeged szépsége és gondozottsága, szociális és harmonikus fejlődése foglalkoztatta. 1968. szeptember 10-én hunyt el. Szobrát Bánvölgyi László szobrászművész készítette 2006-ban.

Magyar Ede építészmérnök, 1877. január 31-én született Orosházán. Építőmesteri képezését a budapesti Felső-Építőipari Iskolában nyerte 1901-ben. 29 éves volt, amikor néhány megépült munkája alapján megbízást kapott a Reök-palota tervezésére. A palota hullámvonalú erkélyei, virágmintás oszlopfői, a frízek a francia Art Nouveau növénydíszes világát idézik fel. A palota megalkotásával Magyar Ede megalapozta hírnevét Szegeden. 1909-ben egy országos tervpályázat nyerteseként a kaposvári színházat tervezhette meg. Munkáit kezdetben a szecesszió stílusában, később Lechner Ödön modorában, végül eklektikus stílusban tervezte. Fiatalon, 35 éves korában halt meg 1912. május 5-én. Szobrát Beliczay Mária szobrászművész készítette 2006-ban.

Korb Flóris építészmérnök, 1860. április 7-én született Kecskeméten. Oklevelét a berlini akadémián szerezte meg, majd hazaérve 14 évig Hauszmann Alajos irodájában alkotott. 1893-ban Giergl Kálmánnal társult, mind a történeti stílusok, mind a szecesszió egység- és részletformáira támaszkodó alkotásait vele együtt tervezte. Nevéhez fűződik számos

ismert középület tervezése: a szegedi és budapesti egyetemi klinikák, a budapesti Zeneakadémia, a Pénzjegynyomda épületének tervei, és a debreceni új egyetem épületének megtervezése. Greguss-díjjal tüntették ki e munkájáért és a Brit Építészek Királyi testületének tagjává választották. Építőművészként, a műegyetem tanáraként is dolgozott. Neki köszönhető a szegedi Szent István téri víztorony szecessziós homlokzati megjelenítése. 1930. szeptember 16-án hunyt el Budapesten. Szobrát R. Törley Mária szobrászművész készítette 2006-ban.

Tóth Mihály városi főmérnök, 1845-ben született Szegeden és itt is halt meg 1925-ben. 1870-ben házasodott meg, két gyermeknek az apja. A szegedi piaristáknál tanult, majd a Budapesti Műegyetemen folytatta tanulmányait. A diploma megszerzése után Erdélyben dolgozott a Keleti Vasútépítési Társaságnál, ezután pedig Szabadkán volt építészmérnök. 1878-ban költözött Szegedre, itt magán mérnöki irodát nyitott. Az 1879-es nagy árvizet megelőzően Szeged vészbizottságába választották és Szeged – Algyő felé az ideiglenes védőtöltés munkáinak irányításával bízták meg. Az árvíz idején a város víztelenítésével foglalkozott, majd a nagy fölmérési munkákban vett részt. 1880-ban állt Szeged város szolgálatába, 1883-ban már főmérnök. Nagyszerű szakmai felkészültségét Lechner Lajos ismerte föl. 1883-ban Ferenc József szegedi látogatása alkalmából Tóth Mihály városi főmérnök „uralkodói elösmerés”-t kapott. A Mérnöki Hivatal nevében az újjáépítés főmérnökétől, a miniszteri kirendeltségtől, Lechner Lajostól

díszes album átadásával búcsúzott. 1884-ben lett a Városi Mérnöki Hivatal vezetője, valamint tervezőként jelentős létesítményeket alkotott. Tóth Mihály nagy szerepet játszott az 1879-es pusztító árvíz után a város föltámadásában, újrateemtésében, számos szegedi épület tervezője volt. Szobrát Tóth Sándor Munkácsy-díjas szobrászművész alkotta.

Feketeházy János hidépítő mérnök, Vágselylyén született 1842. május 16-án. Szeged első állandó közúti hidjának megalkotója, korának egyik legnagyobb tehetségű konstruktöre. Oklevelét Zürichben szerezte. Előbb a bécsi Osztrák-Magyar Államvasutak Igazgatóságánál vállalt munkát, majd hazatérve Budapesten a Vasútépítészeti igazgatóságnál dolgozott. Szinte egymaga tervezte ez idő tájt valamenynyi vasból, kőből és fából épült új vasúti hidunkat (a mai Szabadság híd, szolnoki vasúti híd, győri közúti Rába-híd). A szegedi közúti hidat Schickedanz Albert műépítésszel együtt az Eiffel cég neve alatt tervezték egy pályázati kiírásra. Munkássága nemcsak a hidépítésre terjedt ki, ő tervezte a Keleti pályaudvar, az Állami Operaház, a Vámpalota tetőszerkezetét. 1892-ben MÁV főmérnöki rangban, ötven esztendősen vonult nyugállományba. 1922-ben végleg hazaköltözött Vágsellyére. Ott halt meg 1927. október 31-én. Szobra 2008-ban valósult meg, Szobrát Szemerey Kiss Balázs szobrászművész készítette.

Zsigmondy Béla vízepítő mérnök, Pesten született 1848. március 7-én. Tanulmányait a zürichi politechnikum gépészeti karán végezte 1870-ben. Hazatérése után nagybátyja

vállalatánál sok technikai újítást valósított meg. A fiumei kikötő és a budapesti Országház építésének alapozási munkáihoz Zsigmondy adta a szakvéleményt, végezte a talajfeltáró munkákat. Az 1879-es nagy árvíz utáni újjáépítés talajfeltáró fúrásait irányította, melyek kapcsán európai hírnévre tett szert. A vízfeltárás mellett a talajkutató és alapozási segédúrások a hidépítés közelségébe vitték Zsigmondyt. Részt vett a Ferenc József híd, az Erzsébet híd és a Margit híd alapozásánál. Szeged első artézi kútját a MÁV Igazgatóság előtti téren Zsigmondy fúrta. 1916. június 12-én halt meg Budapesten. Szobra 2009-ben valósult meg. Szobrát Tóth Sándor Munkácsy-díjas szobrászművész alkotta.



A Mérnök Panteon szobrai³



Zielinski Szilárd



Pálfy-Budinszky Endre



Korb Flóris



Magyar Ede



Tóth Mihály



Feketeházy János



Zsigmondy Béla

Összegzés

A felújított szegedi Szent István téri víztorony, és a hozzá kapcsolódó tér Szeged belvárosának egy ékköve, jelképe lett. A tér és a víztorony felújítása a szegedieknek rendkívül nagy örömet okozott, a tér megtelt élettel, az emberek boldogan vették birtokukba a létesítményeket.

Forrásmunkák:

1. Bodor Dezső - Dr. Körmöczi Ernő - Szolga András: Újjászületett a szegedi víztorony 2006.
2. Ozsváthné Csegezi Mónika, Ozsváth Gábor Dániel: Szeged város főmérnökeinek és Mérnöki Hivatalának krónikája című könyve 2001.
3. Bodor Dezső: A Csongrád Megyei Mérnöki Kamara története 2004-

KOSZORÚZÁSI ÜNNEPSÉG ŐRBOTTYÁNBAN

Rendhagyó esztendő volt az idei, mert minden hagyományos és alkalmi rendezvényt az év első felében semmissé tett a vírusjárvány. Az 1980-as évek közepétől június első hetében rendszeresen megemlékezett az őrbottyáni önkormányzat, a helyi Kvassay Klub, valamint a Magyar Vízügyi Múzeum és a Magyar Hidrológiai Társaság Kvassay Jenőről és Sajó Elemérről az őrbottyáni temetőben lévő sírjuknál. Az utóbbi másfél-két évtizedben a megemlékezők köre és az ünnepség kibővült azzal, hogy a Kvassay nevet felvevő általános iskola hagyományos ünnepségét is ugyanazon napon tartják, amikor a temetői ünnepség is lezajlik, ezzel is kiemelve a nap jelentőségét a város életében.



De idén minden másképp történt! Először is a júniusi dátumot (ami rendszerint Kvassay halálozási időpontjához, június 6-ához kapcsolódik) a szervezők egy hónappal odébbtolták, amit alátámasztott az is, hogy Kvassay Jenő 170 évvel ezelőtt, 1850. július 5-én született. Az új, július 3-iki időpont persze lehetetlenülé tette, hogy az iskolai ünnepélyhez kapcsolódjon, hiszen akkor már megkezdődött a nyári vakáció, igaz, a vírusjárvány miatt az iskolában amúgy sem volt ünnepség...

A rendhagyó jelleg abban is megmutatkozott, hogy a város polgármestere az előző napi orkán erejű vihar megismétlődésétől tartva nem a temetőbe, hanem a város művelődési házába invitálta a szép számmal megjelent közönséget! A két kiváló vízépítő mérnök (a nagybácsi és unokaöccse) életútját bemutató

tablók előtt Szilágyi Attila, a KDVVIZIG igazgatója, a MHT Közép-Duna-völgyi Területi szervezetének elnöke méltatta Kvassay Jenő és Sajó Elemér tevékenységét, párhuzamba állítva munkásságuknak nemcsak az adott korban, hanem napjainkban is érvényes elemeit. Szilágyi Attila ígérte, kezdeményezni fogja, hogy a Ráckevei (Soroksári) Duna-ág (RSD) alsó műtárgyának felújítását követően a műtárgyat Sajó Elemérről nevezzék el, így a Duna-ág felső (Kvassay-zsilip) és alsó végénél méltó emlék állhat majd az utókor számára. Az ünnepséget a Kvassay Klub kórusa kép szép népdal előadásával zárta. Ezt követően az intézmények és szervezetek koszorúit az Önkormányzat elhelyezte a sírokra.

A rendezvényen résztvevők azzal a reménnyel búcsúztak el egymástól, hogy 2021-ben semmi sem fogja megzavarni azt, hogy az iskola tanulói és a város felnőtt közönsége a vízügyi szolgálat képviselőivel együtt emlékezzenek meg a magyar vízgazdálkodás történetének két kiemelkedő vezetőjéről.

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/)

