

Híresatorna

A MAGYAR VÍZ- ÉS SZENNYVÍZTECHNIKAI SZÖVETSÉG LAPJA
2023/1. szám



**A TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS
AKTUÁLIS KIHÍVÁSAI / VÍZ VILÁG
NAPJA 2023.**

LEGYEN ÖN IS TAGJA A SZÖVETSÉGNEK

Szakmai érdekképviselő

Szövetségünk kezdeményező és tevékeny módon képviseli a hazai vízügyi ágazatot. Valódi szolgáltatást végző, független szakmai szervezetként, támogatást nyújtunk a települési vízgazdálkodás területén dolgozó szakemberek munkájához (oktatás, tervezés, gyártás, építés, szak-, területi-, önkormányzati igazgatás, szakképzés, üzemeltetés területén dolgozók).

Stratégiai együttműködéseket alakítunk ki és működtetünk, hazai társszervezetekkel, szövetségekkel, érintett kormányzati szervezetekkel, a tagszervezeteink közé tartozó önkormányzatokkal és hatóságokkal, mellyel megteremtjük egy összehangolt ágazati érdekképviselőt alapját. Felvállaljuk a települési vízgazdálkodás témakörébe tartozó aktuális szakmai kérdések tisztázását, ajánlások megfogalmazását.

Tudásátadás programunkon keresztül megismertetjük a szakmát a legkorszerűbb és leghatékonyabb megoldásokkal.

Hírcsatorna magazinunk negyedévente bemutatja az ágazat legfontosabb történéseit, és a tudásátadás programmal összehangolt, igényes publicisztikákkal jelenik meg.

Tudástárunk több száz szakmai prezentációt és szakanyagot tartalmaz.

Szakmai együttműködő partner

A MaSzeSz, mint széleskörű szakmai kapcsolatrendszerrel és tudással rendelkező független nonprofit szakmai szervezet kiváló együttműködő partner, konzorciumi tag, pályázatok és pilot projektek megvalósításában.

Nemzetközi kapcsolatainkat tagjaink szakmai fejlődése, kapcsolati hálójának szélesítése és üzleti lehetőségeik bővítése érdekében kamatoztatjuk.

Konferenciáink, jelenléti rendezvényeink, lehetőséget biztosítanak találkozásokra a szakmai partnerekkel és potenciális üzletfelekkel.

Vízérték képviselő – társadalmi kommunikáció

Célunk, hogy a víz értékét, és az e mögött álló szakmai munka presztízsét társadalmi szinten elfogadtassuk, és innovatív módon, szakmai alaposággal, következetesen képviseljük a fenntarthatóság szempontjait, és a körforgásos gazdaság megteremtésének fontosságát.

Kedvezmények

MaSzeSz tagként korlátlan hozzáférést szerez Tudástárunkhoz.

Jelentős kedvezményeket nyújtunk a Hírcsatornában megjelenő hirdetésekhez, és a Tudásátadás Programban való megjelenésekhez.

Jelenléti rendezvényeinket ugyancsak számottevő kedvezménnyel tudja látogatni.

IMPRESSZUM

A Magyar Víz –és Szennyvíztechnikai Szövetség online folyóirata

1118.Budapest, Rétköz utca 5.

www.maszesz.hu

Kiadó: MaSzeSz

Főtitkár: Rózsa Bálint

Kiadásért felel: Rózsa Bálint

Főszerkesztő: dr. Papp Mária

Szerkesztő: Tompos Ágnes

Szerkesztőbizottság tagjai: Csörnyei Géza, Géczy Ágnes, Jobbágy Andrea, Karches Tamás, Kárpáti Árpád,

Kiss Katalin, Licskó István, Laky Dóra, Makó Magdolna, Patziger Miklós, Vadkerti Edit, Varga Laura

Megjelenik negyedévente

Grafika és tördelés: Zsiráf Kreatív Ügynökség

TARTALOM

Beköszöntő	4
SZAKMAI - TUDOMÁNYOS ROVAT	
Az aerob lebontási folyamatok (biodegradáció) modellezése a vízvonalon - Berzsényi Anikó, Nagy-Mezei Csenge, Makó Magdolna	5
A szennyvíztelepek energetikai önellátásának megteremtése a szennyvíziszapok szuperkritikus vizes elgázosításával; A SCWG-HU technológia alkalmazásában rejlő lehetőségek - Hujber Ottó	20
KEHOP 2.1.7. – anyagi támogatás lehetősége szemléletformálásra a víziközmű-szolgáltatásban. De mindezt COVID idején? Hogyan? - Matyasovszkyné Buri Adrienn	40
Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv aktualitása, avagy ITVT készítés gyakorlati tapasztalatok, a pályázati feltételek tükrében - Rimanóczy Zsolt, Cabello Dávid, Székely Márton	46
MASZESZ HÍREK, AKTIVITÁSOK	
MaSzeSz online/jelenléti webináriumai 2023-ban	56
Boda János 80 éves!	59
ÁGAZATI HÍREK	
Klorát-ion határérték az ivóvízben: várható problémák és lehetséges megoldások - Dr. Vozik Dávid, Dr. Borsányi Mátyás	60
VÍZ VILÁGNAP 2023 – VÁLTOZTASS MOST! Ünnepeljük a víz világnapját!	63
Középpontban a szennyvíz újrahasznosítás és kapcsolódó rendelet módosítás az MTA Vízgazdálkodás-Tudományi Bizottság Vízellátási és Csatornázási Bizottságának 2023. február 7-i ülésén	65
Múlt, jelen és jövő a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztechnológiai Karon	69
GRP kompozit – a nem korrodálódó megoldás vízkezelésben	77
NEMZETKÖZI KITEKINTŐ	
ENSZ 2023-as Vízügyi Konferenciája	80
IWA-online lapszemle	81
A HWP 2023 januári és februári, nemzetközi eseményei	85
TÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS	
Rothasztók építése. A szennyvíztisztítás nagyműtárgyai - Dr. Juhász Endre CSc.	87
KÉPZÉSI AJÁNLÓ	
BME	97
Pannon Egyetem	99

BEKÖSZÖNTŐ

KEDVES OLVASÓK!



Kedves Olvasók!

A 2023. év kezdete sajnos mindenki számára nehéz volt, és az elkövetkező hónapokban is számos nehézséggel kell majd

megküzdünk. Egy szakmai folyóiratnak azonban mindig bizakodónak kell lenni!

A mostani szám szakmai cikkei, a különböző rendezvények összefoglalói, a 2023. évi Víz világnapi szlogenje „Változtass most” - mind arra készítet, hogy dolgozzunk tovább és találjuk meg a legjobb megoldásokat.

A bevezető cikk a szennyvíztisztítás területén az aerob lebontási folyamatok modellezésével foglalkozik a vízvonalon, melyet többféle módszerrel lehet elvégezni a különböző szabványos módszerek alkalmazásával.

Napjaink legnagyobb problémája a szennyvíztelepek energetikai önellátásának biztosítása. Ennek megoldására a szakemberek egy csoportja az SCWG-HU technológiát javasolja, melynek főbb paramétereit, eljárás módját megismerhetjük a cikkben.

A víziközmű-szolgáltatással kapcsolatos szemléletformálás továbbra is cél a lakosság körében, ennek eredményeit egy KEHOP pályázat ismeretetésén keresztül ismerheti meg az olvasó.

A hazai vízgazdálkodás legkomolyabb kihívása az elkövetkező években a települési vízgazdálkodás hatékonyságának fejlesztése. A cél az, hogy a települések felkészülhessenek a környezeti és társadalmi változásokra. Az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv (ITVT) egy olyan

alapdokumentum az önkormányzatok számára, amely egységes szerkezetben tárgyalja és értékeli a település különböző vízgazdálkodási elemeit. Idén is megrendezésre kerül március végén a Dulovics –Szimpózium, melyre egyre több fiatal jelentkezik évről-évre.

Az MHT ülésen elhangzott, hogy az ivóvíz minőségére és ellenőrzésére vonatkozó követelményekben nagy horderejű változás lesz az 5/2023. Kormányrendelet hatálybalépésével. 60 évvel ezelőtt Baján, az Országos Vízügyi Főigazgatóság kezdeményezésére megalakult a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Karának jogelődje, mely kezdetektől a magyar vizes szakma egyik meghatározó fellegvára.

Az MTA Vízellátási- és Csatornázási Bizottsága legutóbbi ülésén az EU 2020/741 a víz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelmények hazai adaptálását tartalmazó 7/2023 (I.12.) Kormányrendelet került ismertetésre.

Az ENSZ New-York-ban rendezendő következő Vízügyi Konferenciájának kísérő rendezvényeként a MaSzeSz meghívást kapott, melynek témája a vízi közmű struktúra fenntarthatóságának és fejlesztésének megvalósíthatósága.

A rendezvényről a következő Hírcsatornában részletesen beszámolunk

A történelmi rovat témája az elmúlt évtizedekben megépült rothasztók bemutatása, annak szépségeivel és hibáival együtt.

A szakmai hírek olvasásához mindenkinek hasznos és kellemes időtöltést kívánok!

*Dr. Papp Mária
főszerkesztő*

AZ AEROB LEBONTÁSI FOLYAMATOK (BIODEGRADÁCIÓ) MODELLEZÉSE A VÍZVONALON

BEZSENYI ANIKÓ^{1,2}, NAGY-MEZEI^{1,3} CSENGE, MAKÓ MAGDOLNA¹

ABSZTRAKT

Az aerob biológiai bonthatósági vizsgálatok körébe tartozik az eleveniszappal végzett légzéseszt (OUR = Oxigénfelvételi ráta meghatározás) és a hígítási sorozattal elkészített BOI (Biokémiai Oxigénigény) vizsgálat. Mindkettő szabványos eljárás, amely indokolt esetben rugalmasan változtatható. A mérések esetenkénti rugalmas változtatására azért van szükség, mert a vizsgált szennyvizek, folyékony hulladékanyagok nagy változatosságot mutatnak, és olykor szigorúan szabványos formában nem vizsgálhatók (túl nagy KOI, az oldószertartalom veszélyezteti az elektródot, hidrogén-peroxid jelenléte stb.). Mindemellett egy adott szennyvíztisztítási technológia modellezéséhez is gyakran van szükség bizonyos paraméterek módosítására. Mindkét módszer az oxigénfogyasztás meghatározásán alapul. A légzéseszteknél oxigénelektóddal mérjük az oldott oxigénkoncentráció változását 2-3 órán keresztül, a BOI5 teszteknél egy nyomásérzékelő fej (OxiTop® mérőrendszer) a mérőedényben 5 napon át rögzített nyomásváltozást fordítja le oxigénfogyasztás

értékekre. Az oxigént a mikroorganizmusok használják fel a közeg szervesanyag-tartalmának lebontásához. A közös elvek mellett azonban sok az eltérés a két mérés között. Míg a légzésesztek a levegőztetőmedencében zajló folyamatokkal korrelálnak jól, és a gyorsan bontható KOI (rbKOI = readily biodegradable KOI) mennyiségéről szolgáltatnak információt, addig a BOI₅ vizsgálatok során a lassan bontható KOI-frakció (sbKOI = slowly biodegradable KOI) felhasználására is sor kerülhet, hiszen 5 napig tarjuk az üvegeket optimális körülmények között. A legnagyobb BOI₅/KOI-arány a biodegradáció maximumát jelzi, amely a teljes szennyvíztisztítási folyamat során elérhető. A két vizsgálat nem versenytársa, hanem hasznos kiegészítője egymásnak.

BEVEZETÉS

A közműhálózaton keresztül a vízvonalra beérkező (vízvonalon fogadott), közvetlenül a vízvonalon fogadott, illetve a csatornába bocsátott különféle szennyvizek, valamint a külső szénforrásként (denitrifikálók számára) alkalmazható folyékony anyagok aerob

¹ Fővárosi Csatornázási Művek Zrt., 1087 Budapest, Asztalos Sándor út 4.

² Óbudai Egyetem, Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola, Budapest

³ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Agrárkörnyezettani Tanszék 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

bonthatóságának vizsgálatára használjuk a légzéstartesztet és a Biokémiai Oxigénigény (BOI) vizsgálatot. Mint ahogyan azt a cikksorozatunk első részében részleteztük mindkét vizsgálatot bonthatósági (biodegradációs) és toxicitás tesztként egyaránt kezelhetjük, hiszen minden méréshez hígítási sorozatot készítünk és a sorozat összes elemét teszteljük. Biológiailag bontható, toxikus anyagoknál a toxicitás csak hígítás kérdése, így a biodegradációhoz szükséges hígítás mértéke is egyidejűleg meghatározható.

Mindkét módszer az oxigénfogyasztás meghatározásán alapul. A légzéstartesteknél oxigénelektóddal mérjük az oldott oxigénkoncentráció (Dissolved Oxygen, D.O.) változását 2-3 órán keresztül, a BOI tesztnek pedig egy nyomásérzékelő fej (OxiTop® mérőrendszer) a mérőedényben 5 napon át rögzített nyomásváltozást fordítja le oxigénfogyasztás értékekre. Az oxigént a mikroorganizmusok használják fel (légzés) a közeg szervesanyag-tartalmának lebontásához (eléletéséhez).

Azokat a baktériumokat, amelyek oxigént lélegeznek aeroboknak nevezzük. Ezek között akadnak olyanok, amelyek kizárólag oxigént képesek lélegezni (obligát aerob), és vannak olyanok, amelyek oxigén hiányában más molekulákat (nitrát, szulfát stb.) is képesek ellélegezni. Ezeket fakultatív anaeroboknak nevezzük. Az eleveniszap baktériumainak 80%-a ebbe a típusba tartozik. Tehát oxigénhiány esetén is elboldogul az eleveniszap, és a rothasztókba kerülve képes gyorsan létrehozni egy új, anaerob kultúrát, amely oxigénmentes környezetben működik. A fakultatív anaerobok előnyben részesítik az oxigént, mert több energiát nyernek az oxigén ellélegzésével, mint más molekulákéval. Oxigén jelenlétében mindig

oxigént lélegeznek, ezért a fellevegőztetett, oxigénben dús vizsgálati körülmények között a szervesanyagok lebontását (tkp. eléletését) oxigénnel végzik el. Tehát mind a légzéstartestek, mind a BOI₅ vizsgálatok tökéletesen alkalmasak arra, hogy az oxigénfogyasztáson keresztül ezeket a lebontási folyamatokat modellezzék.

LÉGZÉSTARTESTEK

Eredetileg ezt nevezik eleveniszapos toxicitás tesztnek. Alapvetően az MSZ EN ISO 81 92 (Vízminőség. Az eleveniszap oxigénfogyasztás-gátlásának vizsgálata ISO 8192:1986) szabvány alapján végezzük el. A szabványt több ponton a felhasznált oltóanyaghoz kell igazítani, mert az oltóanyagot nem lehet standardizálni. A nagyterhelésű eleveniszap jóval nagyobb légzésintenzitással jellemezhető, mint a kis-közepes terhelésű telepeké, így az alkalmazott oltóanyagmennyiség tág határok között mozoghat.

A szabványos vizsgálatban műszennyvízzel (szubsztrát) táplálják az eleveniszapot, amelynek az összetétele az 1. táblázatban látható.

A szennyvizek összetétele is nagyon változatos, de a műszennyvíz összetételét nem feltétlenül közelíti. A műszennyvíz megfelelő arányban tartalmaz makro- és mikroelemeket, amely a lebontási folyamatokat segíti. Ha azonban a technológiai körülmények modellezése a cél egy vizsgálat során, akkor nem feltétlenül kell műszennyvizet használnunk. A gyakorlatban sem adagolnánk külön mikro- és nyomelemeket, így csak meghamisítaná az eredményeket. Ilyen esetekben érdemes a műszennyvizet egyszerűbb szubsztrátra cserélni. Mi leggyakrabban ecetsavat (nátrium-acetát) használunk.

ALKOTÓRÉSZ	MENNYISÉG
Pepton	16 g
Húskivonat	11 g
Karbamid	3 g
Nátrium-klorid, NaCl	0,7 g
Kalcium-klorid-víz(1/2), $\text{CaCl}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$	0,4 g
Magnézium-szulfát-víz(1/7), $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$	0,2 g
Dikálium-hidrogén-foszfát, K_2HPO_4	2,8 g
Víz	1000 mL

1. táblázat Szintetikus tápközeg (az MSZ EN ISO 81 92 szabvány alapján)

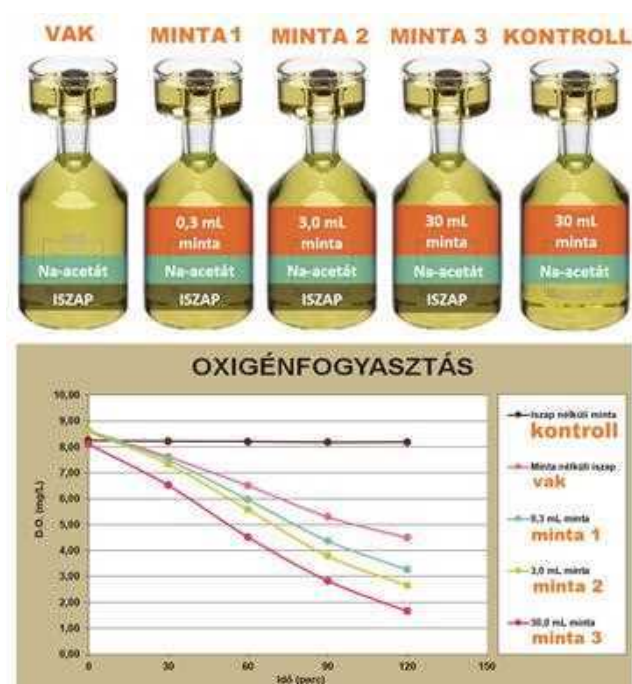
Az oltóanyagként alkalmazott eleveniszapot frissen vesszük valamelyik levegőztető medencéből, majd háromszor mossuk: ülepítés után dekantáljuk (leöntjük a felülúszó vizes fázist), majd felöntjük 20°C-os, fellevegőztetett csapvízzel. A harmadik felöntésnél literes mérőhengerbe öntjük és ott töltjük fel, majd folyamatosan levegőztetjük a felhasználásig. A levegőztetés az eleveniszapot homogenizálja is, így könnyebb lesz az oltóanyag megfelelő adagolása. Az így előkészített iszapból meghatározzuk az összes lebegőanyag-tartalmat.

A légzéstechnikához 300 ml-es Karlsruher-palackokat (1. ábra, bal kép) használunk. Ebből 5 darabot készítünk elő egy vizsgálathoz. Ezekbe a beméréseket a 2. ábra alapján végezzük. Minden palackba bemérünk 150 mg KOI-ekvivalens nátrium-acetátot (Na-acetát). A Na-acetát oldat (~80-120 g/L) kémiai oxigénigény (KOI) vizsgálatára is szükség van. A vak nem tartalmaz mintát, ebben csak eleveniszap és Na-acetát oldat van. A „minta 1-2-3” elnevezésű üvegekbe növekvő koncentrációban mérjük be a mintát: 0,3 mL/palack; 3,0 mL/palack;



1. ábra A Karlsruher-palack oxigénelektóddal (balra), és BOI5 vizsgálat OxiTop® rendszerrel (jobbra)

30 mL/palack. Mivel 300 mL-es a palack, így a bemérések 0,1 tf%, 1 tf% és 10 tf%-nak felelnek meg. Az utolsó üveg a kontroll, amelyben nincs eleveniszap, csak Na-acetát és 30 mL minta. A kontroll jelzi, ha a minta és a Na-acetát olyan reakcióba lép, amely oxigénfogyasztással vagy oxigéntermeléssel jár. Ebben az esetben nem értékelhető a légzés-teszt eredménye.



2. ábra A légzéseszt (eleveniszapos toxicitás teszt) összeállítása és az oldott oxigéntartalom változása egy biológiailag bomtható, nem toxikus minta esetén.

Utoljára mérjük be a palackokba a 25 mg szárazanyag-ekvivalens eleveniszapot, így minden esetben 6 mg KOI/mg iszap szárazanyag (MLSS= Mixed liquor suspended solids, iszap-koncentráció) a terhelésünk. Ez a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep (SZVTT) eleveniszapjának optimális terhelése, így ugyanis 2-3 óra alatt sem fogy el teljesen a palackokból az oxigén. A mérés bevezetésénél a helyi viszonyokra kell szabni ezt a terhelésértéket.

Az iszap bemérése után a palackokat galériig felöntjük 20°C-ra termosztált, felkevegőztetett csapvízzel. A palackokban 2-3-(esetleg 4) órán keresztül fél óránként az oldott oxigéntartalmat (D.O.) FDO® 925 oxigénszenzorral megmérjük. (1. ábra, bal kép és 2. ábra) A mért értékekből az oxigénfogyasztási rátát (OUR, Oxygen Uptake Rate) számoljuk, amelyet $\text{mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{óra}^{-1}$ formában adunk meg (3. ábra). A vak értékéhez viszonyítjuk a többi oxigénfogyasztási görbét. Nem toxikus a minta, ha a „minta 1-2-3” üvegekben a vak értékénél nagyobb oxigénfogyasztást mérünk. A kontroll esetében az a megfelelő, ha nem változik jelentősen az oxigénkoncentráció (hiszen nincs benne eleveniszap).

Az OUR-ból meghatározhatjuk a SOUR (Specific Oxygen Uptake Rate, fajlagos oxigénfelvételi ráta, légzéssebesség) értékét is, amely egy gramm illékony szuszpendált szilárd anyag (VSS = Volatile Suspended Solids) óránként elfogyasztott oxigén milligrammja. Ezt $\text{mg O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ iszap szervesanyag} \cdot \text{óra}^{-1}$ formában fejezzük ki. Ehhez a lebegőanyag szervesanyag-tartalmát kell meghatároznunk hamumentes szűrőpapír alkalmazásával.

Gátlási görbe is szerkeszthető, amely a vizsgált koncentrációk logaritmusának függvényében ábrázolja az oxigénfogyasztás-gátlás %-os értékét. Ez a következőképpen számolható:

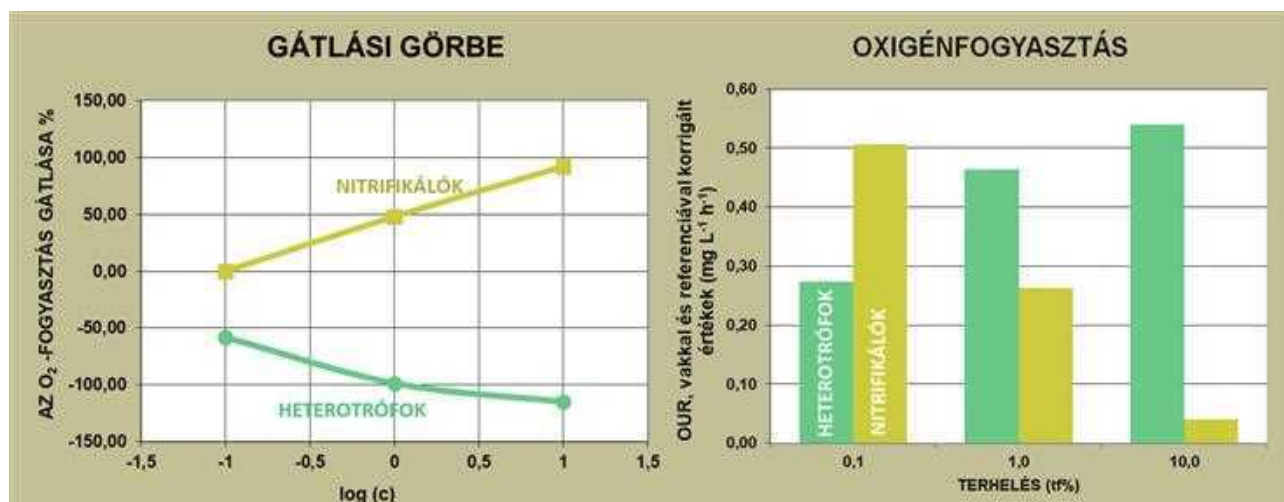
$$I = \left[\frac{F_{\text{vak}} - (F_{\text{minta}} - F_{\text{kontroll}})}{F_{\text{vak}}} \right] \cdot 100$$

Ahol:

- I = oxigénfogyasztás-gátlás (%)
- F_{vak} = a vak OUR értéke
- F_{minta} = a minta (1-2-3) OUR értéke
- F_{kontroll} = a kontroll OUR értéke

Az I értékét mindhárom mintakoncentrációra (minta 1-2-3 = 0,1 tf%; 1 tf%; 10 tf%) számoljuk, majd a koncentráció logaritmusának (-1; 0; 1) függvényében ábrázoljuk. Ilyen gátlási görbe látható a 3. ábrán.

hiszen a mérések során Na-acetáttal (rbKOI; readily biodegradable KOI = gyorsan vagy könnyen bontható szerves anyag frakció) tápláltuk az eleveniszapot. Az eddigi tesztek ezért **C-toxicitás**nak (C = szén) nevez-



3. ábra Heterotróf és nitrifikáló szervezetek gátlási görbéje (balra) és oxigénfogyasztási rátája (OUR) ugyanazon minta tesztelése során.

A heterotróf szervezetekre nem toxikus a vizsgált oldat, de a nitrifikálókat negatívan befolyásolják a nagyobb koncentrációk. Az 0,1 tf%-os adagolás alkalmazható a gyakorlatban. A gátlási görbe a szabványos kifejezése és ábrázolása a vizsgálati eredményeknek, bár általában a felhasználók nem kedvelik. A nullánál nagyobb értékek a gátlást jelzik. Minél pozitívabb az oxigénfogyasztás-gátlás értéke, annál toxikusabb a minta. Ha a gátlásértékek nullánál kisebbek, akkor nincs jelen gátló hatás. Minél negatívabb a gátlás, annál jobban bontható biológiailag a vizsgált minta.

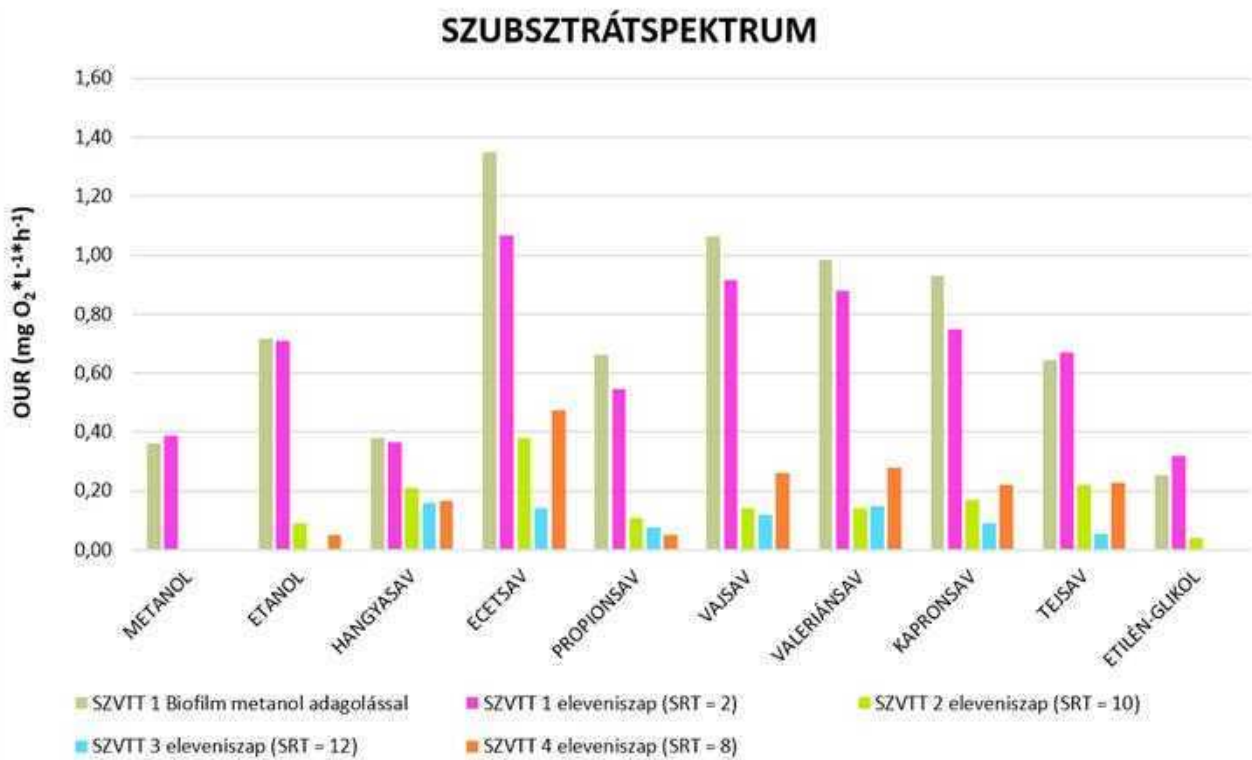
Látványosabb és könnyebben értékelhető grafikont kapunk, ha a terhelés (térfogat%) függvényében ábrázoljuk az OUR értékeket. Ez közelíti meg leginkább a technológusok gondolkodását és igényeit (3. ábra).

Az eddigiekben csak a szervesanyag fogyasztó (heterotróf) szervezeteket vizsgáltuk,

zük. A vizsgálat körülményeinek megfelelő változtatásával (ammónium adagolás, szelektív gátlószerek) nem csak a heterotróf mikroorganizmusokra, hanem a nitrifikáló mikroorganizmusokra gyakorolt toxicitás is vizsgálható. Ez az **N-toxicitás**. (3. ábra) Azért érdemes a nitrifikálókat külön kezelni, mert sokkal érzékenyebbek a szerves szennyeződésekre és önmagában már a jelentősebb mennyiségű rbKOI is gátolhatja a működésüket. Az N-toxicitás esetében a Na-acetátot lecseréljük ammónium-kloridra (1,43 mL 1g/l-es NH₄Cl-oldat) és a „minta 1-2-3” üvegeket két párhuzamosban készítjük elő. Az egyik sorozat mintáihoz nem adagolunk gátlószert, a másik sorozat mintáihoz N-allil-tiokarbamidot (ATU) teszünk (0,35 mL 5 g/L-es ATU-oldat). A nem gátolt OUR értékekből kivonjuk a gátolt változatokat és a továbbiakban ezekkel számolunk (3. ábra).

Végezhetünk **szubsztrátspektrum**-vizsgálatokat is. Ennél a módszernél egy adott eleveniszap esetében mérjük fel a potenciális külső szénforrások körét, illetve folyékony hulladékhanyagokat (metanol, etanol, ecetsav, hangyasav stb.) tesztelhetünk – mint szénforrást – az elő- és utódenitrifikációhoz. A 4. ábrán különböző szennyvíztisztító telepek (SZVTT) eleveniszapjának és egy biofilmes rendszernek a szubsztrátspektruma látható.

Leginkább a teszt 5 napos változata terjedt el, amelyet BOI_5 -ként (mg/L) jelölünk. Ez a szabványos változat is (MSZ EN 1899-1:2000, MSZ EN 1899-2:2000). Valójában a napok számát szabadon változtathatjuk (BOI_x), ha a kísérleti körülmények úgy kívánják. A szabványos teszt egy liter minta öt nap során felhasznált biológiai oxigénigényét adja meg, mg O_2 -ben kifejezve, 20°C-on. A teljes biológiai lebontáshoz elméletileg végtelen időtartam szükséges,



4. ábra Négy különböző SZVTT eleveniszapjának szubsztrátspektruma. Az egyik telep (SZVTT 1) rendelkezik egy metanollal táplált bioszűrőrendszerrel is.

BIOKÉMIAI OXIGÉNIGÉNY (BOI_5) VIZSGÁLATOK

A BOI_5 vizsgálat során a heterotróf szervezetek az rbKOI mellett az sbKOI frakciót is hasznosítani tudják, hiszen 5 nap áll a rendelkezésükre. Így a BOI_5 tesztek a biológiaiag bontható szervesanyagok hosszabb távú biodegradációját jellemzik.

azonban a lebontás 20 nap után befejezettek tekinthető. A BOI_5 érték nagyjából a BOI_{20} érték 70-80%-a.

A vizsgálathoz standard, barna üvegedényeket ($V = 0,5$ L) használunk (1. ábra, jobb kép). A beletöltött mintát állandó keverés mellett 5 napig termoszálljuk (20°C). Az OxiTop® tesztrendszerrel (6. ábra és 7. ábra) végzett manometrikus mérési elv lényege, hogy az aerob

biológiai bontás során felszabaduló CO_2 -t a gáztérben abszorberrel (nátrium-hidroxid) megkötjük. Az üvegekben így kialakuló nyomásváltozás (negatív) a BOI-értékkel arányos. A nyomásváltozást az OxiTop® fejek érzékelik és regisztrálják, majd automatikusan átalakítják BOI-értékekké (mg/L) az adatsort. A mintákat eredeti állapotukban mérjük be a barna üvegekbe, ha az mikroorganizmusokat tartalmaz. Ha nincs saját biomasszája a mintának, vagy nem elégséges, akkor biztosítani kell a megfelelő oltóanyagot, azaz a lebontást végző mikroorganizmusok jelenlétét. Ezen felül tápanyagokat és nyomelemeket is szolgáltatnunk kell a baktériumok számára, amelyeket a hígításnál használt speciális hígítóvízzel adagolunk. A mérés szempontjából korlátlan mennyiségű oxigénforrásnak kell rendelkezésre állnia. Ezt az hígítóvíz levegőztetésével juttatjuk a folyadékfázisba.

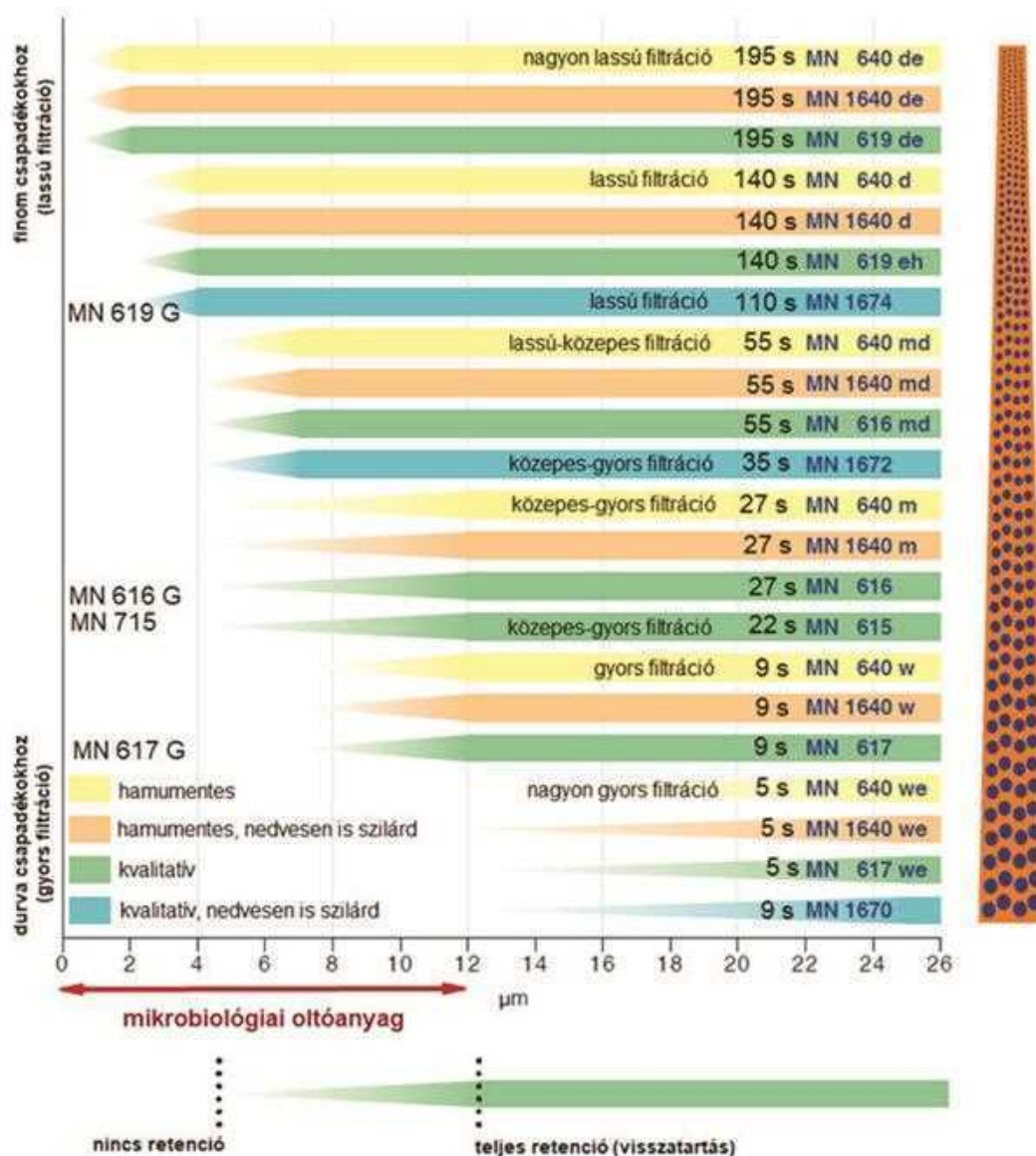
Ezeket a feltételeket úgy tudjuk megteremteni, hogy a vizsgált mintákból speciális oltó-hígító vízzel hígítási sorozatot készítünk. A használt hígítóvíz a szabványnak megfelelően készül, és ásványi sókat, valamint puffert tartalmaz. (Pro L: 1 mL 22,5 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, 1 mL 27,5 g/L CaCl_2 , 1 mL 0,25 g/L $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, 1 mL foszfátpuffer pH 7,2). Ezt a hígítóvizet 1 órán keresztül levegőztetjük, majd további egy órán keresztül állni hagyjuk a termosztátban (nyitott fedéllel). Ezután ellenőrizzük a pH-ját és ha szükséges, akkor beállítjuk ($\text{pH} = 7,2 \pm 0,2$) sósavval/nátrium-hidroxiddal. Az előkészített hígítóvízbe keverjük bele az oltóanyagot (5-20 mL/liter hígítóvíz), így már oltó-hígító vízként funkcionál.

Az oltókultúra tulajdonképpen bármilyen baktériumokat tartalmazó szennyvíz, felszíni víz lehet. Leginkább az utóülepítők elfolyó

tisztított szennyvize ajánlható erre a célra, ha megfelelő az aktivitása, de az eleveniszap szűrlete biztosan elegendő lebegő biomasszát tartalmaz.

Az oltóanyag szűrésére a vakértékek minimalizálása miatt van szükség. Természetesen a megfelelően hosszú idejű ülepítés is hatásosan kizárhatja az extra szervesanyagszennyeződés bevitelét az oltó-hígítóvízbe, de gyakran az oltóanyagra ennél gyorsabban van szükség. A szűrés azért is jobb megoldás, mert segítségével standard módon választjuk le a mikroorganizmusokat. Az eleveniszap partikuláris (szemcsés) és kolloidális szervesanyagtartalma nem konstans. Ha a pelyhek lazábbak, szétesettebbek, akkor bizonyos méretű pehelydarabok nem ülepednek megfelelően és belekerülnek az oltóanyagba, ezzel a BOI-értékeket növelik. Tehát eleveniszap eredetű oltóanyag esetében mindenképpen érdemes szűrést alkalmazni.

A szűrőpapír megválasztása kulcsfontosságú, mert a papír pórusmérete a baktériumok mérettartományába eshet és megakadályozhatja az átjutásukat. Lehetőleg az összes szabadon lebegő baktériumnak át kell jutnia a papíron, mert egyébként szelektíven szűrünk, azaz méret szerint válogatunk közöttük, és ezzel a biodegradáció valószínűségét, hatékonyságát rontjuk. A baktériumok átlagos átmérője általában nem haladja meg az 1-2 μm -t, de a hosszuk is számít, hiszen nem csak gömb formájúak (kokkus) léteznek, hanem pálca formájúak is. Biztosra mehetünk, ha olyan szűrőpapírt használunk, amely kb. 10-12 μm -ig tart vissza. Ezeket jellemzően a gyors, illetve nagyon gyors filtrációt biztosító szűrőpapírok között kell keresnünk. A szűrőpapír kiválasztásához nyújt segítséget a 5. ábra.



5. ábra A részecskevisszatartó kapacitás fontos jellemzője a szűrőpapíroknak [1].

Az oltó-hígító vízzel elkészített hígítási sor elemeit az 500 mL-es barna üvegekbe mérjük. A mintát sötétben kell tartani, így a mért oldott oxigénértékeket az algák O_2 -termelése nem befolyásolja. Ha ezt nem így tesszük, a mért BOI érték lényegesen csökkenhet. A hígítási sort úgy érdemes összeállítani, hogy a 2. táblázatban látható BOI méréstartományt lefedje. A legnagyobb hígítás a 250-365 mL-es bemérés területére, a legkisebb hígítás a 22,7-43,5 mL-es bemérésekre essen. A klasszikus BOI_5 vizsgálatok esetében a

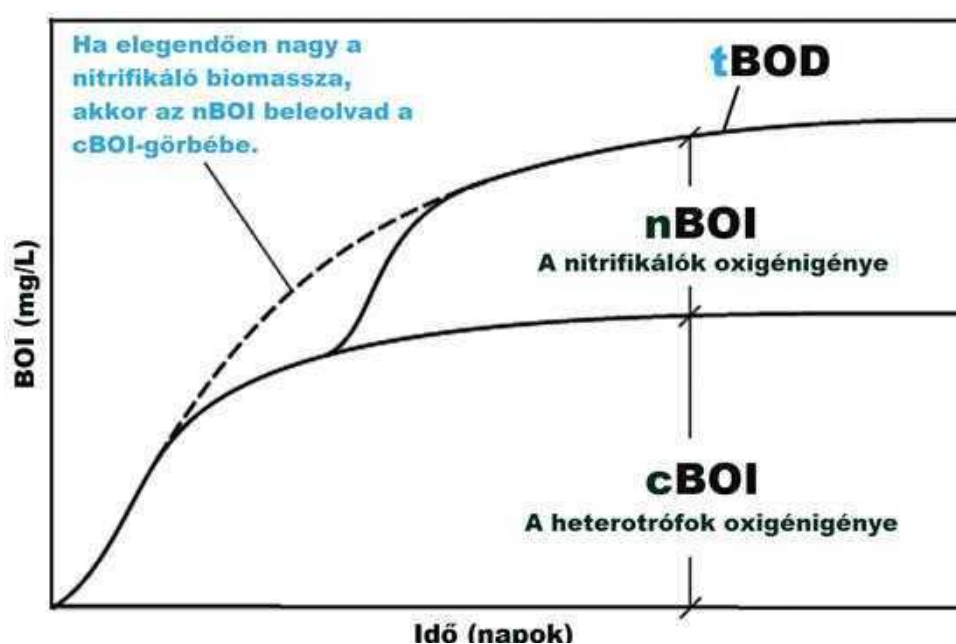
KOI érték alapján becsüljük az elméleti BOI -t ($thBOI$, a 2. táblázat első oszlopa), ami a KOI érték 80%-a, és ehhez az értékhez választjuk ki a bemért mintatérfogatot. Valójában csak abban lehetünk biztosak, hogy a KOI-nál kisebb értékre számíthatunk. A szennyvíztisztító telepek szennyvize esetében is változik a BOI/KOI -arány a kezelés során. A befolyó, nyers szennyvízben még megközelítheti ezt a 80%-ot, de az elfolyóvíz esetében már csak a KOI 10-30% százaléka a BOI_5 .

BOI-méréstartomány (mg/L)	Mintatérfogat (mL)	Adagolt ATU ($\mu\text{L}/\ddot{u}\text{veg}$)
0 – 40	432	450
0 – 80	365	350
0 – 200	250	250
0 – 400	164	150
0 – 800	97	100
0 – 2000	43,5	50
0 – 4000	22,7	50

2. táblázat BOI vizsgálatok során alkalmazható mintatérfogatok összefoglaló táblázata. Feltüntettük a nitrifikálók gátlására adagolandó 5 g/L-es N-allil-tiokarbamid (ATU) oldat mennyiségét is.

Nem csak a heterotrófok fogyasztanak oxigént, hanem a nitrifikálók is. A heterotrófok a szervesanyagot égetik el a rendelkezésre álló oxigénnel, a nitrifikálók pedig az ammóniát, amely számukra ugyanúgy energiaforrásként szolgál. Mivel mi csak a minták biológiailag bontható szervesanyag-tartalmára vagyunk kíváncsiak, így a nitrifikálók oxigénfogyasztását (nBOI) szelektív gátlószerral (N-allil-tiokarbamid, ATU) blokkoljuk. Tehát kizárólag a heterotróf szervezetek oxigénfogyasztását mérjük (cBOI). Gátlószer hiányában a cBOI-t

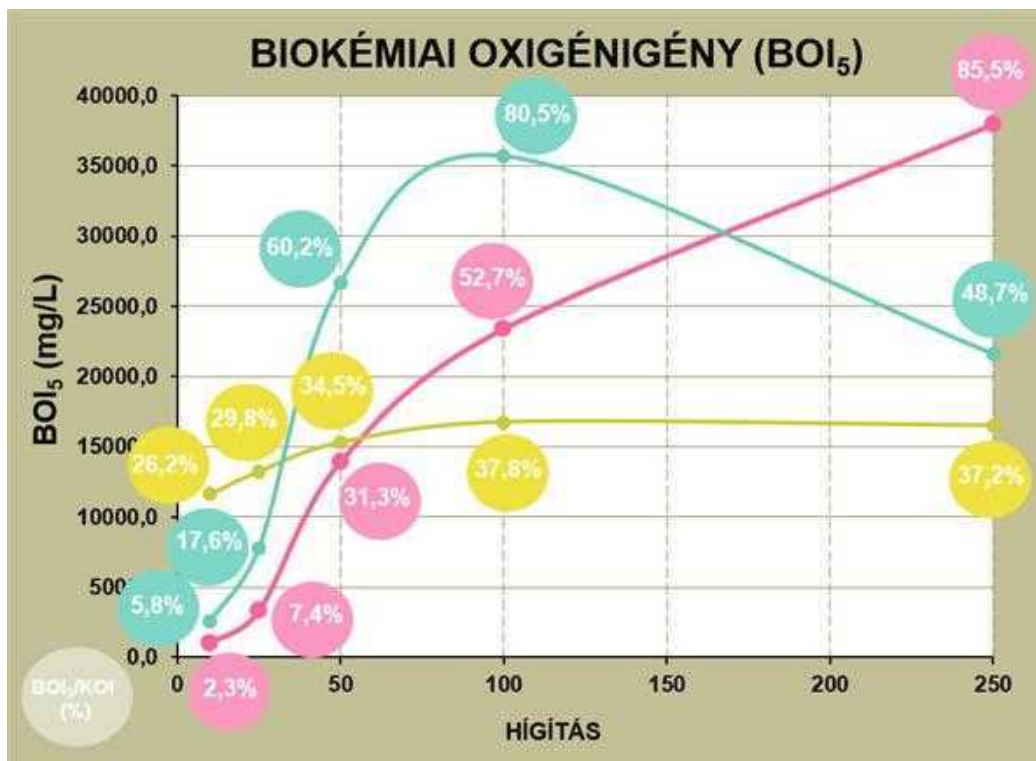
és az nBOI-t együttesen mérnénk (tBOI, teljes BOI) (6. ábra). Az nBOI-görbe – a nitrifikáló szervezetek lassú szaporodása miatt – általában 5 napon belül nem jelenik meg, de intenzíven nitrifikáló eleveniszap esetében ennek a lehetőségét sem zárhatjuk ki. Ráadásul ilyen rendszereknél a két görbe egybeolvad. Egyéb esetekben az nBOI jól láthatóan ráül a cBOI vonalára, ahogyan ez az 6. ábrán is megfigyelhető. Az ATU adagolás a 2. táblázatban követhető nyomon.



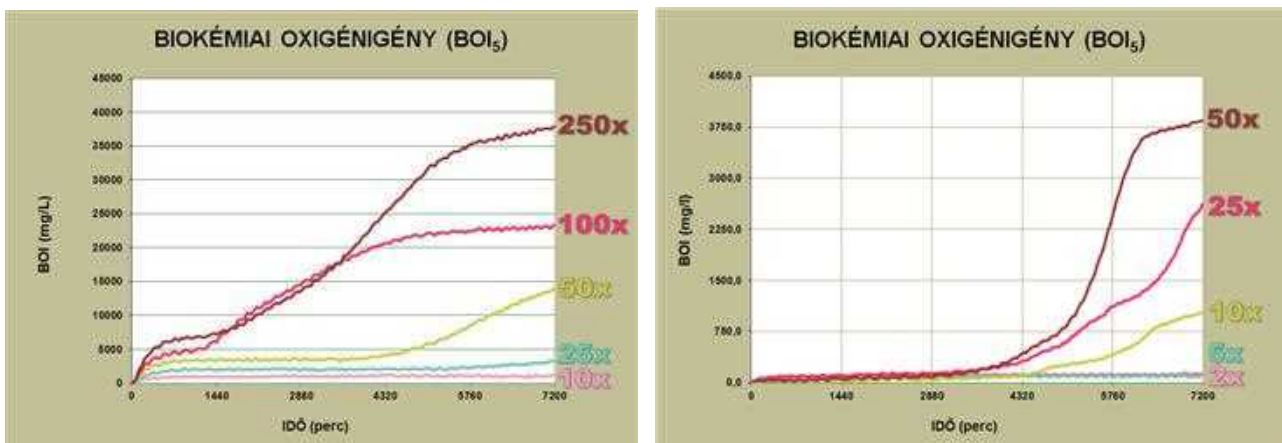
6. ábra A cBOI és az nBOI megjelenése a BOI-tesztek során, nem gátolt (ATU) mintáknál.

Általában háromféle vagy ötféle koncentrációnál mérjük meg a BOI-értéket és a BOI/KOI arány maximumát keressük. A KOI az összes szervesanyag, a BOI a biológiailag bontható szervesanyag mennyiségét mutatja. A legnagyobb BOI/KOI arány a biodegradáció maximumát jelzi és

az ehhez tartozó koncentráció, illetve hígítási fok irányadó lehet a folyékony hulladékok fogadásánál. A BOI/KOI-arány valóban a biodegradációs maximumot mutatja, amely a teljes szennyvíztisztítási folyamat során elérhető. Ehhez a maximumhoz tartozó hígítási fok fontos



7. ábra A BOI₅-értékek és a BOI/KOI-arány változása hígítással három különböző minta esetében. A világoskék adatsornál 100x-os, a sárga adatsornál 100x-os, a rózsaszín adatsornál a 250x-es hígítás eredményezi a legnagyobb lebontási hatékonyságot.



8. ábra A BOI₅-görbék változása a hígítással két különböző minta esetén. Az adaptációs idő nem feltétlenül rövidül le a hígítással (jobbra)

információt jelenthet a technológia számára. Ezért alkalmazzuk azt az ábrázolási formát, amely a 7. ábrán látható. A hígítás mértékének függvényében ábrázoljuk a BOI_5 -értékeket és a BOI/KOI -arányszámokat is feltüntetjük minden méréspontnál. Önmagában a BOI_5 -görbék lefutása is informatív (8. ábra). Erről a két módszer összehasonlításánál részletesen szó lesz.

AZ AEROB BONTHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK ÖSSZEVEETÉSE

A két tesztípus közötti különbség nem csak az alkalmazott felszerelésben és a vizsgálatok időintervallumában keresendő, az oltóanyag csíraszama is jelentősen eltér. A légzésvizsgálatok esetében közvetlenül az eleveniszapot használjuk oltásra, a BOI_5 vizsgálatoknál az eleveniszap szűrletét. Így a légzésesztek kiindulási összcsíraszama (a 22°C-on növe heterotróf aerob baktériumok száma) 10^4 nagyságrendet képvisel ml-ként, míg a BOI_5 vizsgálatok esetében csupán 10^2 érték körül mozog. Az öt napos tesztek során természetesen a baktériumok felszaporodnak az elfogyasztott tápanyagon és ml-ként 10^6 összcsírászámmal zárul a vizsgálat, de egy-két napig még jól bontható minták esetében sem közelítik meg a légzésesztek baktériumszámát.

A légzésesztek rövid mérési időintervalluma alatt (2-3 óra) a baktériumok nem feltétlenül szaporodnak. Elvileg a legoptimálisabb feltételek mellett bizonyos baktériumtörzsek akár 10-20 perc alatt is osztódhatnak (generációs idő), de a szennyvíz sem hőmérsékletét, sem egyéb fizikai-kémia paramétereit tekintve sem olyan ideális közeg, mint a baktériumtenyésztéshez használt táptalajok. Így nem járunk messze a valóságtól azzal a közelítéssel, hogy a légzésesztek alatt a baktériumok nem osztódnak, nincs elég idejük rá. Illetve, ha a vizsgált minta nem tartalmaz elegendő $rbKOI$ -t, akkor megfelelő minőségű és mennyiségű tápanyag sincs a szaporodáshoz. Néhány baktérium jellemző generációs ideje látható a 3. táblázatban. Ezzel ellentétben a BOI_5 vizsgálatok során bőven van idő a szaporodásra, ha a felkínált szervesanyag megfelelő a baktériumok számára. Valójában a BOI -görbe jellegzetes alakja is a baktériumok szaporodásgörbéjét követi le, amelyet a 9. ábra szemléltet.

Egy friss tápközegbe oltott baktériumtenyésztésben a sejtek osztódása általában nem indul el rögtön. Hosszabb-rövidebb időre van szüksége a sejteknek az adaptációhoz, amely során a sejtek hozzászoknak a tenyésztési körülményekhez. Ez az ún. lag vagy késedelmi fázis, melynek időtartama a tenyésztet

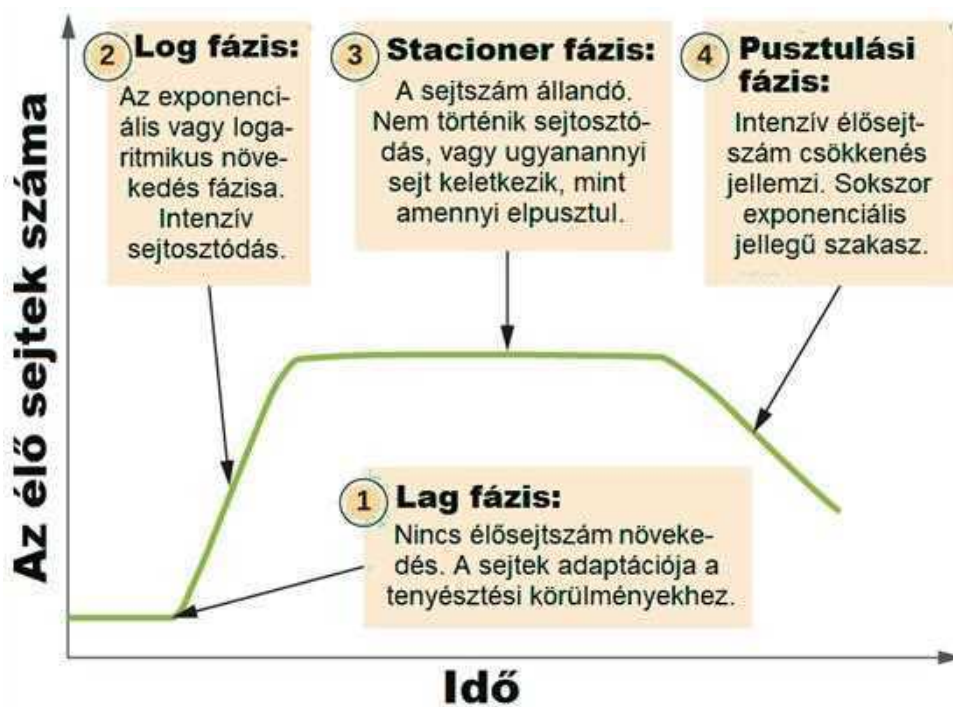
Faj	Inkubációs hőmérséklet (°C)	Generációs idő
Beneckeia (<i>Vibrio</i>) natriegens	37	10 perc
Escherichia coli	40	21 perc
Bacillus subtilis	40	26 perc
Staphylococcus aureus	37	28 perc
Pseudomonas aeruginosa	37	35 perc
Clostridium botulinum	37	35 perc
Mycobacterium tuberculosis	37	12 óra
Treponema pallidum	37	33 óra

3. táblázat Néhány baktérium jellemző minimális generációs ideje [2]

állapotától és a tenyésztés körülményeitől is függ. Ez a szakasz el is maradhat, ha a kultúra optimális közegbe kerül és egy exponenciálisan növekvő szakasz indul az oltás pillanatától. Ilyen körülmények között a baktériumoknak nincs szükségük adaptációra. Ebben az esetben feltételezhető, hogy a tenyésztet korábban is hasonló körülmények között szaporodott. Az adaptációs idő, azaz a lag fázis jelenléte pedig azt tükrözi, hogy az adott környezeti

segítségével bontják le a mikroorganizmusok. [2]

A lag fázist követi egy exponenciális/logaritmikus növekedési szakasz, amelyet a logaritmikus növekedés miatt log fázisnak neveznek. A sejtek osztódása lényegében korlátlan, minden sejtből kettő lesz a generációs idő elteltével. A növekedés mértékét a tenyésztet adottságai (pl. anyagcsere típusa) és az inkubációs körülmények határozzák meg.



9. ábra Baktériumtenyésztetek szaporodásgörbéje [2 alapján]

feltételeknél megfelelően működő enzimek előállítására van szüksége a mikroorganizmusoknak, mert nem a megszokott szénforrás áll rendelkezésükre. Esetleg a sejteknek az osztódást megelőzően fel kell töltekezniük a megfelelő sejtalkotó molekulákkal. Az enzimek biokatalizátorok, amelyek a sejtekben zajló kémiai folyamatokat a reakciósebesség növelésével felgyorsítják. A környezetben jelenlévő szervesanyagokat is enzimek

Azonban a tápanyagok egy idő után elfogynak és a korlátlan növekedés véget ér. Esetleg olyan anyagcseretermékek halmozódhatnak fel a tápközegben, amelyek a további növekedést gátolják. Ez az ún. stacioner (vagy stacionárius) fázis. Az élősejtszám ebben a fázisban állandó. Nem történik sejtosztódás, vagy ugyanannyi sejt keletkezik, mint amennyi elpusztul (kriptikus növekedés), de a sejtek továbbra is aktív anyagcserét folytathatnak.

A sejtek anyagcseréje azonban eltérhet a gyors növekedésű log fázis során működőtől (pl. másodlagos anyagcseretermékek képződése).

Végül a tenyészet egy leromló fázisba ér, amelyet már az intenzív élősejtszám csökkenés, azaz sejtpusztulás jellemez. Gyakran a log fázishoz hasonló lefutása van ennek a szakasznak is, de ellenkező előjellel és a pusztulás sebessége is lassúbb. Ez az ún. pusztulási fázis. Nem feltétlenül pusztul el a teljes baktériumpopuláció. Spórák formájában hosszú ideig megőrizheti életképességét. [2]

A szaporodási görbe egyes részeinek lefutása a gyakorlatban nagymértékben eltérhet egymástól, így a BOI-görbék alakja és lefutása is sokféle lehet. Az adaptációs folyamatokat tükröző lag fázis hossza hordozza talán a legfontosabb információt. Ha ez a szakasz elmarad és az oltókultúra rögtön a log fázisba lép, akkor a rbKOI dominál a mintában. Ha a lag fázis túlzottan elnyúlik, akkor az oltókultúrában nagyon kevés olyan mikroorganizmus van jelen, amely a minta szervesanyag-tartalmának lebontásához szükséges enzimek előállítására (szintézis) képes. Esetleg ezek a baktériumok lassan szaporodnak (faji sajátosság), vagy a szervesanyagforrás nem biztosít elég energiát a gyorsabb szaporodáshoz. A légzésesztetek esetében az adaptáció nem működik, hiszen túl rövid a mérési idő ahhoz, hogy a megfelelő baktériumok felszaporodjanak.

A baktériumok anyagcseréje nagyon takarékos. A legfontosabb enzimeket folyamatosan termelik (konstitutív enzimek), de az enzimek többségét csak akkor, ha az enzim célmolekulája megjelenik a környezetben (induktív enzimek). Például a cellulózbontó baktériumokban a celluláz enzim termelése folyamatos (konstitutív), míg a gombákban csak akkor

következik be, ha a celluláztermelést kiváltja környezetben felbukkanó cellulózmolekula. Baktériumok esetében a keményítőt bontó amilázokat ugyancsak indukálni szükséges, tehát a keményítőt nem tudják gyorsan bontani. Azonban az induktív enzimek előállításához is idő kell, így a légzésesztetek során valószínűleg inkább a már meglévő, folyamatosan termelődő enzimeket tudják használni a baktériumok.

Vannak olyan változások tehát, amelyek egy baktériumgeneráción belül lezajlanak. Gyors és összehangolt váltásokra képesek egyes mikroorganizmusok mind az anyagcserében, mind a viselkedésben. Ezt a jelenséget akklimatizációnak nevezzük [3][4]. Ilyen a fentebb említett induktív enzimek termelése is, amely a bakteriális anyagcsere idomulása a környezetben megjelenő újfajta szervesanyaghoz. Az adaptáció folyamata már nem egyéni esemény, hanem populációs/közösségi szinten értelmezhető. Ehhez már a baktériumok szaporodására is szükség van, hogy generációról-generációra megtörténhessen a változás, ami az adott feltételekhez legjobban idomuló, leginkább életképes baktériumok felszaporodása a közösségen belül. Tehát a fajösszetételben történik eltolódás. Míg a rövid légzésesztetek során csupán akklimatizációs folyamatok zajlanak, addig az ötnapos BOI vizsgálatok már az adaptációs folyamatoknak is teret adnak.

A két vizsgálat alapvetően mást mutat számunkra. Mint a cikksorozatunk első részében is felhívtuk rá a figyelmet, a 2-3 órás légzésesztetek a gyorsan bontható KOI (rbKOI) lebontását tükrözik és a levegőztetőmedencékben zajló folyamatokat modellezik. Ezzel szemben a BOI₅ vizsgálatok során a lassan bontható KOI-frakció (sbKOI) is sorra kerülhet, hiszen 5 napig tarjuk az üvegeket optimális

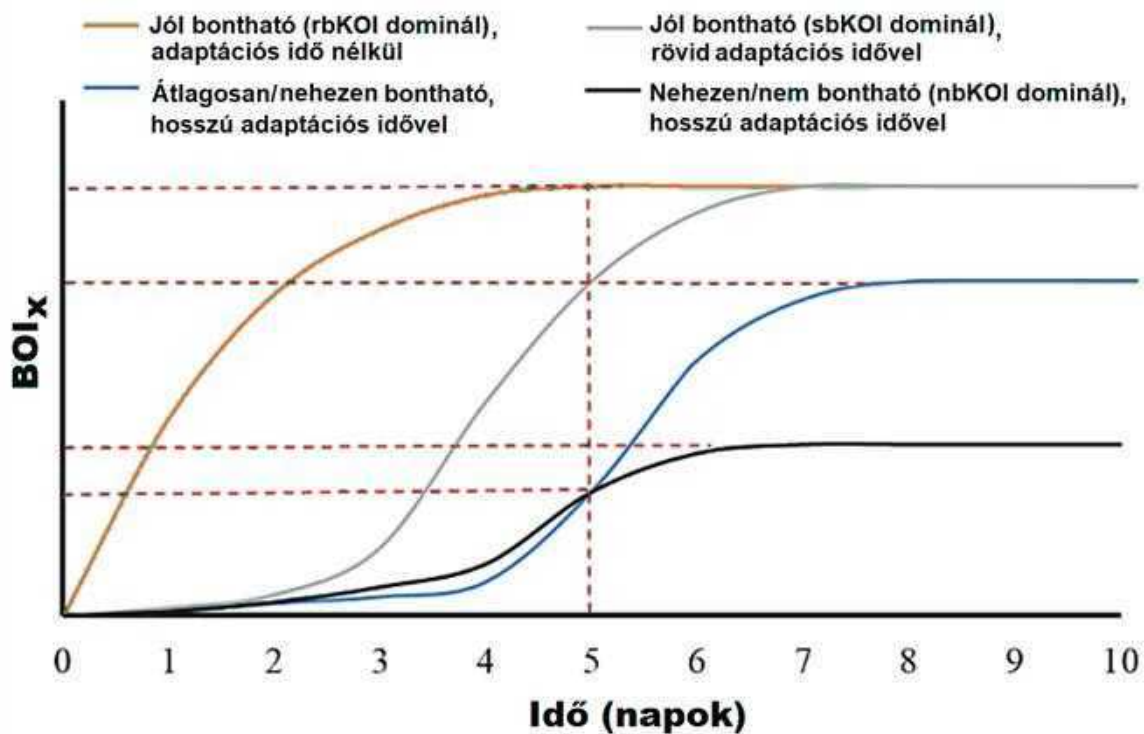
körülmények között. Miközben a baktériumok összcsíraszama 10^2 értékről négy nagyságrendet ugrik és eléri a 10^6 értéket, az rbKOI és az sbKOI egy része is tápanyagforrássul szolgál.

A BOI_5/KOI -arány a biodegradációs maximumot mutatja, amely a teljes szennyvíztisztítási folyamat során elérhető. Az arányszám közvetlenül utal a minta szervesanyag-tartalmának biológiai bonthatóságára, amely alapján a minta négy kategóriába sorolható: biológiailag nem bontható, lassan bontható, átlagosan, illetve gyorsan bontható. A kategóriákat és a hozzájuk tartozó arányszámokat a 4. táblázatban foglaljuk össze.

A BOI/KOI -arány értéke és a BOI -görbék lefutása együttesen megmutatja, hogy a vizsgált minta milyen biodegradációs sajátosságokkal rendelkezik. Erre láthatunk példákat a 10. ábrán. A nagy BOI/KOI -aránnyal jellemezhető, lag fázis (adaptációs idő) nélküli, gyorsan felfutó BOI -görbét rajzoló minták pozitív elbírálás alá esnek. Valószínűleg az rbKOI frakció dominál bennük, így a biológiai tisztítóművekben jól hasznosulnak. Hasonlóan nagy BOI/KOI -aránnyal, de pár napos adaptációs idővel még mindig jól kezelhető szennyvizet/folyékony hulladékot fogadhatunk. Az iszap adaptációja gyorsabb lebontást biztosíthat rendszeres rátáplálás esetén.

A szerves anyag biológiai bonthatósága				
	nem bontható	nehezen bontható	átlagos	jól bontható
BOI/KOI	<0,2	0,2 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5 – 0,8

4. táblázat A BOI/KOI -arány és a szervesanyagok biológiai bonthatósága (biodegradáció) [5]



10. ábra A BOI/KOI -arány értéke és a BOI -görbék lefutása együttesen megmutatja, hogy a vizsgált minta milyen biodegradációs sajátosságokkal rendelkezik. [6]

Még megfelelő BOI/KOI-aránnyal, de hosszú adaptációs idővel rendelkező minták már előkezelést igényelnek a biológiai tisztításhoz (pl. kémiai oxidáció). A nagyon kicsi BOI/KOI-arány esetén a biológiai kezelés gazdaságosan nem valósítható meg.

ÖSSZEFOGLALÁS ÉS A KÖVETKEZŐ RÉSZ AJÁNLOJA

A Dél-pesti és az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen a biogáz-termelés intenzifikálása érdekében külső forrásból érkező szilárd és folyékony szerves hulladékok szennyvíztisztításból származó iszappal történő együttes kezelése (ko-fermentáció) történik. A szerves hulladékok ártalmatlanításának ez a módja környezetkímélő és jelentős mennyiségű zöldenergia forrása is. A túlnyomórészt rb-KOI-t tartalmazó folyékony hulladékok szervesanyag-forrásként a szennyvízkezelésben is hasznosíthatók (pl. elődenitrifikációhoz). A biztonságos üzemeltetés feltétele ezen hulladékok alapos bevizsgálása. A közel 20 év alatt kidolgozott és folyamatos fejlesztés alatt álló hulladékvizsgálati protokoll segít abban, hogy döntéshozói szinten minden

információ rendelkezésre álljon a potenciális biogáz alapanyagok hasznosíthatóságáról. A biológiai bonthatósági vizsgálatok széles repertoárját használjuk a mindennapi gyakorlatban. Szeretnénk a gyakorlati tapasztalatokat továbbadni, hogy ezzel a szintén ko-fermentációval üzemelő telepek kollégáinak munkáját segítsük.

A cikksorozatunk aktuális részében az aerob bonthatósági vizsgálatokat részleteztük. Komplex leírást adtunk a légzésesztekről és a biokémiai oxigénigény (BOI_5) vizsgálatról. Írtunk a két tesztípus hasonlóságairól és különbségeiről, valamint az adatsorok sokrétű értelmezéséről.

A cikksorozatunk következő részében az anaerob lebontási folyamatok (biodegradáció) modellezéséről írunk. Részletesen bemutatjuk a szakaszos üzemű OxiTop® rendszerrel végzett anaerob bonthatósági vizsgálatot, valamint a rothasztók pontosabb modellezését lehetővé tevő, folyamatos üzemű mini-rothasztók működését. Kitérünk a hibalehetőségekre és megvizsgáljuk a tesztek valódi információ-tartalmát.

▶ IRODALOMJEGYZÉK

A SZENNYVÍZTELEPEK ENERGETIKAI ÖNELLÁTÁSÁNAK MEGTEREMTÉSE A SZENNYVÍZISZAPOK SZUPERKRITIKUS VIZES ELGÁZOSÍTÁSÁVAL; A SCWG-HU TECHNOLOGIA ALKALMAZÁSÁBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK

HUJBER OTTÓ, okl. villamosmérnök,
otto.hujber@coopinter.hu , +36 20 944 8912

Kivonat

Korunk legnagyobb kihívásai közé tartozik a lerakott hulladékok- és a széndioxid-kibocsátás mennyiségének csökkentése, a körkörös gazdaság és a hidrogéngazdaság megteremtése, a megújuló energiaforrások hasznosítása, valamint az energiahordozók importjától való részleges függetlenedés. A szennyvíziszapok szuperkritikus vizes elgázosítása (SCWG-HU), mint a nedves biomasszák energiahatékony, környezetbarát feldolgozási technológiája, egyszerre felel meg mindezen célkitűzéseknek. A több mint 1,2 millió tonna/év víztelenített szennyvíziszap Magyarországon 5,1 millió GJ/év megújuló energiaforrást jelent, amelynek SCWG feldolgozása 316.110 MWh/év villamosenergia termelését-, és 8.450 t/év karbonszegény hidrogén előállítását teheti lehetővé, 95.000 t/év széndioxid-kibocsátás megakadályozása mellett.

A SCWG-HU technológia alkalmas a biogáz üzemekből kikerülő rothasztott iszapok feldolgozására is, közel megduplázva a szennyvíztelepek energiatermelését, egyben megakadályozza a lerakott rothasztott iszap emissziója által okozott környezetszennyezést.

A SCWG-HU technológia szennyvíztelepi alkalmazása lehetővé teheti több mint egymillió tonna/év szennyvíziszapokkal kapcsolatosan felmerülő szállítási igény drasztikus (90% feletti) csökkentését; a technológiai eljárás végén az inert anyagból a foszfor-vegyületek kivonását, és keletkeztethet mintegy évi kilencszázmillió liter 650 °C-on kezelt tiszta vizet ipari célra (lásd pl. elektromos vízbontók tápvize).

Mindezen túlmenően, a SCWG-HU eljárás elősegítheti a 2G cellulóz alapú bioetanol gyártás versenyképességét, jelentős megújuló villamos energia- és karbonmentes hidrogén kiegészítő termelésével, valamint lehetővé teheti a nagy (50 % körüli) nedvességtartalmú bükkábrányi és visontai lignitek környezetbarát, energiahatékony feldolgozását, jelentősen csökkentett széndioxid kibocsátás mellett.

Kulcsszavak: szennyvíziszap, biomassza, megújuló energia, szuperkritikus vizes elgázosítás, SCWG, SCWG-HU, hidrogén, hidrogéngazdaság, körkörös gazdaság, biogáz üzem, biogáz, P2G, hatásfok, CO₂, emisszió, széndioxid kibocsátás, biometán

1. BEVEZETÉS

1.1. A SCWG eljárás alkalmazásának műszaki célszerűsége

A szennyvíziszap, mint nedves biomassa, hagyományos módon, elégetés útján történő energetikai hasznosítása nem célszerű, hiszen a „vítelenített” iszap nedvességtartalma 80 % körül van és emiatt az égetés hatásfoka nagyon alacsony – az ily módon nyert energia mennyisége, még modernebb eljárások esetén is elég csekély. A hagyományos égetés energiabalansza, a szárítás-, vagy a támasztó-tüzelés energiaigénye miatt, jó esetben is, alig pozitív.

Az égetéssel történő energetikai iszap-hasznosítás környezetvédelmi szempontból sem kívánatos, elsősorban a füstgázban található káros anyagok emissiója miatt.

Modern eljárások esetén, például amikor a szennyvíziszapból biogázt állítanak elő és azt gázmotorban elégetve villamos áramot termelnek, a folyamat energiabalansza már sokkal jobb, de annak összhatásfoka még mindig elég alacsonynak mondható.

Ennek oka kettős: a rothasztás végén, a rothasztókból kikerülő maradvány (rothasztott iszap) szervesanyag tartalma még az eredeti szervesanyag tartalom mintegy 50%-a, és a keletkező biogáz jelentős mennyiségű (40% körüli) széndioxidot tartalmaz.

Magyarországon 61 db 89,9 MW összteljesítményű biogáz erőmű működik, jelentős részük a szennyvíztelepeken. A keletkező biogáz 40% körüli széndioxid tartalma többlet-légkörszennyezésként kerül a környezetbe. A helyzetet tovább rontja, hogy a biogázzá történő feldolgozás eredményeképpen keletkező, rothasztókból kikerülő fenék-maradvány (rothasztott iszap) jelentős szervesanyag

tartalma, annak mezőgazdasági hasznosítása vagy lerakása esetén, talajemisszióként jelentős széndioxid-kibocsátással jár.

A biogáz széndioxidtartalma által okozott környezeti problémát P2G technológiával orvosolni lehet (Lochbrunner, A., Schirrmester, S. 2018), de a rothasztott iszapok lerakása által okozott, többszörös nagyságú üvegház hatású gázkibocsátás még megmarad, és a biogáz üzemek mintegy 10%-os villamos hatásfoka sem éppen kedvező.

Az általunk kidolgozott megoldás, a superkritikus vizes elgázosítás (SCWG) alkalmazása a lakossági és az ipari (pl. húsipari, söripari, konzervipari, papíripari, cukoripari stb.) szennyvíziszapok, valamint az egyéb nedves biomasszák (pl. vágóhídi hulladékok, belsőségek, nedves toll, romlott élelmiszerek, fölős cukorgyári kipréselt répaszelet, működő biogáz üzemek fenékmaradványai, az állattartó telepek híg trágyái, a kommunális hulladék-válogató üzemek nedves szerves frakciói stb.) magas hidrogéntartalmú gázzá való feldolgozására, a leghatékonyabb energetikai és környezeti megoldás, amely térben elosztottan rendelkezésre álló, megújuló karbonszegény hidrogén forrást jelent, a potenciális felhasználókhoz közel.

A SCWG technológia csőreaktorából kikerülő generátorgáz magas hidrogéntartalma jelentős mennyiségű, folyamatos karbonszegény hidrogén forrást biztosíthat a személyautók-, és az autóbuszok számára a városokban, valamint a kamionok számára is a fő közlekedési folyosók mentén.

A nagy nedvességtartalmú biomasszák energetikai feldolgozása superkritikus vizes

elgázosítással (SCWG) célszerű a magas energetikai hatásfok-, és a jelentős mennyiségű hidrogén keletkezése miatt.

1.2. Mi az a szuperkritikus víz?

Az anyagok kritikus pontját, mint jelenséget, 1822-ben fedezte fel Charles Cagniard de la Tour francia fizikus.

A víz kritikus paraméterei: $T = 374\text{ °C}$, $P = 221\text{ bar}$.

Amint az 1. sz. ábra mutatja, a víz 221 bar nyomás felett már nem megy keresztül fázisváltáson, vagyis bármennyire is emeljük annak hőmérsékletét, nem válik gőzzé.

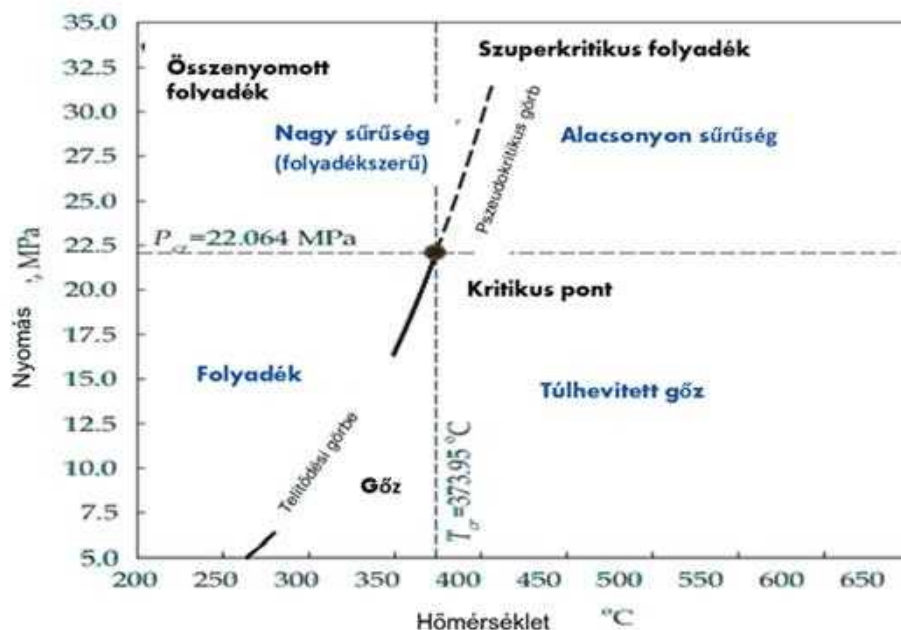
A víz sűrűsége viszont, átlépve a kritikus pontot, egyre csökken és a víz viselkedése gőz-szerűvé válik.

keresztül. Többek között jelentősen megváltozik a víz sűrűsége, viszkozitása, dielektromos állandója (relatív permittivitása), oldási képességei, entalpiája és hőátadási tényezője is (lásd 2. sz. ábra).

Átlépve a kritikus pontot, a víz kiváló oldószerre válik a szerves anyagok számára és már nem oldja a szerves anyagokat (Pioro, I., Mokry, S. 2011).

A kritikus paramétereken túli tulajdonságai a vizet kiválóan alkalmassá teszik „zöld” vegyipari technológiák megvalósítására (Hujber, O. 2021).

A szuperkritikus víz (fluidum) környezetipari és egyéb technológiai alkalmazását, nagy



1. sz. ábra

A szuperkritikus víz (SCW) tulajdonságai szerint gőzszerű víz vagy vízszzerű gőz. Ezért „szuperkritikus folyadék” helyett helyesebb a „szuperkritikus fluidum” kifejezést használni. A víz fizikai és kémiai tulajdonságai a kritikus pontot átlépve gyors változáson mennek

teljesítményű, folyamatos üzemű csőreaktorok megvalósítását, sokáig gátolta a magas hőmérsékletet és nagy nyomást egyidejűleg jól viselő szerkezeti anyagok hiánya. Az utóbbi 10 évben, már a gépipar számára is elérhető áron, megjelentek olyan CrNi ötvözetű

csövek pl. Inconel 740 H, Sanicro 25 stb., amelyek lehetővé tesznek 650-700 °C hőmérsékletet 260-320 bar nyomás mellett.

Az elmúlt évtizedekben számos laboratóriumi kísérletet végeztek a nedves biomasszák szuperkritikus vizes elgázosításával kapcsolatosan. Ezek eredményeképpen megállapítást nyert, hogy a nedves biomasszák tekintetében a SCWG technológia jó hatásfokú, fizibilis eljárás, amelynek ipari méretű megvalósítása érdekében még számos kihívást kell kezelni, több műszaki problémát meg kell oldani.

A legfontosabb azonban az, hogy a SCWG technológia több helyen is, pilot projektek keretében, hosszú időn keresztül bizonyította az életképességét – perspektivikus technológiának bizonyult a nedves biomasszák energiahatékony feldolgozásához.

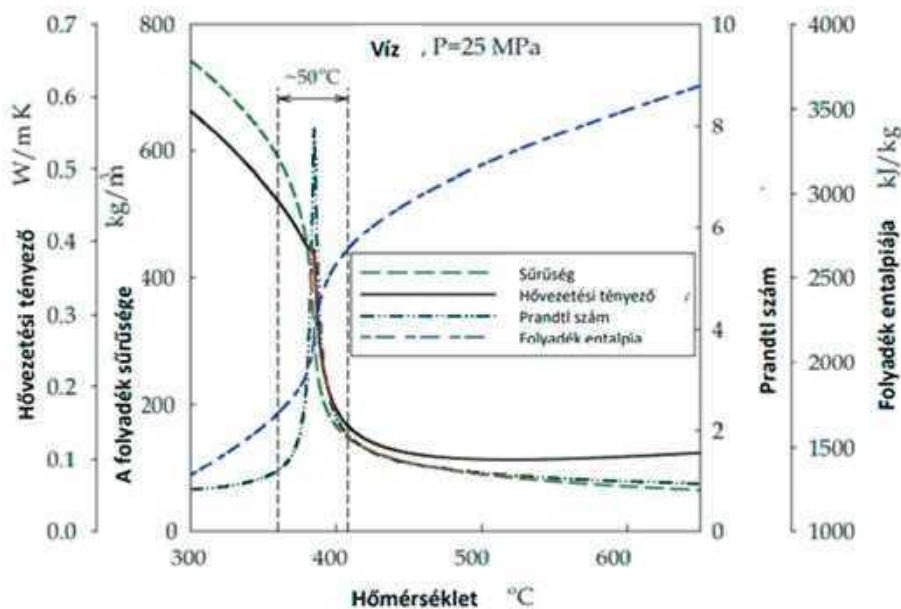
A SCWO-t elsősorban veszélyes hulladékok megsemmisítésénél alkalmazzák (Hujber O., Poós T. 2021).

A SCWO, ha azzal nedves biomasszát dolgozunk fel energetikai hasznosítási céllal, akkor annak termikus és villamos hatásfoka jelentősen meghaladja az égetés hatásfokát, és energetikai mutatói a biogáz üzemek hasonló adatainál is jobbak, azonban jelentősen elmaradnak a SCWG üzemek kiváló energetikai hatásfok-mutatóitól.

A SCWO beruházási költsége (CAPEX) alacsonyabb, üzemeltetési költsége (OPEX) azonban jóval magasabb a SCWG üzemek ezen paramétereinél, azonos teljesítmény esetén.

2.1. A szuperkritikus vizes oxidáció (SCWO)

A szuperkritikus vizes oxidáció exoterm folyamat, ahol az oxigénnel dúsított szuperkritikus



2. sz. ábra

2. A SZUPERKRITIKUS VIZES TECHNOLOGIÁK ISMERTETÉSE

A szuperkritikus vizes technológiák két fő típusát különböztetjük meg úgy, mint a szuperkritikus vizes oxidációt (SCWO) és a szuperkritikus vizes elgázosítást (SCWG).

vízben a szervesanyag energiataralma hővé alakul a reaktorban.

Az így fejlődő hő elvezetésén és hasznosításán alapul a SCWO technológia.

Jelenleg hét cég foglalkozik kereskedelmi leg érett SCWO technológia értékesítésével,

amelyek közül a General Atomics (GA) a legrégebbi. A GA 1996 -ban megvásárolta az első SCWO vállalatot (MODAR) és annak tudásvagyományát. Nagy tapasztalattal és számos kialakítási móddal (például mechanikai tisztítás, adalékanyagok hozzáadása) rendelkezik a korrózió és a szervesanyagok kicsapódásának területén, ezért szélsőséges veszélyes hulladékok ártalmatlanítását is végzik. Jelenleg neurotoxikus anyagok, vegyi reagentisek, robbanóanyagok, haditengerészeti fedélzeti hulladékok, rakétahajtóanyagok és egyéb hulladékok ártalmatlanításával foglalkozik az Amerikai Egyesült Államok területén két üzemben (egy 11,4 l/min és egy 4,5 l/min kapacitású).

A Hanwha, amely főleg vegyiparban keletkező veszélyes hulladékokat ártalmatlanító csőreaktor és tartályreaktor típusú SCWO technológiával is rendelkezik.

Az SRI International az SCWO technológiát a japán vállalatok számára értékesíti PCB -k (poliklórozott bifenilek) kezelésére. Az Aquarden Technologies gyógyszeripari hulladékok, hormonok és endokrin rendszert károsító anyagok ártalmatlanítását, valamint az Odense-i hulladéklerakók csurgalékvizének kezelését végzi (Pincés, Zs. 2021).

A SuperWater Solutions 2009-ben 5 t/nap száraz iszap kezelésére alkalmas SCWO bemutatkozóüzemet épített Floridában, és egy 300 t/nap kommunális iszap (80% -os nedvességtartalom) kezelésére szolgáló SCWO üzemtervezést megépíteni. A SuperWater Solutions csőreaktort alkalmaz, valamint nagy áramlási sebességet és mechanikus keféket használ a sók/szilárd anyagok felhalmozódásának szabályozására.

A SuperCritical Fluids International (SCFI) csőreaktorait alapvetően szennyvíziszap kezeléshez fejlesztette ki, és a nevéhez köthető

2008 óta Írországból egy 6 t/nap kapacitású demonstrációs üzem; 2015-ben Spanyolországban egy 6 t/nap kapacitású nedves iszapkezelő SCWO üzem; egy 60 t/nap kapacitású nedves iszapkezelő üzem San Franciscóban; egy 20 t/nap kapacitású petrokémiai szennyvízkezelő a San Franciscó-i öböl térségében; egy 60 t/nap kapacitású szennyvízkezelő Los Angelesben; és egy 24 t/nap kapacitású alkáli hulladékkezelő Szaúd-Arábiában.

Az Innoveox a Francia Nemzeti Tudományos Akadémiával együttműködve kidolgozta a multioxidáns befecskendező reaktorokat, és 2011 júniusában a dél-franciaországi Arthez-de-béarn-ben építette fel a 1 t/h kapacitású SCWO ipari hulladékkezelőt. Ennek a lényege, hogy az oxidálószer több ponton adagolódik be a csőreaktorba, ezzel növelve a reakcióhatásfokát. Az ENN Envirotech 240 t/nap kapacitású SCWO üzemmel rendelkezik veszélyes és nukleáris hulladékok kezelésére.

2.2 A szuperkritikus vizes elgázosítás (SCWG)

A szuperkritikus vizes elgázosítás endoterm folyamat, melynek során hőt kell bevinni a technológia reaktorába ahhoz, hogy a nedves biomassza szilárd szervesanyag tartalma szintézisgázzá alakuljon.

A szintézisgáz elsősorban metánt, hidrogént, szénmonoxidot és széndioxidot tartalmaz. A leválasztott és megtisztított hidrogén magasnyomású tartályokba tölthető és elszállítható, vagy a helyszínen felhasználható (Amrullah, A., Matsumura Y. 2018).

A szintézisgáz fennmaradó CH₄, CO tartalma kisebb részben a reaktor energiaellátását szolgálhatja, nagyobb részben pedig CHP gázmotorban vagy kombinált ciklusú gázturbinás erőműben hasznosítható (Antal M., Allen S. G., Schulman, D., Xu, X., Divilio R.J. 2000).

Ez mutatja, hogy a SCWG technológia villamos hatásfoka jelentősen meghaladhatja a gőzturbinás SCWO technológia villamos hatásfokát.

Az elmúlt évtizedekben a számtalan laboratóriumi kísérleten túlmenően több pilot üzem is megépült, amelyek közül az alábbi projekt a legfontosabb.

2.2.1. A Karlsruhei Technológiai Egyetem (KIT) pilot projektje

A KIT kutató professzora Dr. Nikolaos Boukis munkatársaival több mint 20 éve foglalkozik biomasszák szuperkritikus vizes elgázosításával (Boukis, N., Herbig, S., Hauer, E. 2016).

A VERENA KIT kísérleti üzem maximális átteresztőképessége 100 kg/h. A megadott kapacitás maximum 20 tömeg% szárazanyag tartalmú biomasszára vonatkozik. Az üzem szokásos, kísérleti üzemi átteresztőképessége 50 kg/óra (Boukis., N., Stoll., K. (2021).

A maximális üzemi nyomás és hőmérséklet 350 bar, illetve 700 oC.

A szokásos reakciókörmények jellemzően 660 C és 280 bar értéket képviseltek.

Az üzem három fő részből áll:

- az adagoló rendszer,
- a reakciót lebonyolító rész,
- az elválasztó rendszer.

A lentebbi ábrán az egyszerűsített eljárási séma (folyamatábra) látható.

Adagolórendszer

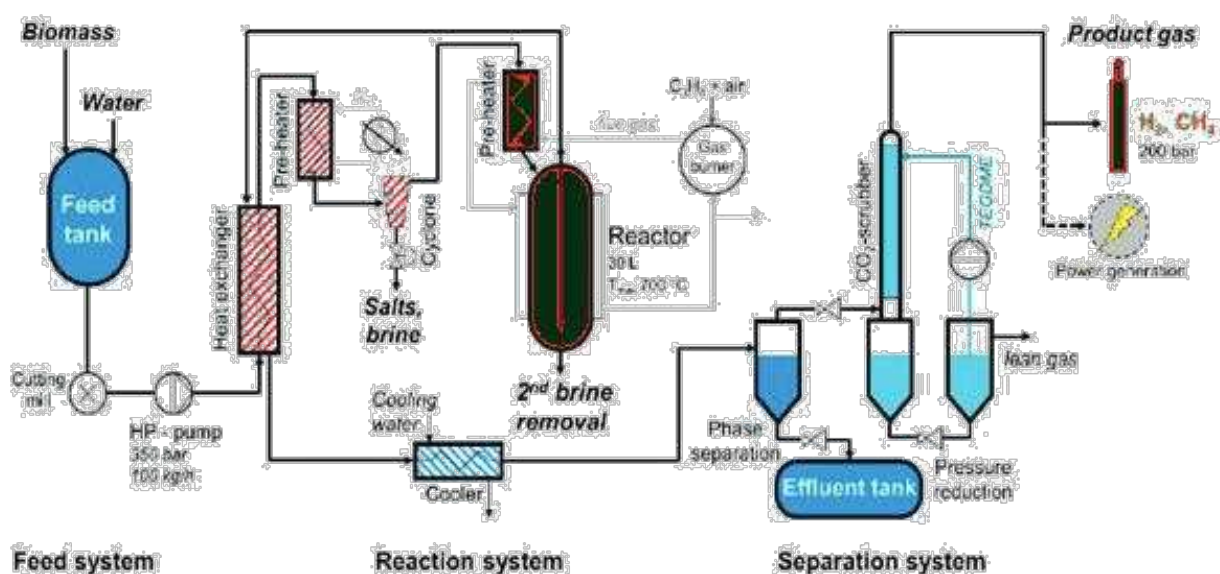
Az adagolórendszer több tartályból, macerátorból, kolloid malomból és több nagynyomású szivattyúból áll (lásd 3. sz ábra).

A folyékony szerves hulladékokat, például a nyers glicerint közvetlenül szivattyúzzák a reakciórendszerhez.

A biomasszát vagy a nagyobb részecskéket tartalmazó hulladékot előkezelik, azt aprítják és homogenizálják.

Az adagolandó anyag megfelelő szemcseméretét és homogenitását az előkezelés során nedves aprítóval, majd kolloid malom alkalmazásával érik el.

Az adagolandó anyag víztartalmát úgy állítják be, hogy az szivattyúzásra alkalmas legyen.



3. sz. ábra

A kapott szuszpenziót (zagyot) folyamatosan adagolják, áramlás-vezérelt nagynyomású adagolószivattyúval.

A feldolgozandó zagyot egy cső-a-csőben hőcserélőbe táplálják, ahol a belépő anyagot előmelegítik a reaktorból kilépő fluidummal. A betáplált áram lineáris sebessége 400 °C hőmérsékleten 2 m/s tartományba esik és eléri a 4 m/s-ot 450 °C-on. Ennek oka a szuperkritikus anyag kisebb sűrűsége a magasabb hőmérsékleten.

A feldolgozandó zagy sóit és egyéb szervetlen anyagait még a reaktor előtt ciklonnal leválasztják.

A ciklonból a szilárd anyagok ürítését nagyon rövid idejű megszakitásokkal, 280 bar-ról környezeti nyomásra való nyomásleengedéssel, ciklikusan működtetik. A leválasztott sósvíz-áram átlagos mennyisége általában körülbelül 1 kg/h.

Reakciót lebonyolító rész

A technológia következő része az osztott reakció rendszer. Ennek első része egy 60 kW teljesítményű, földgázüzemű külső fűtésű speciális hőcserélő. Csöveinek hossza 60 m, külső átmérője 14,3 mm. A hőcserélő által előállítható maximális hőmérséklet 700 °C.

Az így előmelegített szuszpenzió a reakció-rendszer második részét képviselő 30 liter űrtartalmú 10 cm belső átmérőjű hosszú tartályba, a reaktorba kerül (lásd 5. sz. ábra), ahol az megkapja az elgázosításhoz szükséges tartózkodási időt (60-180 másodpercet), a feldolgozandó szervesanyagtól függően.

Elválasztó rendszer

A technológia harmadik része a szeparációs rendszer, amelyben elválasztásra kerülnek a szilárd részecskék, a folyadék és a gázok.

Végül, a szintézis gázok közül leválasztásra és tisztításra kerül a hidrogén.

A VERENA pilot üzem már több mint 10 éve üzemel. Az elmúlt 10 év során szerzett pozitív és negatív tapasztalatokat, valamint a SCWG technológia ipari méretű megvalósításával kapcsolatos kihívásokat az 3. pont alatt ismertetjük.

3. AZ SCWG ELJÁRÁS MEGOLDANDÓ MŰSZAKI PROBLÉMÁI, TECHNOLÓGIAI KIHÍVÁSOK

A SCWG folyamatok esetében az alábbi műszaki problémák, feladatok merültek fel, amelyek energiahatékony megoldása jelentős mérnöki kihívást jelentenek.

- A biomasszák megfelelő előkészítése annak érdekében, hogy a nedves biomassza nedvességtartalmát úgy csökkentjük, hogy az előkészített szuszpenzió a víztartalmának csökkentése ellenére könnyen szivattyúzható legyen. A szivattyúzhatóságon túlmenően fontos a szuszpenzió megfelelő homogenitása, a szuszpenzióban lévő szilárd részecskék méretazonosságára, a részecskék minél kisebb mérete.
- A technológia csővezetékei-, és hőcserélői-, valamint reaktorcsövei elrakódásának megakadályozása, a sók és egyéb szilárd anyagok kicsapódásának és lerakódásának megakadályozása azok megfelelő időben és helyen történő leválasztásával, szeparálásával.
- Olyan olcsó és hatékony katalizátorok alkalmazása, amelyek biztosítják a szintézisgázok megrendelőik által igényelt összetételét (többségében hidrogént, vagy többségében metánt) és egyben meggyorsítják az elgázosítás folyamatát (lecsökkentve a szükséges reakció időt), valamint csökkentik az elgázosításhoz szükséges

hőmérsékletet annak érdekében, hogy a reaktor méretei kisebbek lehessenek és a reaktor olcsóbb anyagokból készülhessen.

- A korróziós sebesség lecsökkentése. Ez az egyik legnagyobb kihívás, amely megfelelő pH értékkel, reakcióhőmérséklettel és anyagválasztással kezelhető. Ez azt is jelenti, hogy ez minden egyes alapanyagára (lakossági szennyvíziszap, különféle ipari iszapok, különféle biomasszák stb.) külön-külön megoldandó kísérleti, fejlesztési feladat.

Jó hír, hogy a fenti feladatokat a SCWO technológiák esetében már többségében megoldották.

A 2.1 pont alatt ismertetett hét cég több évtizede üzemeltet ipari méretű (pl. 10 t/h kapacitású) szuperkritikus paraméterű üzemeket (Safari, F., Ataei, A., Tavasoli, A. 2016).

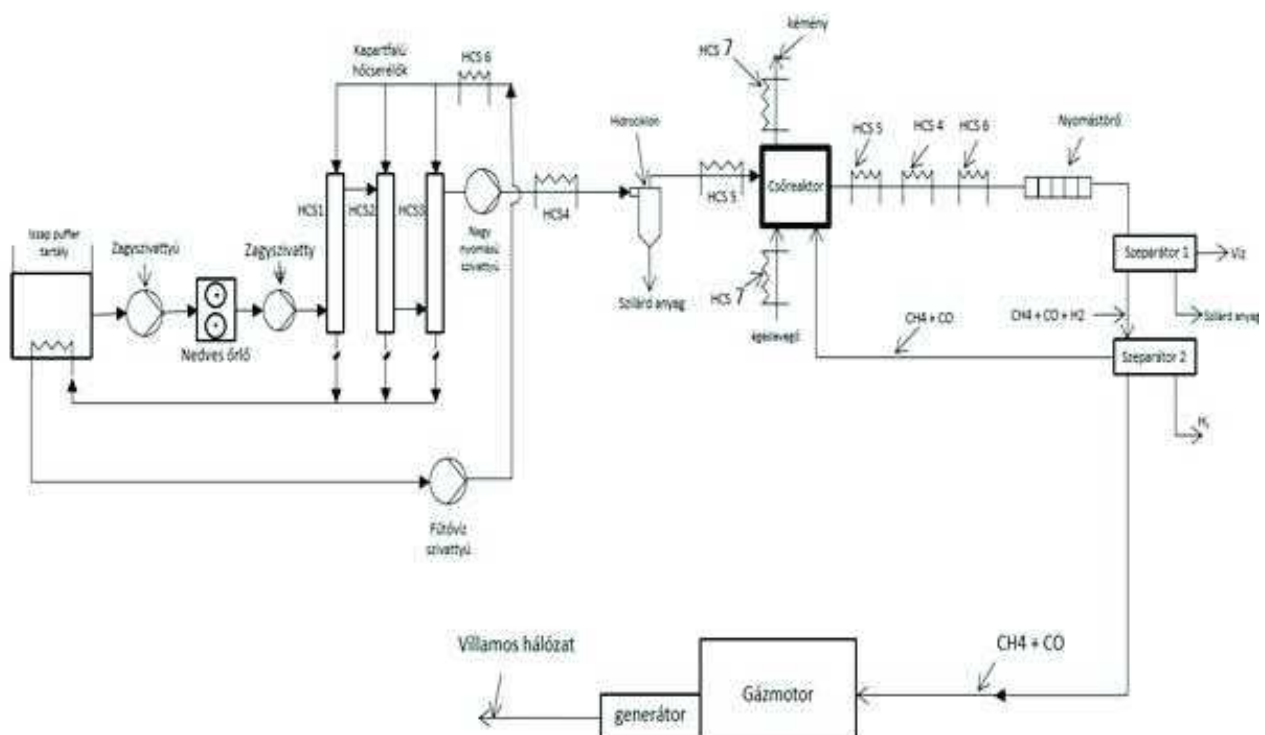
Az általunk fejlesztett SCWG-HU technológia is kezeli a felsorolt kihívásokat, lásd a 4.1 pontot. Az általunk javasolt technológia magában ötvözi a szuperkritikus vizes technológiák (SCWO és SCWG) több tíz éves üzemeltetési tapasztalatait.

4. A SCWG-HU TECHNOLOGIA FELÉPÍTÉSE, MŰKÖDÉSE

Az általunk javasolt továbbfejlesztett szuperkritikus vizes elgázosítási eljárás (SCWG-HU) felépítésének egyszerűsített vázlata a 4. sz. ábrán látható (a részletes technológiai folyamatára a SCWG-HU minta üzem basic tervei között megtalálható).

A SCWG-HU technológia működése:

A szennyvíziszapot megfelelő módon előkészítjük: aprítjuk, homogenizáljuk, előmelegítjük, majd azt 14-16 bar nyomás mellett, 180-190 °C-os hőmérsékleten félórán keresztül főzzük, célszerűen kapartfalú hőcserélőkben.



4. sz. ábra

Ezt követően, a főzött iszapot nagynyomású szivattyúval a szuperkritikus üzemű csőreaktorba juttatjuk.

A benne keletkező generátorgázzal működtetett gázfűtésű csőreaktor reaktorcsöveinek hossza a szennyvíziszap teljes elgázosodásához szükséges reakcióidő (3,5-4 perc) alapján kerül meghatározásra.

A csőreaktorból kilépő elegyet az 1. sz. szeparátor segítségével szétválasztjuk. A vizet, amely gyakorlatilag desztillált víz, ipari célra (pl. elektromos vízbontó tápvizeként, kazán-tápvizként stb.) vagy öntözésre használhatjuk. Az inert szilárd részeket, miután kivontuk belőle a foszfor vegyületeket, az építőipar felhasználhatja.

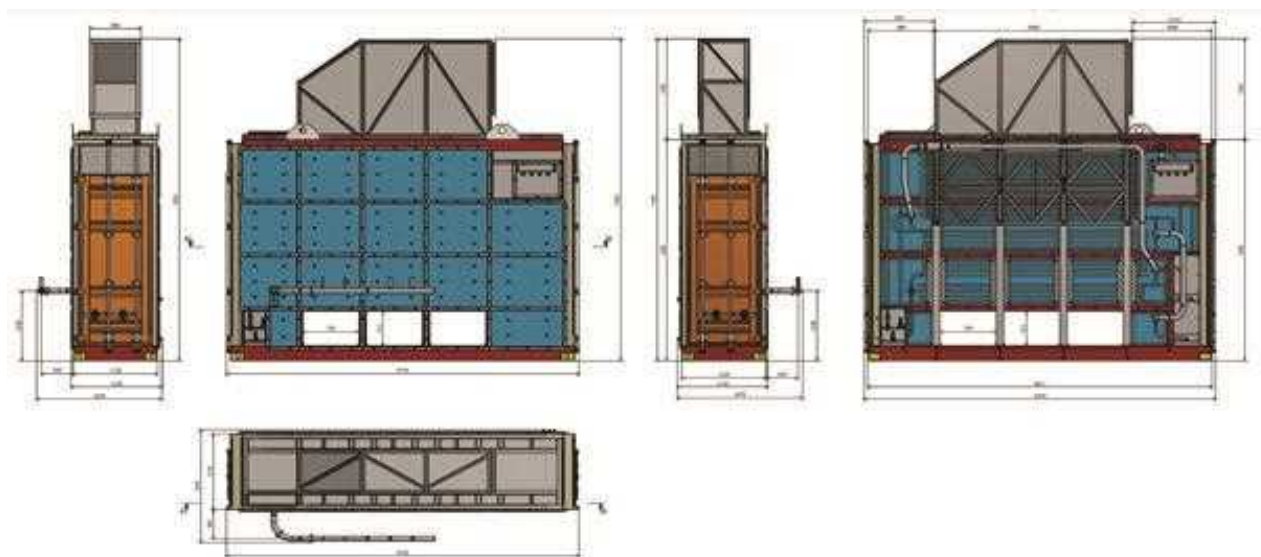
A csőreaktorból kilépő elegy gáztartalmából a hidrogént a 2. sz. szeparátor segítségével választjuk le.

A generátorgáz metán és szénmonoxid tartalma kisebb részben a csőreaktor fűtésére, nagyobb részben gázmotorban használandó fel, belőle hálózatra adható villamos áram-, és kapcsoltan hő termelhető a szennyvíztelep energiaszükségleteinek kielégítésére.

A csőreaktor szerkezete az 5. sz. ábrán látható.

A tárgyi SCWG-HU üzem csőreaktorának kiemenetén keletkező energiatartalmú anyagok (éghető gázok) lehetséges hasznosítása:

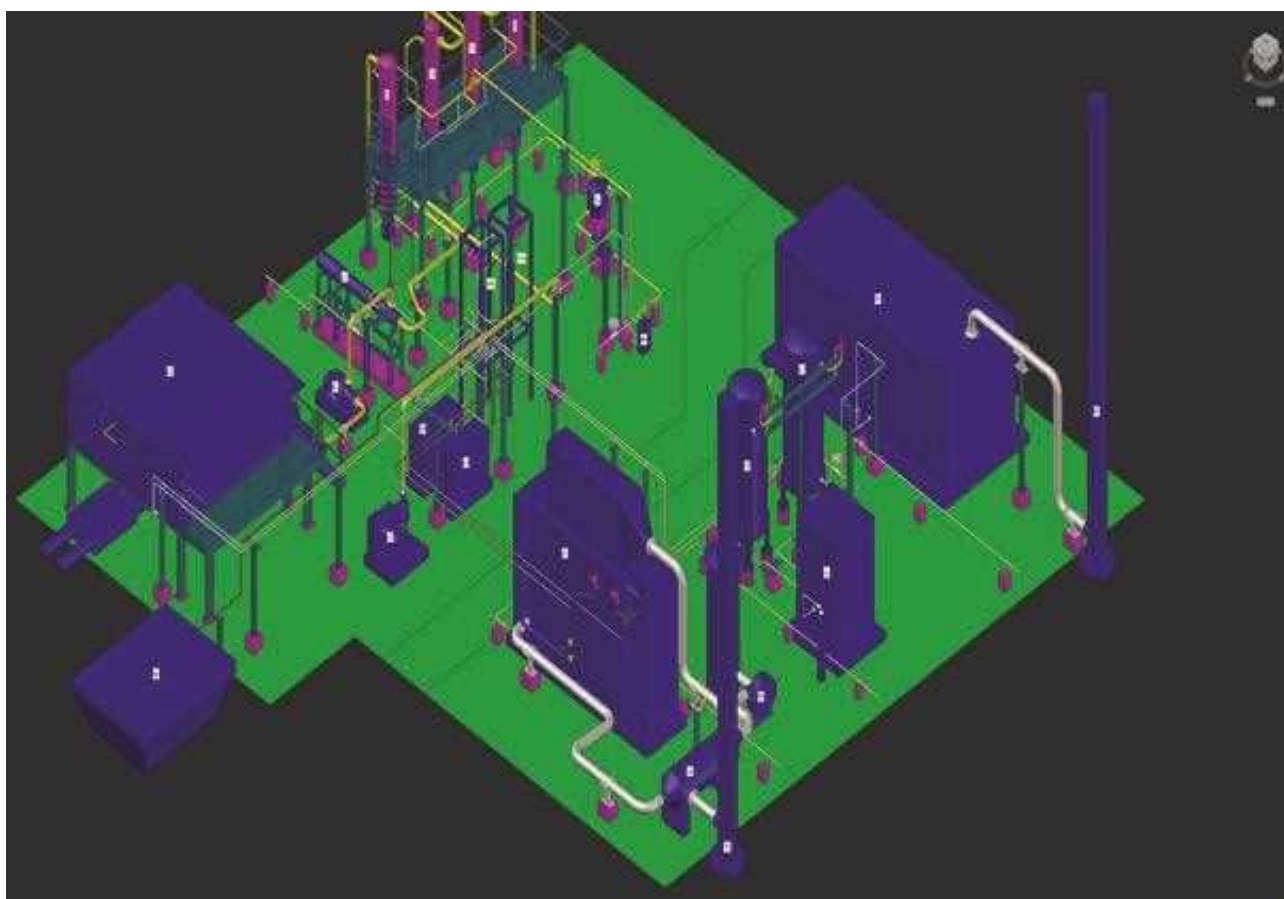
- a generátorgázból leválasztott hidrogén alkalmas a szennyvíztelepen jelenleg előállított biogáz széndioxid tartalmának jelentős csökkentésére;
- abban az esetben, ha a tárgyi technológia nem rothasztott iszap feldolgozását végzi egy olyan telephelyen, ahol már működik biogáz üzem, biogázt termelve, hanem a vegyes-iszapból közvetlenül termel generátorgázt, két lehetőség adódik:
 - Megfelelő katalizátorral megnöveljük az elszeparálható H^2 mennyiségét, amely tartályokba töltve értékesíthető vagy az előállítás helyszínén üzemanyagcellában felhasználható.
 - megfelelő katalizátorral megnöveljük a generátorgáz metán tartalmát, így csökkent hidrogéntartalmú generátorgázt kapunk, amit hidrogéntűrő gázmotorban hasznosítunk.



5. sz. ábra

A hidrogén szintézisgázból membránszeparációval történő leválasztása és tisztítása már több nemzetközi (USA, EU, Japán) vállalat által megoldott feladat. Az általunk bekért árajánlatok mintegy 750 ezer USD/üzem nagyságúak 3.000 Nm³ szintézisgáz (mintegy 10 t/h iszapfeldolgozási kapacitás) esetére. Ezt tartják a legkisebb célszerű ipari üzemméretnek.

A leendő 1 t/h névleges kapacitású SCWG-HU technológián alapuló szennyvíziszap-feldolgozó üzem egyik feliratozott 3D képe az alábbiakban, az 6.sz. ábrán látható.



6. sz. ábra

Az ábra alatti 1. sz. táblázat tartalmazza az egyes berendezések megnevezését.

A leendő minta-üzem basic tervének részét képező „Műszaki Leírás” tartalmazza az üzem berendezéseinek listáját, az üzem alaprajzát,

valamint az üzemi paramétereket is megjelölő folyamatábrát, a technológia vezérlésének és szabályozásának ismertetését is, a kísérletek végzéséhez szükséges mérési-, és műszer listával együtt.

4.1. Az 3. pont alatt felsorolt műszaki kihívások SCWG-HU általi kezelése

A SCWG-HU technológia számos műszaki újdonsággal rendelkezik, amelyek választ jelentenek a KIT pilot üzeme során felmerült műszaki kihívásokra, megoldják a pilot berendezések üzeme során felmerült prob-

lémákat. Ezek közül az alábbiak a legfontosabbak.

- A kötött víz „kiszabadítása” nyomás alatti főzéssel. Ez a megoldás szükségtelenné teszi az iszap hígítását a csőreaktor előtt.

Sorszám	Készülék jele	Gép- és készülékjegyzék	Sorszám	Készülék jele	Gép- és készülékjegyzék
1	TK-001	Kapartfalú hőcserélő	35	GE-035	Gázmotor
2a	TK-002A		38	-	Villamos generátor
2b	TK-002B		39	-	20kV hálózatra csatlakozás
3	TK-003		40	E-040	Hőcserélő
11	NETZSCH-011	Zagyszivattyú 1.	50	-	Gázüzemű szőnyegégő
12	CM-012	Iszap örlő malom	51	-	Ultrahang rezgőfejek
15	U-015	Magas nyomású szivattyú	65	P-065	Hűtővíz szivattyú
17	U-017	Szuperkritikus csőreaktor	66	KONT-066	Szilárd anyag tároló tartály
18	CH-018	Hőcserélő	67	SP-067	Gáz puffertartály
21	TK-021	Szennyvíziszap puffer tartály	68	U-068	Szalagmérleg
23	E-023	Hőcserélő	69	CH-069	Gázmotor kémény
24	VE-024a/b	Folyadék-szilárd anyag szeparátor	70	CH-070	Reaktor kémény
28	E-028	Hőcserélő	71	TK-071	Hűtővíz puffertartály
29	SP-029	Víz-gáz szeparátor	75	NETZSCH-075	Zagyszivattyú 2.
32	HS-032	Gáz-gáz szeparátor (Hidrogén)	76	AB-076	Légfúvó

1. sz. táblázat

A szennyvíziszap-előkészítés ezen módjának köszönhetően a víztelenített-, de mégis 80% körüli nedvességtartalmú, ám „földnedves” állapotú szennyvíziszaphoz nem kell további vizet adni. Ez az módszer szükségtelenné teszi az iszap 90-92% nedvességtartalmúra való felhígítását, annak szivattyúzhatóvá tétele érdekében.

- A nedves-aprításnak, előfűtésnek, majd a nyomás alatti főzésnek és az azt követő nyomáscsökkentésnek köszönhetően, a kötött víz felszabadul és így, a szennyvíziszap kiválóan szivattyúzhatóvá válik.
- A 60-65% körüli víz/szárazanyag arány (a 90-93% körüli vízarányhoz képest) nagyban hozzájárul a technológia energiahatékonyságához azzal, hogy ciklusonként ugyanazzal a hőenergia-mennyiséggel, illetve ugyanakkora hőveszteséggel, mintegy kétszer annyi szárazanyagot gázosít el.
- Az iszapfőzésre kapartfalú hőcserélő alkalmazása autoklávok helyett. Ez a megoldás lecsökkenti a viszkózus szennyvíziszap felfűtéséhez és nyomás alatti főzéséhez

szükséges hőcserélő-felületek nagyságát és a berendezések szükséges falvastagságát. Ez a megoldás egyben nagyobb üzemnagyságok létesítését teszi lehetővé, kisebb beruházási költséggel.

- Hidrociklon alkalmazása a csőreaktor előtt, a 410-430 °C hőmérséklet-tartományban, a szervesen sók és ásványi anyagok kiszűrésére. Mint az ismeretes, a víz kritikus hőmérsékletének elérése után, annak mintegy 35-55°C-kal való meghaladásakor, az addig oldatban lévő szervesen sók kiválnak, és képesek lerakódni a berendezés csővezetékeiben, a reaktorcsövekben, illetve a reaktorcsövek felületein.
- A hidrociklon alkalmazásával nagyrészt megakadályozható a csőreaktor csöveinek elrakódása, blokkolódása.
- A csőreaktor gázüzemű szőnyegégője égéslevegőjének 600 °C-ra való előmelegítése egy léghevítővel, amit a csőreaktor füstgázai fűtenek. A SCWG technológia önfogyasztása mértékét csökkenti, javítja a csőreaktor-, és ezzel a technológia hatásfokát.

Fontos a léghevítő megfelelő konstrukciója és anyaga, a minél jobb termikus hatásfok elérése érdekében, a lehetőleg kondenzációs üzemmódban való üzemelés miatti korrózió megakadályozása érdekében.

- Ultrahang generátor alkalmazása a csőreaktor méretének csökkentése-, és az elgázosodás mértékének javítása, növelése érdekében. A reaktorcsövekre megfelelő módon elhelyezett ultrahang rezgőfejek hatékonyan akadályozzák meg az elgázosodás során kokszt-részecskék keletkezését, illetve azok agglomerálódását.
- A rezgőfejek egyben növelik a szervesanyag részecskék fajlagos felületét, vagyis segítik jobb lebomlásukat, teljesebb elgázosodásukat.
- Az ultrahangos aprítás folyamata, meggyorsítva a szerves anyagok elgázosítását, lecsökkenti a szükséges reakció időt és ezzel lecsökkenti a szükséges csőreaktor méretet is, a reaktorcsövek szükséges hosszának csökkentésével.
- Az ultrahang rezgőfejek megakadályozzák a hidrociklon után még megmaradó kisebb mennyiségű szilárd részecskék csőfelületekre való lerakódását is, segítik tisztántartani a reakciócsöveket.
- A generátorgáz összetételének megfelelő katalizátorokkal, a megrendelő/felhasználó igényének megfelelő módon történő befolyásolása. A felhasználó érdekelt lehet a generátorgáz minél nagyobb hidrogén-tartalmában, de más felhasználó viszont abban lehet érdekelt, hogy a generátorgáz minél több metánt tartalmazzon. Megfelelő katalizátorok alkalmazásával mindkét cél elérhető. Laboratóriumi mérések alapján ilyen ipari megoldás lehetséges és üzletileg támogatni fogja a piacra lépést és a piaci expanziót.

- A katalizátorok megfelelő kiválasztása elősegíti a szükséges ph érték beállítását is, valamint segíti a megfelelő szerkezeti anyagok kiválasztását, vagyis egyben hozzájárul a korróziós sebesség megfelelő határok között való tartásához.

5. A SCWG-HU TECHNOLÓGIA JELENLEGI STÁTUSA

Az SCWO és a SCWG technológiánk beadott találmánnyal, az SCW kazánunk megadott szabadalommal rendelkezik.

Egy SCW kazánunk kiviteli tervdokumentációval és TÜV Rheinland gyártási engedélyével rendelkezik, lásd a 7. sz. ábrát.

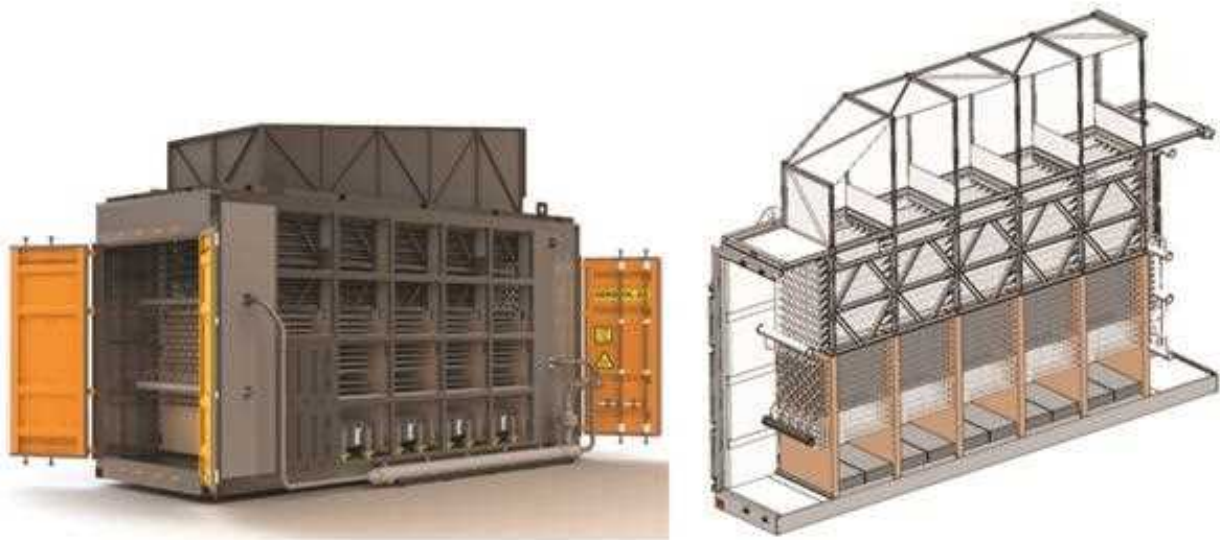
Az engedélyes kazánunk paraméterei: 10 t/h; 610 °C; 400 bar, az Ománi Nemzeti olajtársaság számára készül, a Kerogoil Zrt nevű cégünk szállításában.

Elkészült a Zalavíz Zrt területére tervezett SCWG-HU Pilot Üzem (mintaprojekt) basic terve, azon belül a részletes technológiai folyamatára, a berendezések (hőcserélők, léghevítő, csőreaktor stb.) méretezései, eszköz és gép specifikációk, mérőhely-, mérőműszer lista, a leendő üzem elrendezési terve, 3D modellje, anyagjegyzéke, megközelítő költségvetése.

Várjuk a megfelelő kormányzati támogatást a megvalósításhoz.

6. A SZÜKSÉGES IPARI KUTATÁS ÉS KÍSÉRLETI FEJLESZTÉSEK ISMERTETÉSE

Az ipari kutatási és kísérleti fejlesztési tevékenység a SCWG technológia berendezései-, és szerkezeti elemei méreteinek (felületek, falvastagságok stb.) optimalizálását és szerkezeti anyagaik megválasztását, valamint a technológia és berendezései üzemi paramétereinek (mennyiségek, nyomás, hőmérséklet,



7. sz. ábra

elegysebességek stb.) az optimalizálását tűzi ki célul.

A rendelkezésre álló laboratóriumi adatok alapján megtervezett, legyártott berendezésekből felépített technológia kellő számú mérőhellyel lesz ellátva (lásd a basic tervben a részletes technológiai folyamatábrát és a mérőműszer-, mérőhely listát), amely mérőműszerek lehetővé teszik a különféle üzemi paraméterek (mennyiség, hőmérséklet, nyomás, elegysebesség) változtatása által okozott változások folyamatos mérését, valamint a mérési eredmények rögzítését és gyűjtését, más üzemi paraméterek (az elgázosodás mértéke, az elgázosodás energiaszükséglete illetve a képződéshő nagysága, reakció-idők, a csőreaktor szükséges mérete, termikus és villamos hatásfokok, gázösszetétel stb.) vonatkozásában is.

Az ipari kutatás módszere és annak kiemelt céljai:

– Meghatározni a kapartfalú hőcserélők, csőreaktor, cső-a-csőben hőcserélők, hidrociklon, nyomáscsökkentő szelep pontos

méretezéséhez szükséges, erősen hőmérsékletfüggő fajhők és viszkozitások, valamint az elegysebességtől és a hőmérséklettől függő hőátadási, illetve hőátbocsátási tényezők pontos értékét a magas hőmérsékleti tartományokra is. Cél: pontos és megbízható tervezési adatok szerzése, amelyek alapján pontosan méretezhetővé válnak a technológia berendezései nagyobb ipari méretekben is.

– Meghatározni a technológia termikus és villamos hatásfokának függését az egyes berendezések kapacitásától és a nominális teljesítménytől való eltérés (részteljesítményekkel való üzemelés) függvényében. Cél: egy optimális üzeméretű berendezés-család kialakítása.

– Meghatározni a technológia termikus és villamos hatásfokának függését az iszap-elegy szilárd anyag tartalmától 15% és 35% között, több lépcsőben; Cél: a gazdaságilag optimális szilárd anyag/víz arány meghatározása.

– A termikus és villamos hatásfokok változásának meghatározása a különféle csőreaktor üzemállapotok (hőmérséklet, nyomás,

reakció idő), iszap szárazanyag tartalom-, iszap szerves és szervesetlen anyag arányok-, és az iszapelőkészítési paraméterek (szemcsenagyság, főzési idők és hőmérsékletek) függvényében. Cél: egy gazdaságilag optimális üzemi paraméterekkel rendelkező csőreaktor kifejlesztése.

- A generátor-gáz összetétele és fűtőértéke változásának meghatározása a különféle csőreaktor üzemi állapotok (hőmérséklet, nyomás, elegysebesség, reakció idő) és különféle katalizátorok alkalmazásának függvényében. Cél: a generátorgázok összetételének optimalizálása, energiatartalmuk és/vagy hidrogéntartalmuk maximalizálása.
- Az elgázosítás fajlagos energiaszükségletének-, és az elgázosodás mértékének meghatározása a különféle előkészítési (apritási és főzési) paraméterek-, valamint többféle csőreaktor reakció-paraméter (nyomás, hőmérséklet, szilárd/szerves anyag-víz arány, reakció idő) függvényében. Cél: az elgázosítás mértékének, energiaszükségletének és hatásfokának optimalizálása.
- A technológia mechanikai energiaszükségletének (a villamos motorok fogyasztásának) változása az iszap-előkészítés (apritás, főzés stb.) paraméterei változtatásának függvényében. Cél: az iszap-előkészítés gazdasági optimalizálása a technológia mechanikai energia igénye szempontjából is.
- A mérések végső célja: megbízható tervezési adatok nyerése egy gazdaságilag optimális technológia-, és berendezés család kialakításához, többféle nedves biomassza SCWG-HU feldolgozását illetően (a fenti kísérlet-sorozatokat minden érintett anyagra külön-külön el kell végezni). További cél a jövőbeni tervezési feladatok automatizálásához szükséges adatok ki-nyerése, rendszerezése, aggregálása.

A mérések és az adatgyűjtés, valamint az adatokból való következtések levonása az ipari kutatás tárgykörébe tartoznak, az azok alapján hozott döntések szerkezeti méret-módosításokat, üzemi paraméter-változtatásokat és technológiai módosításokat-, vagyis kiegészítő gyártásokat eredményezhetnek.

A kísérleti fejlesztés és az ipari kutatás ebben az esetben is szervesen egymásra épülő, egymást támogató, egymástól elválaszthatatlan folyamatok.

7. AZ SCWG-HU ELJÁRÁS SZENNYVÍZTELEPI BEVEZETÉSÉNEK CÉLJAI

A legfontosabb célok az alábbiak:

- A szennyvíztelepek önellátóvá tétele energetikai szempontból;
- A szennyvíztelepeknél keletkező rothasztott iszapok szállítási költségének radikális csökkentése;
- A szennyvíztelepek CO₂ kibocsátásának nagymértékű csökkentése;
- A szennyvíztelepek szennyvíziszapjából értékesíthető hő és villamos energia-, valamint karbonszegény hidrogén termelése;
- A kifejlesztett SCWG-HU technológiából a nemzetközi piacokon is versenyképes termékcsalád kialakítása; a jelen technológia és berendezései értékesítéséből folyamatos, évről-évre növekvő nagyságú hazai-és export-árbevétel generálása.

További gazdasági célok:

- A megvalósított pilot üzem energetikai célú lakossági szennyvíziszap feldolgozó SCWG-HU technológia adaptálása az ipari (pl. húsipari, söripari, konzervipari, papíripari, cukoripari stb.) szennyvíziszapok, valamint az egyéb nedves biomasszák (pl. vágóhídi hulladékok, belsegek, nedves

toll, romlott élelmiszerek, cukorgyári kiperéselt fölös répaszelet, működő biogáz üzemek fenékmaradványai, állattartó telepek hígtrágyái, a kommunális hulladékválogató üzemek nedves szerves frakciói stb.) megújuló energia-termelő potenciáljának megteremtése céljából.

- A SCWG-HU technológia adaptálása az 50% körüli nedvességtartalmú lignitek energetikai feldolgozásához, elsősorban karbonszegény villamosenergia termelése céljából.

A magyarországi 10 millió tonna/év, az Európai Unió országaiban lévő több száz millió tonna/év lignit-potenciál meghatározza ennek a célnak a fontosságát.

A SCWG-HU csőreaktorából 72% körüli hidrogén-tartalmú szintézisgáz kerül ki, és a lignitek esetében a SCWG-HU eljárás „tisztaszén technológiát” jelent.

- A 2G cellulóz alapú bioetanol technológiák 90 % körüli nedvességtartalmú melléktermékeit (lignin, szeszmoslék) jelenleg rossz hatásfokkal feldolgozó technológiák (szárítás majd égetés) kiváltása és ezáltal a cellulóz alapú etanol technológia piacképessé, illetve versenyképessé tétele a keményítő alapú bioetanol gyártási technológiákkal.

Közösségi célok:

- Körkörös gazdaság kialakítása a szennyvíztelepeken, a szennyvíziszapokban lévő foszforvegyületek kivonhatóvá tételével és a szennyvíziszapokból való desztillált víz termelésével. Közösségi cél ezen technológiák széles körű elterjesztése.
- Oktatási funkció betöltése. A szennyvíztelepeken felépülő és működő projekt modern oktatási segédeszköz, laboratóriumi foglalkozásokat lehetővé objektum lehet,

amely magas fokon tudja támogatni a magyar egyetemek mérnökképzését.

- Mintaprojekt funkció betöltése. A szennyvíztelepek területén felépített és működte-tett projektek, mint a nedves biomasszából történő karbonszegény hidrogén előállítás mintaprojektjei, alapjai lehetnek szakmai turizmusnak is, az adott város területére szervezhető üzemlátogatások, szakmai konferenciák és technológiai bemutatók.

8. A SCWG-HU TECHNOLÓGIÁBAN REJLŐ ENERGETIKAI ÉS GAZDASÁGI POTENCIÁL

8.1. A szennyvíziszapok energiatartalma

A különféle szennyvíziszapok energia tartalma:

- friss iszap esetén: 25,5 GJ/t száraz anyag = 5,1 GJ/t iszap, 80% nedvességtartalmú iszapnál
- vegyes iszap esetén: 20,9 GJ/t száraz anyag = 4,18 GJ/t iszap, 80% nedvességtartalmú iszapnál
- rothasztott iszap esetén: 11,6 GJ/t száraz anyag = 2,32 GJ/t iszap, 80% nedvesség-tartalmú iszapnál

A víztelenített lakossági szennyvíziszapok megújuló mennyisége: 1.230.000 tonna/év
Vegyes iszappal számolva ez: $1.230.000 \cdot 4,18 = 5.141.400$ GJ/év hasznosítható energiatartalmat jelent.

A SCWG-HU technológia ezen évente megújuló energiamennyiség jó hatásfokú, környezetbarát hasznosítását teszi lehetővé.

8.2. A szennyvíztelepek mint megújuló-hidrogén források

Az energetikai önellátáson túlmenően a szennyvíztelepek nagy lehetősége a megújuló hidrogén termelés a CO₂ kibocsátás mértékének párhuzamos csökkentésével:

- friss iszapnál (5,1 GJ/t) = (5.100:120) *0,263*075* = 8,38 kg H₂/tonna iszap, 80% nedvességtartalmú friss iszap esetén, a hidrogéntermelő potenciál;
- vegyes iszapnál (4,18 GJ/t) = (4.180:120) *0,263*075 = 6,87 kg H₂/tonna iszap, 80% nedvességtartalmú vegyes iszap esetén, a hidrogéntermelő potenciál;
- rothasztott iszapnál (2,32 GJ/t) = (2.320:120) *0,263*075 = 3,81 kg H₂/tonna iszap, 80% nedvességtartalmú rothasztott iszap esetén, a hidrogéntermelő potenciál.
- A Magyarországi lakossági szennyvíziszapok hidrogén előállítás potenciálja: 1.230.000 tonna iszap/év *6,87 kg H₂/tonna iszap = 8.450.100 kg H₂/év, azaz 8.450 tonna megújuló karbonszegény hidrogén évente.

A hidrogén termelés segítségével országosan évente 95.151,2 tonna széndioxid légkörbe jutását tudjuk megakadályozni.

8.3. A SCWG alapú megújulóenergia-termelési potenciál Magyarországon

Lakossági szennyvíziszapok:

Éves feldolgozható mennyiség: 1.230.000 t/év

Hidrogéntermelő potenciál: 8.450 t/év (lásd 9.2 pont)

A szintézisgáz fennmaradó energiatartalma a hidrogén leválasztása után: 4,18 GJ/t*(1-0,263)

A termelhető fajlagos villamosenergia mennyisége: 4,18 GJ/t*(1-0,263)*0,75*0,4 : 3,6 = 0,257 MWh/tonna iszap.

A lakossági szennyvíziszap mennyiség éves villamosenergia potenciálja: 1.230.000 t/év *0,257 MWh/t = 316.110 MWh/év.

A beépíthető villamos teljesítmény: 316.110 : 8.000 = 40 MW

A lakossági hulladékok szervesanyag tartalmú részének nedves frakciója:

Éves feldolgozható mennyiség: 1.350.000 t/év

A fajlagos energiatartalmat azonosnak véve, csak a mennyiségek különbségével számolunk. Ennek eredményeképpen a szorzószám: 1.350 : 1.230 = 1,098

Hidrogén termelő potenciál: 8.450*1,098 = 9.278 t/év

Villamosenergia termelő potenciál: 316.110*1,098 = 347.089 MWh/év (a beépíthető villamos teljesítmény: 44 MW)

Kukoricaszár:

Éves feldolgozható mennyiség: 3.850.000 t/év

Cellulóz alapú etanol termelő potenciál: 522.720 tonna/év (663 millió liter)

Hidrogén termelő potenciál: 27.328 t/év

Villamosenergia termelő potenciál: 1.696.000 MWh/év (a beépíthető villamos teljesítmény: 212 MW)

Gabonaszalma:

Éves feldolgozható mennyiség: 1.500.000 t/év

Cellulóz alapú etanol termelő potenciál: 203.861 tonna/év (259 millió liter)

Hidrogén termelő potenciál: 10.658 t/év

Villamosenergia termelő potenciál: 661.440 MWh/év (a beépíthető villamos teljesítmény: 83 MW)

Összesen:

– Hidrogén: 55.714 tonna/év

– Villamos energia: 3.020.639 MWh (379 MW beépíthető villamos teljesítmény)

– Etanol: 726.581 tonna/év (921 millió liter/év)

A fentebb vázolt magyar biomassza potenciál környezetbarát és energiahatékony hasznosításán túlmenően, az SCWG-HU technológia alkalmas a mintegy évi tízmillió tonna, 50% körüli nedvességtartalmú Bükkábrányi és Visontai lignit karbonszegény villamosenergiává történő feldolgozására is. A lignitek esetében a SCWG-HU eljárás tisztaszén technológiát jelent.

8.4. A SCWG-HU technológia

bevezetésének várható pozitív hatásai

A SCWG-HU technológia lakossági és ipari szennyvíztelepekbe történő integrálása, jelentős széndioxid kibocsátás-csökkentés mellett, megduplázza azok energiatermelését, energetikailag önellátóvá teheti a szennyvíztelepeket.

Azokon a szennyvíztelepeken, ahol már biogáz üzem működik, a rothasztott iszapok SCWG-HU feldolgozásának köszönhetően jelentősen megnő az energiatermelés; a szennyvíztelep ebben az esetben is energetikailag önellátóvá válhat.

A SCWG-HU szennyvíztelepi bevezetése radikális szállítási igény csökkenést eredményez a rothasztott iszap megszűnése miatt, ami jelentős kiadáscsökkentést jelent.

Karbonszegény hidrogén formájában, térben elosztott módon keletkező megújuló energia jelentős mennyisége hozzájárulhat a közösségi közlekedés és az áruszállítás nagymérvű zöldítéséhez.

A SCWG-HU technológia széleskörű bevezetése egyben komoly lépést jelenthet a dekarbonizáció és a körkörös gazdaság

megvalósítása felé is, lásd: foszforvegyületek kinyerése, nagy tisztaságú ipari víz termelése.

A SCWG-HU technológia hozzájárulhat Magyarország energia-importtól való részleges függetlenedéshez és a rezsicsökkentés eredményeinek megtartásához is azzal, hogy lehetővé teszi a rendelkezésünkre álló biomassza-potenciál jó hatásfokú, környezetbarát energetikai hasznosítását.

Egy mintaprojekt sikeres üzeme és azt követően a SCWG-HU eljárás széles körben történő magyarországi bevezetése egyben lehetőséget teremt a SCWG-HU technológia exportjára is, részben gépipari berendezések (működő üzemek) formájában, részben pedig technológia transzfer formájában.

9. A SCWG-HU TECHNOLÓGIA SZAKTERÜLETI, IPARÁGI JELENTŐSÉGE, REGIONÁLIS HATÁSA

A pályázat tárgyát képező SCWG technológia jelentős hatással lehet a szennyvízipar és a gépipar, valamint a külkereskedelem területeire is. Pozitív regionális hatása nem csak Magyarországon várható, de megmutatkozhat az Európai Unió teljes területén is, az alábbiak szerint.

Szakterületi, iparági jelentőség:

– A víziközművek, főleg azok szennyvíztelep üzemegységei, jelentős energiafogyasztók. A szennyvíztelepek költségeinek mintegy 60%-a az energiaköltség. A SCWG-hu technológia a szennyvíztelepeket energetikailag önellátóvá teheti és lehetőséget ad nekik arra is, hogy a megtermelt fölös energiából (villamos energia és/vagy karbonszegény hidrogén formájában) többlet-árbevételre tegyenek szert.

- A biogáz üzemmel rendelkező szennyvíztelepek által termelt biogáz 40% körüli CO₂ tartalmú, ami a biogáz elégetésekor jelentős többlet-környezetterhelést jelent.

A fermentorokból kikerülő rothasztott iszapok környezetterhelése még ennél is sokkal nagyobb, belőlük metán keletkezik, ami szintén a légkörbe jut.

A rothasztott iszapok SCWG technológiával történő feldolgozása nem csak energetikailag teheti önellátóvá a szennyvíztelepeket, de jelentősen csökkentheti azok CO₂ kibocsátását, környezetterhelését is.

- A SCWG minden elemében modern technológia, amely pozitív hatással lehet az oktatás és a gépipar technológiai szintjére, termelési volumenére, valamint annak bevételeire és export-teljesítményére.

Regionális hatás:

- A SCWG technológia minden Magyarországon, az EU-ban, vagy bárhol máshol működő szennyvíztelepen alkalmazható.
- Az SCWG technológia bázisán létrehozható körzeti szennyvíziszap feldolgozó üzemek is olyan kis szennyvíztelepek számára, ahol ma nem működik biogáz üzem, azok kis mérete miatt.

Ebben az esetben nem keletkezik rothasztott iszap, a friss-, és vegyesiszap feldolgozása közvetlenül a SCWG-HU technológiával történik.

A jövőben, a jelenleg működő biogáz üzemeket, azok teljes fizikai amortizációját követően, az SCWG-HU eljárás kiválthatja, csökkentve az szennyvíztelepek jelenlegi költségeit.

10. A SCWG-HU TECHNOLÓGIA ILLESZKEDÉSE A MAGYAR HIDROGÉNSTRATÉGIA CÉLJAIHOZ

A SCWG-HU technológia széleskörű bevezetése hatékonyan támogathatja a Magyar Hidrogénstratégia (MHS) által kitűzött célokat. Az évi mintegy 55 ezer tonna karbonszegény hidrogén előállítása (lásd 8.3 pont) komoly lépést jelenthet a hidrogéngazdaság megteremtése felé.

11. A PROJEKT S3-HOZ VALÓ ILLESZKEDÉSÉNEK BEMUTATÁSA

A SCWG-HU technológia szorosan illeszkedik az S3 több nemzetgazdasági prioritásához, úgy mint:

- élvonalbeli technológia;
- Az SCWG-HU minden elemében (berendezéseinek működési elve, konstrukciós anyagai, üzemi paraméterei, hatékonysága és hatásossága stb.) a legmodernebb, élvonalbeli technológia.
- erőforrás-hatékony technológia;
- A SCWG-HU technológia termikus és villamos hatásfoka mintegy kétszerese a biogáz üzemek hatásfokának. Lehetővé teszi a szennyvíziszapban lévő foszforvegyületek kivonását, majd azok mezőgazdasági hasznosítását; Az SCWG-HU technológia bevezetése komoly lépés lehet a körkörös gazdaság megteremtése felé is.
- energia és klíma-célokat szolgáló technológia;
- A SCWG technológia hulladékokból (szennyvíziszapokból) állít elő energiát. Annak magas termikus és villamos hatásfoka egyben alacsony kibocsátást is jelent.
- Az SCWG technológia csőreaktorából hidrogénben gazdag (mintegy 50% H₂ tartalmú) generátorgáz keletkezik, amelynek

H₂ tartalma támogatja a hidrogéngazdaság kiépítését.

A horizontális prioritások közül pedig illeszkedik a:

- közszféra és egyetemek innovációja ponthoz. A SCWG technológia bevezetésével kapcsolatos ipari kutatás és kísérleti fejlesztés hozzájárul a Pannon Egyetem további fejlődéséhez. Az egyetemi kutatók, tudósok és szakemberek tollából, angol nyelven, neves és rangos nemzetközi folyóiratokban, a nedves biomasszák SCWG elgázosításával, karbonszegény hidrogén termelésével kapcsolatos publikációk jelenhetnek meg, tovább öregbítve a magyar tudomány és ipar jó hírét.

12. EGY MINTAPROJEKT MEGVALÓSÍTÁSÁNAK KÖLTSÉGEI, FINANSZÍROZÁSI IGÉNYE

A tárgyi 1 t/h kapacitású mintaüzem felépítése, és a 6. pont alatt ismertetett ipari kutatási és kísérleti fejlesztési feladatok elvégzése, valamint a SCWG-HU technológia független piaci szereplők (SGS, TÜV) általi minősítése, 3 éves programot jelent.

A projekt összköltsége 1,5 milliárd Ft-ra tehető, az alábbiak szerint:

Anyag költség: 477,5 millió Ft

Gépipari beszállítók: 223,6 millió Ft

Műszerek és adatrögzítő, adatfeldolgozó eszközök: 77,8 millió Ft

Költségátalány (tervezés, projekt management, SGS és TÜV minősítések): 114 millió Ft

Béreköltség: 606,9 millió Ft

13. A TECHNOLÓGIA BEVEZETÉSÉNEK IDŐSZERŰSÉGE, AKTUALITÁSA

- Mintegy 20 éves laboratóriumi kísérleti időszakon-, és több mint tíz éves pilot üzemi

tapasztalatszerzésen vannak túl több nemzet kutatói (lásd a mellékelt szakirodalom jegyzéket).

A SCWG technológia kellően előkészítettnek és érettnek tekinthető ahhoz, hogy egy ipari méretű, 1 t/h kapacitású mintaüzem épüljön, amelynek üzemi tapasztalatai alapján megtörténhet a SCWG-HU technológia szélesebb körű ipari bevezetése.

- Az ipar számára is elérhető áron megjelennek a magasan ötvözött Ni, Cr szerkezeti anyagok (Sanicro 25 és 35, Inconel 740H, Alloy 625, 602 stb.), amelyek lehetővé teszik hosszú életű hatékony folyamatos üzemű csőreaktorok gyártását.
- Az energiahordozók importjának csökkentésére egyre nagyobb az igény, és azok drasztikus ár növekedése miatt egyre sürgetőbb ez a feladat. Ezért is fokozott igény van a nagy nedveségtartalmú fosszilis energiahordozók (lásd lignit), és a nedves hulladékok, valamint más nedves biomasszák energiahatékony, környezetbarát energetikai célú feldolgozására is.
- Az energiafüggetlenedési törekvésekkel párhuzamosan, a dekarbonizáció és a hidrogéngazdaság megteremtése nagy feladat, amelynek megoldásában a biomassa alapú hidrogén- és villamosenergia előállítás egy jelentős portfólió lehet.
- A biomassa alapú üzemanyag technológiák (lásd pl. 2G cellulóz alapú etanol-előállítás) termelési hatékonyságának és energetikai hatásfokának javítása, azok térnyerése érdekében, szükségszerű, valamint

az élelmiszerek (búza, kukorica) árának ug-rásszerű növekedése miatt időszerű is – ezt szolgálhatja majd a SCWG-HU eljárás 2G etanol-technológiákba való integrálása, mivel azok jelentős mennyiségű 90% körüli nedvességtartalmú mellékterméket (lásd: lignin és szeszmoslék) termelnek, amit ma rossz határfokkal dolgoznak fel.

Magyarország jelentős kukoricaszár és gabonaszalma potenciállal rendelkezik, ami lehetőséget ad a mai mintegy 900 millió liter keményítő alapú bioetanol gyártás megduplázására, bioetanol exportunk további jelentős növelésére, amennyiben a jelenlegi 2G etanol-technológiák hatékonysága és energetikai határfoka a jövőben jelentősen javul, a SCWG-HU technológia integrálásának köszönhetően.

14. ZÁRSZÓ

A jelen rövid műszaki-gazdasági ismertető tudatosítani szeretné, hogy a SCWG-HU technológia bevezetése a kormány energetikai stratégiájának célkitűzéseivel teljes összhangban van, annak megvalósítását hatékonyan képes támogatni.

Fontos az is, hogy a SCWG technológia mintaprojektjének megvalósításával kapcsolatos kockázatok, a technológia érettsége-, és nemzetközi szintű előkészítettsége okán, a kutatási-fejlesztési kockázatok szokásos mértékén belül vannak.

Remélhető, hogy ez a rövid ismertető anyag meggyőzi a döntéshozókat arról, hogy a tervezett mintaprojekt érdemes a kiemelt kormányzati figyelemre és az annak megvalósítását lehetővé tevő pénzügyi támogatásra.

SZERZŐ:



Hujber Ottó okl. villamos mérnök (Moszkvai Energetikai Egyetem, 1979, Summa Cum Laude), a Coopinter Kft. műszaki igazgatójaként a nedves biomasszák hasznosítási lehetőségeivel foglalkozik. Fő kutatási és fejlesztési területe a szuperkritikus vizes ipari hasznosítása, kiemelt tekintettel a szuperkritikus vizes oxidációs-, (SCWO) és a szuperkritikus vizes elgázosítási (SCWG) technológiákra.

KEHOP 2.1.7. – ANYAGI TÁMOGATÁS LEHETŐSÉGE SZEMLELETFORMÁLÁSRA A VÍZIKÖZMŰ-SZOLGÁLTATÁSBAN. DE MINDEZT COVID IDEJÉN? HOGYAN?

Matyasovszkyné Buri Adrienn NYÍRSÉGVÍZ Zrt.

I. A PÁLYÁZATI KIÍRÁS 2019 MÁJUSÁBAN

A víziközmű-szolgáltatással kapcsolatos szemléletformálás témában KEHOP-2.1.7. kódszám alatt 2019. május 8-án jelent meg Magyarország Kormányának felhívása. A felhívás elsősorban a működési engedéllyel rendelkező víziközmű-szolgáltatóknak szólt, továbbá pályázati lehetőséget adott még a víziközmű-szolgáltatói tagszervezetekkel rendelkező érdekképviseleti szervezeteknek. A rendelkezésre álló forrás a pályázati kiírás megjelenésekor egymilliárd Ft, melyből a pályázat benyújtását követően, sikeres elbírálás esetén a víziközmű-szolgáltató kedvezményezett 5 – 150; az érdekképviseleti szervezetek pedig 5-25 millió Ft vissza nem térítendő támogatásban részesülhettek. A felhívás célja a hatékonyság növelése és a környezettudatosság széleskörű elterjesztése a lakosság körében, különböző szemléletformálási tevékenységek megvalósításával és a következő fő üzenetek közvetítésével:

- a települési vízszolgáltatás során a közműhálózat működtetése és a vezetékes ivóvíz fogyasztása az egyetlen fenntartható alternatíva,
- a szennyvíztisztítás nélkülözhetetlen vizeink jó állapotának megőrzése, fenntarthatósága, a vízbázisok, és környezetünk védelme érdekében, továbbá fontos a víztakarékosság,

a felelős vízhasználat tudatosítása, ösztönzése.

II. RÉGÓTA VÁRT ANYAGI TÁMOGATÁS LEHETŐSÉGE SZEMLELETFORMÁLÁSRA

Mivel a pályázat nagymértékben kapcsolódott a NYÍRSÉGVÍZ Zrt. stratégiai célkitűzéseire, azonban az elmúlt évek nehéz működési körülményei között szűkös forrásainkból nem fordíthattunk eleget szemléletformálásra, ezért nagyon komolyan foglalkoztunk a pályázat beadásával. A felhívás alapos tanulmányozása során nyilvánvalóvá vált számunkra, hogy a feltételek teljesítése többszörös erőfeszítést igényel, ezért először csapatot alapítottunk a pályázat előkészítésére-beadására. Aztán a Projekt Megalapozó Tanulmány (PMT) készítéséhez – melyben a tervezett tevékenységeket, a tervezett akciókat, rendezvényeket, résztvevőket, eszközöket, valamint az ezekhez rendelt, különböző sorokban megjelent költségeket kellett bemutatni a 7470, szolgáltatási területünkön élő felhasználónk aktív eléréséhez –, igénybe vettük külső pályázatíró segítségét. Beadási határidőnek 2019. szeptember 16-a volt megadva, mi a pályázatunkat 2019. július 18-án feltöltöttük, s a sikeres befogadással megkaptuk a visszaigazolást. Akkor még – a COVID előtt – úgy tűnt, a megvalósítás időtartama várhatólag a döntéstől számított 24 hónap. A támogatói nyilatkozattól és az eredmények

publikálásától függetlenül azonban a pályázat lehetőséget adott arra, hogy a fenti célok elérése érdekében a pályázó – saját költségén – még a döntés előtt elkezdje szemléletformáló kampányait.

III. A PÁLYÁZAT ELBÍRÁLÁSA ÉS A TÁMOGATÓI OKIRAT MEGÉRKEZÉSE ELŐTT, 2019 AUGUSZTUSÁBAN ELKEZDTÜK A MUNKÁT

Ezt a pályázati lehetőséget kihasználva, még a Támogatói Okirat megérkezése előtt elkezdük a szemléletformáló tevékenységet. Szolgáltatási területünk két településén, Kékcsén és Tizsakanyáron 2019. augusztusában zajlott a szennyvízhálózat próbaüzeme, így a team tagok és a fenntarthatóságot szívügyüknek tekintő munkavállalók 2019. augusztus 22-én csütörtökön Kékcsére, augusztus 23-án pedig Tizsakanyárra települtek ki az Önkormányzatok elé céges standdal mindannak érdekében, hogy meggyőzzék a lakosságot a csatornahálózatra történő rákötések fontosságáról. Ezen felül, a munkatársak szemléletformáló kérdőíves felméréssel járták végig a két település valamennyi utcáját, igyekezve meggyőzni a felhasználókat a rákötések fontosságáról. Végül Kékcsén és Tizsakanyáron összesen 400 aktív (aláírással, lakcímmel igazolt, kitöltött kérdőív) megkeresésünk volt, ami ebben a térségben rendkívül jó eredménynek számít.

IV. 2020. MÁRCIUS 13.: TÁMOGATÓI OKIRAT ÉS COVID

A 2019. év nyarán benyújtott „A víziközmű szolgáltatással kapcsolatos szemléletformálás” című projektünkre 2020. március 13-án kaptuk meg a pozitív visszajelzést, miszerint „Szemléletformáló programok a NYÍRSÉGVÍZ Zrt. szervezésében” címmel elnyertük a megpályázott 48 315 500 Ft. összegű támogatást.

Éppen aznap érkezett meg a pozitív támogatói döntésről szóló visszaigazolás, amikor is a COVID miatt le kellett állítanunk minden, már előzetesen leszervezett szemléletformáló óvodai, iskolai, és telephelyi látogatói programot, mivel március 16-tól online indult az oktatás. A veszélyhelyzet eredményeképpen „újraterveztünk”, miközben a Támogatói Okirat megkötéséhez először 2020. április 20-ig, majd május 20-ig volt lehetőségünk benyújtani az ütemezés módosításáról szóló nyilatkozatunkat. A járvány következményeként nem megvalósítható rendezvények miatt a változásjegyzékben kitöltük a projekt határidejét 2021. december 31-ig

V. A 2020-AS ÉV NYÁRON ÉS ŐSZEL TOVÁBBRA IS RENDEZVÉNY – ÉS ISKOLAMENTES ÉV

Június 15-én hivatalosan is megkaptuk a Támogatói Okiratot, ezzel együtt az egyszeri 25%-os támogatási előleg lehetőségét. Bízunk benne, hogy a nyár során tudunk majd személyesen is rendezvényeket tartani és a projektcélok elérésének érdekében „szemléletet formálni”, azonban a járvány nem viszonyult ehhez pozitívan, a kezünk továbbra is meg volt kötve. Így augusztusban letisztáztuk és személyre szabtuk a vállalt feladatokat, módosítottuk a PMT-t és annak minden költség sorát. A betervezett programokkal és előadásokkal teljes erőbedobással készültünk az őszre, azonban a COVID továbbra sem engedett. A 2020-as év utolsó negyedének „bezárt” időszakában igyekeztünk előre menekülni és azokra a megvalósítható feladatokra koncentrálni, amit ebben a helyzetben megtehetünk. Az előleg lehetővé tette számunkra, hogy elindíthassuk a projekthez kapcsolódó eszközbeszerzéseket, és foglalkozunk a központban lévő bemutatóterem kialakításának több lehetőségével is.

VI. 2021. ÉV ELEJÉN MÉG MINDIG KORONAVÍRUS – ÍGY ÚJABB PMT MÓDOSÍTÁS ÉS ONLINE ÉLET A PROJEKTCÉLOK TELJESÍTÉSÉNEK ÉRDEKÉBEN

Mivel a 2021. év elején – tavaszán az iskolákban még mindig tartott a vírus miatti bezárás, a projekt befejezési ideje azonban egyre közelebb került, muszáj volt újból kitalálnunk (ismét PMT módosítás!), milyen úton-módon tudjuk mégis elkezdni a projektben vállalt (8 tevékenység szerinti) feladatok megvalósítását. Ahhoz, hogy teljesíteni tudjuk a pályázatban vállalt projektcéljainkat – vagyis a szolgáltatási területünkön az aktív eléréseket (aktív elérés: a GDPR-nak megfelelő, fizikailag megfogható tesztlap, kérdőív, kvíz, puzzle, stb. névvel és címmel ellátva), valamint a 186 000 passzív elérést (nyomtatott sajtó, TV és rádió általi megjelenés, lefedettséggel igazolva) – bármennyire is szeretnénk volna előnyben részesíteni a személyes meggyőzés és „ráhatás” erejét, nem maradt más hátra, mint az online élet. Így indítottuk el 2021. áprilisában a felelosen.nyirsegviz.hu oldalunkat, melyen a fontos információk mellett – megfelelő játékszabályzat kidolgozása után – útjára bocsátottunk egy tudásalapú online kvízzjátékot.

VII. AZ ONLINE KVÍZZJÁTÉK

A kvízzjáték indításakor úgy gondoltuk, figyelemfelkeltésként elég lesz a helyi rádiókban és televízióban, illetve egy nyíregyházi hetilapban propagálni magát a játékot és a várható nyereményeket. Az első hónap visszaküldött eredményei után azonban már láttuk, hogy ez így nagyon kevés lesz, csak ezekkel a módszerekkel nem fogjuk elérni a legutolsó PMT-be betervezett aktív eléréseket. A kitűzött cél érdekében azonnal

léptünk, és az online kvízzjáték népszerűsítésének érdekében június elejétől facebook kampányt indítottunk. Már a következő két hónap visszaküldött eredményei igazolták döntésünk helyességét, a játékszabályzatnak megfelelően tömegesen érkeztek vissza hozzánk a kitöltött kvízek.

VIII. OKTATÓVIDEÓ

2021 év tavaszán már azt is láttuk, hogy továbbra is csak nagyon kevés szabadtéri rendezvény valósul majd meg ellátási területeinken. Azt sem tudhattuk, ősszel mi várható majd, jelenléti vagy online oktatás lesz az iskolákban, és ha jelenléti, idegeneket beengednek-e majd előadást, játékos vetélkedőket tartani. Ebből kiindulva döntöttünk egy olyan oktatófilm megvalósítása mellett, melyet telephelyeinken a team tagok közreműködésével forgattunk le, bemutatva abban a víz útját a rétegvíztől a csapokig, a szennyvízelvezetés és -tisztítás folyamatát, valamint a helyes csatornahasználatot. Az idő itt is igazolta döntésünk helyességét, mivel több iskolába személyesen is bejuthattunk ugyan előadásainkkal-feladatlapjainkkal, de sok helyen a Covid miatt csak a levetített oktatófilmünk és az előre kinyomtatott, iskolákba eljuttatott tesztlapok „képviselték” cégünket.

IX. KÖNNYEBB LETT VOLNA

A PROJEKT MEGVALÓSÍTÁS, HA:

Azt sejtettük, hogy a projekt megvalósítása nem lesz könnyű, de hogy a több mint két év során ennyi nehézséggel szembesülünk majd, arra nem számítottunk. A legnagyobb problémát persze maga a Covid jelentette, hiszen a 2020-as évben egyáltalán nem voltak megtartva a rendezvények és nem mehettünk az iskolákba sem a szemléletformáló

programjainkkal. Mindebből következett, hogy a Projekt Megalapozó Tanulmányt – és a tevékenységekhez kapcsolódó költségso-rokat – többször is módosítanunk kellett, ez nagyon sok plusz adminisztrációs terhet és újabb szervezési feladatokat rótt ránk. A projektmenedzserünk is „felszívódott” időközben, s míg szerződést bontottunk vele és megtaláltuk a megfelelő embert erre a kihívásra, az újabb heteket jelentett. Ugyancsak a Covid miatt a beszerzéseink is akadoztak, volt olyan, ami nem érkezett meg a 2021. év végére, így szerződésmódosítással a pályázat befejezését is ki kellett tolnunk 2022. 03.31-re. Kemény munka volt, de végül is időre sikerült minden kitűzött célunkat elérnünk.

X. ÖSSZEGZÉS

Nem dolgoztunk még ilyen projekten, nem tudtuk mivel jár, mindezt „megspékeltte” a Covid. Viszont mindannyian rengeteget tanultunk pandémiás helyzetről, projektek technikai részletekről és projekt adminisztrációról, folyamatokról, szervezési nehézségekről, hivatalokról, emberekről, stb. És amilyen nehezen indult, a végére úgy belejöttünk, rengeteg munkával, de elértük kitűzött céljainkat, sok pozitív visszajelzést kaptunk. Hisszük, sok gyerek, fiatal felnőtt és idősebb ember lát tisztábban a csapvízfogyasztás és a szennyvízelvezetés-tisztítás fontosságával kapcsolatban, továbbá jönnek a felkérések, folytassuk a szemléletformálást az őszi pályáorientációs napok során és a következő év(ek)ben is.

A projekt során a 2021.-2022. évben megvalósult rendezvények, sorsolások, teleplátogatások, tábori játékos foglalkozások, iskolai előadások, bemutatóhely, makett megtekintések

IDŐPONT	HELYSZÍN	PROGRAM
2021. április 12.	Nyíregyháza	A felelosen.nyirsegviz.hu aloldal és az online kvízzjáték indítása
2021. június 15.	Nyíregyháza	I. sorsolás
2021. június 24.	Nyíregyháza	Erzsébet tábor
2021. június 6.	Nyíregyháza	Múzeumok éjszakája kísérő rendezvénye a VÍZTORONY látogatás
2021. július 02.	Kótaj	Erzsébet tábor
2021. július 06.	Nyíregyházi I. sz. Szennyvíztisztító Telephely	A Nyíregyházi SZC Vásárhelyi Pál technikumának hallgatóinak a látogatása
2021. július 07.	Nyíregyháza	Szabadidős program hátrányos helyzetű gyerekeknek
2021. július 09.	Nyíregyháza	Vízosztás és kérdőív kitöltése a Nyíregyházi Állatparkban
2021. július 12.	Nyíregyházi I. sz. Szennyvíztisztító Telephely	A Nyíregyházi SZC Vásárhelyi Pál technikumának újabb csoportja
2021. július 21.	Nyíregyháza	Szabadidős program hátrányos helyzetű gyerekeknek
2021. július 31.	Nagyhalász	XIII. Nagy-Halász Fesztivál
2021. augusztus 18.	Nyíregyháza	Búza téri Piac
2021. augusztus 25.	Nyíregyháza	II. sorsolás
2021.szeptember 09.	Nyíregyháza	Látogató csoport a Nyíregyházi I. sz. szennyvíztisztító Telepen
2021.szeptember 18.	Nyíregyháza	Tirpák Fesztivál Nyíregyháza-Sóstó Múzeumfalun
2021.szeptember 21.	Nagykálló	Szemléletformáló délelőtti szabadtéri játékokkal
2021.szeptember 30.	Nyíregyháza	Ibrányi iskolások - látogató csoport a Nyíregyházi I. sz. szennyvíztisztító Telepen
2021. október 04.	Nyíregyháza	Előadássorozat a Bem József Általános Iskola Gárdonyi Géza Tagintézmény felső tagozatos tanulói számára

IDŐPONT	HELYSZÍN	PROGRAM
2021. október 07.	Nyíregyháza	Kemecsei iskolások - látogató csoport a Nyíregyházi I. sz. szennyvíztisztító Telepen
2021. október 08.	Kótaj	Kótaji iskolások – látogató csoport a Kótaji Vízttermelő Telepen
2021. október 13.	Nyíregyháza	Nyíregyházi Szent Imre Katolikus Gimnázium, Általános Iskola diákjai a Nyíregyházi Víztorny látogatásán
2021. október 13.	Nyíregyháza	Nyíregyházi Szent Imre Katolikus Gimnázium, tanulói – látogató csoport a Nyíregyházi I. sz. szennyvíztisztító Telepen
2021. október 14.	Nyíregyháza	Nyíregyházi Szent Imre Katolikus Gimnázium, Általános Iskola diákjai a Nyíregyházi Víztorny látogatásán
2021. október 14.	Nyíregyháza	Nyírbátori iskolások - látogató csoport a Nyíregyházi I. sz. szennyvíztisztító Telepen
2021. október 18.	Nyíregyháza	III. sorsolás
2021. október 19.	Nyíregyháza	Nyíregyházi Víztorny látogatás
2021. november 03.	Nyírpazony	Szemléletformáló előadás az általános iskola felső tagozatos diákjai számára
2021. november 09.	Nyírbátor	Szemléletformáló előadás a tulajdonos önkormányzati hivatal dolgozói számára
2021. november 15.	Mátészalka	Szemléletformáló előadás a tulajdonos önkormányzati hivatal dolgozói számára
2021. november 25.	Mátészalkai Képes Géza Általános Iskola	Szemléletformáló előadás az általános iskola felső tagozatos diákjai számára
2021. november 25.	Mátészalkai Széchenyi István Katolikus Német Nemzetiségi Általános Iskola és Óvoda	Szemléletformáló előadás az általános iskola felső tagozatos diákjai számára
2021. november 25.	Mátészalkai Móricz Zsigmond Görögkatolikus Kéttannyelvű Általános Iskola	Online oktatófilm letöltése és tesztlapok kitöltése
2021. november 25.	Mátészalkai Kálvin János Református Általános Iskola	Online oktatófilm letöltése és tesztlapok kitöltése
2021. december 01.	Nyíregyházi Szent Imre Katolikus Gimnázium, Általános Iskola	Online oktatófilm letöltése és tesztlapok kitöltése
2021. december 17.	Nyíregyháza	Bemutatóhely, makettek megtekintése, oktatófilm vetítése a tárgyalókban
2022.január 24.	Kékcse Polgármesteri Hivatal	Szemléletformáló előadás a tulajdonos önkormányzati hivatal dolgozói számára
2022. március 22.	Mátészalka Képes Géza Általános Iskola	Online oktatófilm letöltése és tesztlapok kitöltése
2022. március 22.	Nyírbátor Báthory Anna Református Iskola és Óvoda	Online oktatófilm letöltése és tesztlapok kitöltése
2022. március 22.	Nyíregyházi Móricz Zsigmond Általános Iskola Kertvárosi Tagintézmény	Online oktatófilm letöltése és tesztlapok kitöltése
2022. március 22.	Kisvárdai Vári Emil Általános Iskola	Online oktatófilm letöltése és tesztlapok kitöltése
2022. március 22.	Ibrányi Református Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium és Kollégium	Online oktatófilm letöltése és tesztlapok kitöltése
2022. március 22.	Nyíregyházi SZC Wesselényi Miklós Technikum és Kollégium	Szemléletformáló előadás
2022. március 23.	Paszab Vízttermelő Telep	Paszabi iskolások – látogató csoport a Paszabi Vízttermelő Telepen
2022. március 25.	Nyíregyháza, Tó út 5. Oktatóterem	Megyei Víz Világnapi Játékos Vetélkedő (Kölcsey Televízió)

**A Projekt Megalapozó Tanulmányban vállalt tevékenységek,
és az elért eredmények számszerűsítve**

AKTÍV ELÉRÉSEK		
Tevékenységek	Tervezett (fő)	Megvalósult (fő)
b) Települési, térségi figyelemfelhívó akciók megvalósítása a szolgáltatási területen.	400	400
c) Települési, intézményi szereplők szemléletformálása tájékoztató előadásokkal.	100	157
d) Gyakorlatorientált ismeretek átadása, tanulmányi versenyek, vetélkedők szakmai előkészítése és lebonyolítása.	1470	1448
g) A felhívás fő céljához kapcsolódó szakirányú tanulmányi kirándulások, üzemlátogatások lebonyolítása.	150	592
j) A gyakorlati tanulást elősegítő ismeretterjesztő bemutatóhely kialakítása.	900	112
k) Részvétel települési rendezvényeken, víz-érték fókusszal.	950	1209
n) Az aktív elérést szolgáló interaktív honlap készítése.	3500	4318
Összesen:	7470 fő	8236 fő

PASSZÍV ELÉRÉSEK			
MÉDIUM	MIT	MIKOR	ELÉRT FŐ
m) Tájékoztató kiadvány készítése		Tervezett: 186 000 fő	Elért: 186 000 fő
Nyíregyházi Napló	KEHOP A csapvíz érték, becsüljük meg	2021.10.08	113 000
Nyíregyházi Televízió	KEHOP szemléletformálás Víztorony	2021.10.19	149 644
Nyíregyházi Napló	KEHOP a jövőre tekintve a csapvízfogyasztás...	2021.10.22	113 000
Nyíregyházi Televízió	KEHOP szemléletformálás Nyíregyházi I. sz. Szennyvíztisztító Telep	2021.10.26	149 644
BEST FM Rádió	KEHOP Ivóvíz	2021.10.27. és 28.	2* 90 000 fő
BEST FM Rádió	KEHOP Szennyvíz	2021.10.27. és 28.	2* 90 000 fő
Médiumok összesen ismétlésekkel:			885 288

SZERZŐ:

Matyasovszkiné Buri Adrienn kommunikációs szakember, 2007 óta a NYÍRSÉGVÍZ Zrt. kommunikációs referense. Munkája szerteágazó és sokrétű, legfőbb feladata azonban a társaság külső és belső PR kapcsolatainak menedzselése, az ezzel járó feladatok adminisztrálása, a céget érintő rendezvények szervezése, lebonyolítása, továbbá a saját, negyedévente megjelenő belső újság, a Nyírségvíz Tükör tervezése-szerkesztése. Részt vesz szakmai fórumokon, szakképzési, oktatási eseményeken, pályaválasztási kiállításokon. Rendszeresen előadásokat tart a társaság belső fórumain és a különböző szakmai rendezvényeken. Szívégye a csapvízfogyasztás népszerűsítése valamint a helyes csattornahasználati illetmten elterjesztése.

INTEGRÁLT TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁSI TERV AKTUALITÁSA, AVAGY ITVT KÉSZÍTÉS GYAKORLATI TAPASZTALATOK, A PÁLYÁZATI FELTÉTELEK TÜKRÉBEN

Rimanóczy Zsolt – környezetgazdálkodási agrármérnök, energetikai szakmérnök
Cabello Dávid – környezetmérnök, környezetvédelmi és klímavédelmi szakértő
Székely Márton – okleveles geográfus

Korunk számtalan kihívása közül globálisan az egyik legnagyobb feladatot a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás jelenti. A problémakör kezelése az élet szinte minden területére kihat, így a mindennap életünk szervezése, valamint a környezetünk megfelelő kialakítása is nagy jelentőséggel bír. Az életfeltételeink alapvető eleme a víz, amely a következő évtizedekben egyre nagyobb vagyonelemet jelent. Megőrzése és vele való gazdálkodás komoly kihívás és fontos feladat.

A klímaváltozás hatásai leginkább a vizeken keresztül fog hatást gyakorolni az emberiségre. A környezeti változások eredményeképpen a csapadék hektikussága egyre nő, hosszú száraz időszakot követően hirtelen lezúduló csapadék formájában jelentkeznek. A gyors nagy esőzések következtében a természetes és mesterséges vízvezető rendszereink megtelnek és funkciójuk korlátozódik, amelynek eredményeképpen áradások és belvizek keletkeznek. A települések fejlesztéseinek tervezése során feltétlen figyelemmel kell lennünk a vizek szennyezésének elkerülése mellett, azok helyben tartására is. Ezen szempontok megfelelő integrálására új stratégiák kialakítása szükséges.

Az Európai Unió szabályozás szerint a jelentős környezeti hatással bíró (Lásd: 314/2005 Korm.rend) beruházások, valamint a pályázati támogatásokból megvalósuló infrastrukturális fejlesztések esetében azok klímarezilienciája (éghajlatváltozással szembeni rugalmassága) vizsgálandó.

Ez a vizsgálati módszer a tervezett beruházás műszaki tartalmát és elhelyezkedését figyelembe véve meghatározza, annak környezeti változásokkal szembeni érzékenységet, kitettséget, azonosítja a valós kockázatokat, továbbá javaslatokat tesz ezen kockázatok mérséklésének műszaki megoldásaira. Átfogó jelleggel elemzi a környezeti változások által jelentkező hatásokat. Ezzel párhuzamosan a településeknek a korábbi fejlesztési terveiket figyelembe véve a vízgazdálkodásokat érintő beruházásaik vonatkozásában megfelelő stratégiában kell gondolkodniuk.

Az éghajlati változásoknak a vízgazdálkodásra gyakorolt negatív hatásai egyre sürgetőbbé teszik az olyan, hosszútávú vízügyi problémák megoldását (ivóvíz magas arzénkoncentrációja, mezőgazdaságból eredő jelentős nitrátszennyezés, csapadékvizek hasznosítása), melyek az emberek számára egészségügyi, illetve gazdasági kockázatokat jelentenek.

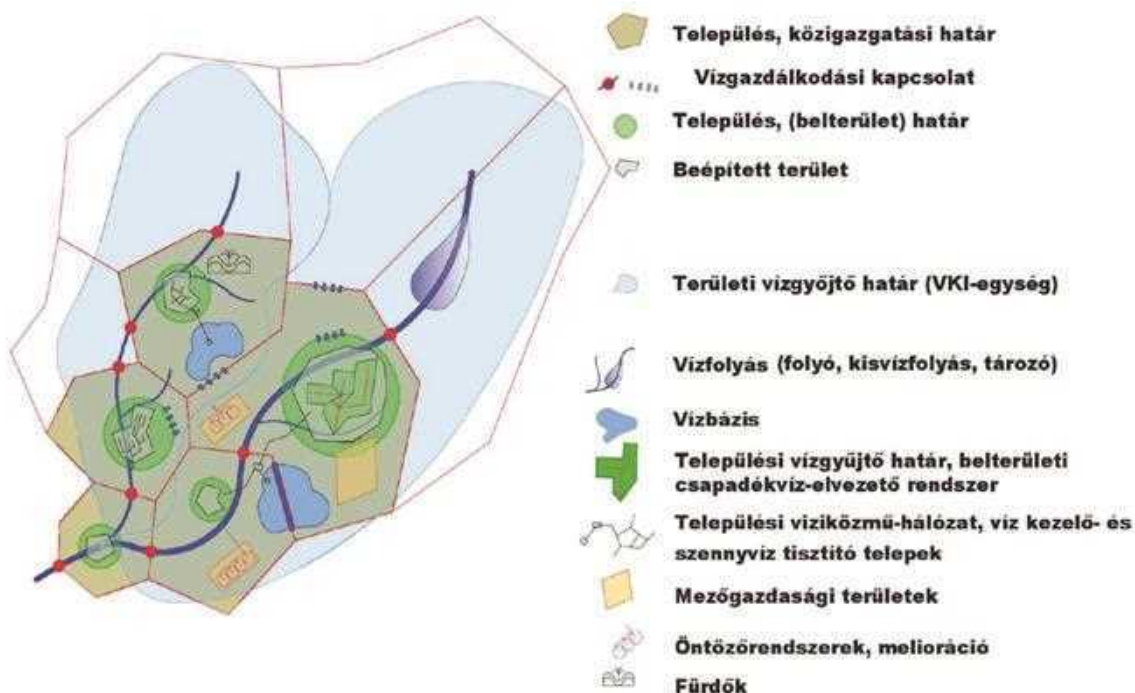
AKTUALITÁS

Tekintettel arra, hogy a vízgazdálkodás és vízrendezés minden egyes fejlesztési tervben (településrendezési tervek, fejlesztési tervek, gazdasági és környezetvédelmi programok, stb.) szerepel, illetve a hatással van rá, továbbá számos szakmai terv és stratégia fogalmaz meg követelményeket a helyi vízgazdálkodási, vízrendezési feladatokkal kapcsolatosan (VKI, KJT, VGT, NMT, ÁKK, Vízkárelhárítási Terv), természetesen az aktuális helyi igények mellett, ezek áttekintése nem egyszerű feladat a település döntéshozó számára, ahogyan a fejlesztési támogatások megítélői számára sem. Ennek érdekében javasolt településenként Integrált Települési Vízgazdálkodási Tervet (ITVT) készíteni. A dokumentum célja, hogy egy komplex, összefoglaló jellegű települési szintű terv szülessen, amely tartalmazza az említett elemeket és konklúzióként megfogalmazza a szabályoknak és a magasabb szintű stratégiáknak is megfelelő tervezett projektjavaslatokat, fejlesztési szükségességeket. A dokumentum jóvoltából minden szereplő (és érintett) gyorsan információhoz

juthat a település reális talajon nyugvó vízgazdálkodási teendőiről.

Az ITVT elkészítésének aktuális szükségességét az esetek legnagyobb részében azonban nem a településvezetés belső motivációja jelenti, hanem a Terület- és Településfejlesztési Operatív Program Plusz (TOP Plusz) által meghatározott követelmény. Amennyiben a település a kétféle infrastruktúra fejlesztését (vízgazdálkodási beavatkozások) tartalmazó projektteralommal nyújt be pályázatot, a releváns tevékenységek kizárólag integrált módon, az ITVT-hez illeszkedve támogathatók, amelyek készítésének költsége a pályázatban elszámolható.

A település egyéb stratégiai (Integrált Településfejlesztési Stratégia), illetve a vízgazdálkodással kapcsolatos dokumentumai (vízkárelhárítási terv) amellet, hogy mind az ITVT egyfajta mellékleteként funkcionálnak a vizekkel kapcsolatos területeken, ki is egészítik egymást. A település egyéb területeken felmerült fejlesztési igényei összhangban kell, hogy legyenek a vízgazdálkodási célokkal.



1. ábra: Forrás: Tervezési segédlet az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv készítéséhez

JÓVÁHAGYÁS

Vízgazdálkodást érintő pályázati támogatás esetén az 1587/2018. (XI.22.) Korm. határozattal összhangban elvárás, hogy a Területi Vízgazdálkodási Tanács (TVT) már a támogatási kérelem benyújtása előtt véleményezze a beruházások szakmai koncepcióját. A támogatói elvárások alapján az TVT-k a konkrét tervek elkészültét követően szintén megvizsgálják a települési kékinfrastruktúrát érintő beruházási elemeket. Ezen, második körös véleményezés során a TVT-k a projektjavaslatok szakmai értékelésén túl az ITVT-vel, valamint - annak rendelkezésre állása esetén - az Integrált Településfejlesztési Stratégiával (ITS) való összhangjának megítélését végzik.

Amennyiben a TVT bármelyik véleményezési körben szükségesnek tartja az illetékes Vízügyi Igazgatósággal történő szoros szakmai együttműködést, úgy azt előírhatja. Az ilyen jellegű együttműködés megerősíti az ITVT-ben nevesített fejlesztési elemeknek az azonos vízgyűjtőn elhelyezkedő többi település céljaival történő összehangolását.

A pályázati felhívás mellékleteként megtalálható a TVT által a véleményezések során elvárt minimális formai és tartalmi követelmények leírása, amely figyelembevételével elkerülhetők a hiánypótlások és nyilatkozat kiadás elhúzódása.

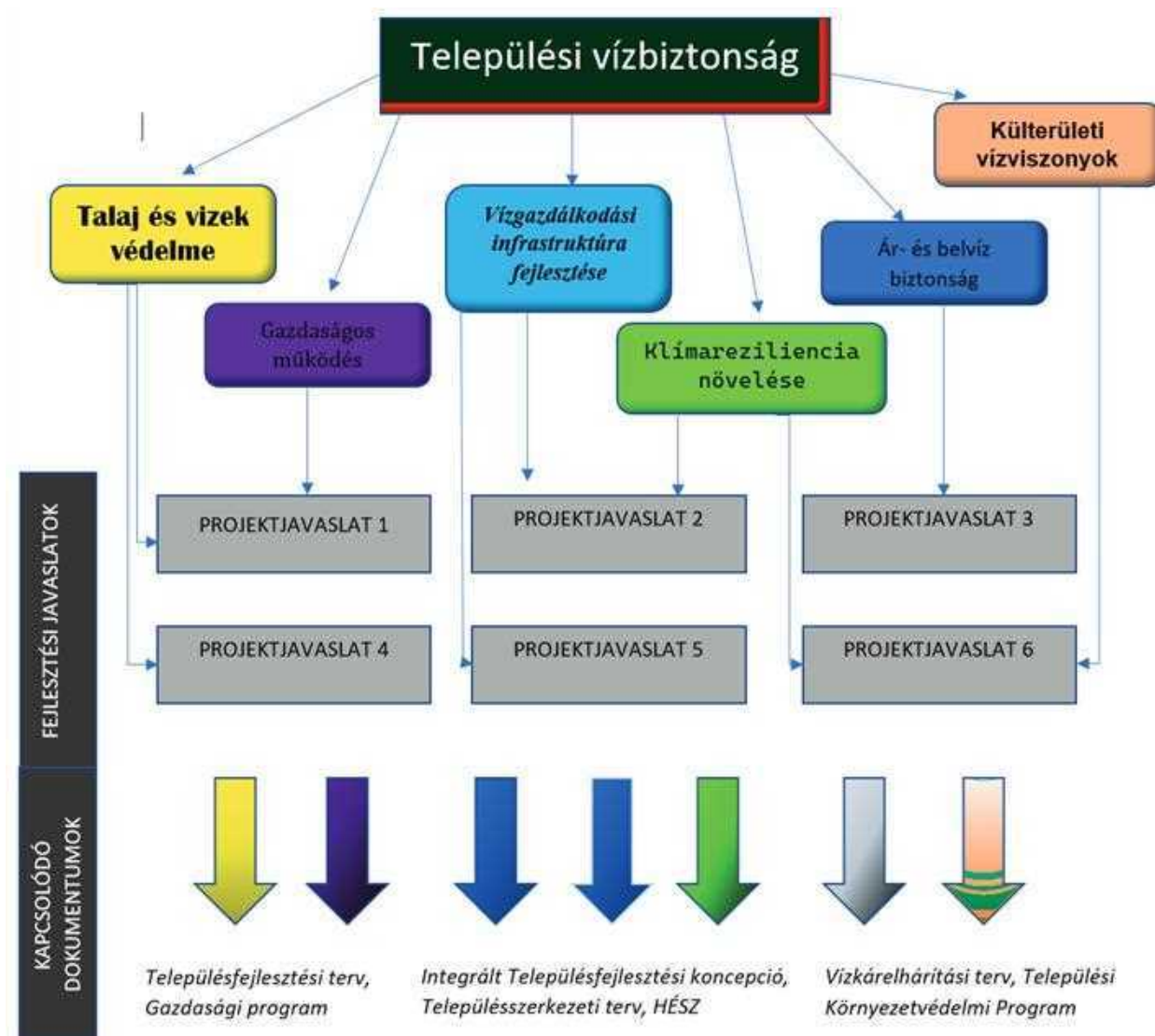
FOLYAMAT

Az ITVT készítés során törekedni érdemes a tömör, összefoglaló jellegű megfogalmazásra és fontos szerepe van a vizuális szemléltetésnek (térképi ábrázolások) is.

Az első számú cél a gyors áttekinthetőség és információszerzés.

A tervezés első részében (ADOTTSÁGOK) a meglévő állapotok rövid ismertetése szükséges, melynek során szakirodalmi kutatásokból, intézményi adatszolgáltatásokból a település környezeti adottságai, monitoring rendszerei, kapcsolódó intézményrendszer, valamint a vízgazdálkodással összefüggésben lévő infrastrukturális jellemzői kerülnek rögzítésre. A munka ezen fázisában a település vízi infrastruktúrájának helyszíni felmérése is megtörténik. Ezt követően a településre vonatkozó vízgazdálkodással összefüggő szabályozási környezet összefoglaló jellegű ismertetése a feladat, amelyek során az alábbi stratégiai dokumentumok kivonatolása és helyi célokhoz rendelése szükséges (STRATÉGIAALKOTÁS).

- Országos Területrendezési Terv (OTrT.)
- Megyei Fejlesztési tervből,
- EU Vízkereitirányelv,
- Kvassay Jenő-terv (KJT) - a Nemzeti Vízstratégia
- Vízgyűjtő-gazdálkodási terv (VGT)
- Nagyvízi mederkezelési terv (NMT)
- Árvízi kockázatkezelési terv (ÁKK)
- Integrált Településfejlesztési Stratégia
- Településfejlesztési Koncepció
- Település szerkezeti terv/HÉSZ
- Települési Környezetvédelmi Program
- Települési Gazdaságfejlesztési Program
- Fenntartható Energia és Klíma Akcióterv (SECAP)
- Közlekedési Mobilitási Terv (Fehér Könyv)
- Tájképvédelmi Terv
- Települési vízkárelhárítási terv



2. ábra: Projekt célja illeszkedések

A tervezési folyamat harmadik részében a fejlesztési területek azonosítása történik (PROGRAMALKOTÁS), amely során nélkülözhetetlen érintett felekkel történő személyes egyeztetések lefolytatása. A már ismert, vonatkozó szabályozási környezet mentén, a helyi érdekeltekkel - azok igényfelmérése alapján – kialakításra kerülnek a jövőben szükséges projekt javaslatok. Tapasztalataink szerint a munka ezen fázisa sok türelmet és a gördülékeny együttműködést feltételez. Első körben az érdekelt társadalmi és gazdasági csoportok azonosítását követően az ott

élők által érzékelhető problémák és igények felmérése kell, hogy megtörténjen. Célszerű az első egyeztető megbeszélést az önkormányzat vezetőivel, műszaki szakembereivel kezdeményezni. A munka ezen fázisában többnyire kikristályosodik, hogy a település csupán a pályázat adminisztratív feltételeit kívánja teljesíteni, vagy a valóban stratégiát kíván alkotni.

Ezt követően lehetőség szerint lakossági fórum keretében további problémák, illetve érintett csoportok azonosíthatók. pl.: idegenforgalmi szolgáltatók, sportegyesületek,

gazdasági társaságok és nem utolsó sorban gazda szervezetek. Tapasztalatunk szerint a települési vízgazdálkodással kapcsolatosan felmerülő problémák, hiányosságok jelentős része leginkább a mezőgazdaságban érdekeltek számára bír nagy jelentőséggel. Annál is inkább, mert a manapság egyre inkább tapasztalható hosszú szárazidőszak során megfelelő öntözési lehetőségek híján jelentős aszálykárok keletkeznek. A szántóföldi növénytermesztés során a birtok méretek elaprózódtak és sok esetben rövid bérleti szerződésekkel rendelkező gazdák hasznosítják. Ennek következtében a gazdák anyagi lehetőségeik nem engedik, hogy megfelelő forrást biztosítsanak a meglévő öntözőcsatornák karbantartására. Emellett az öntözőcsatornák kezelését és fenntartását végző Vízügyi Igazgatóságok számára sem áll rendelkezésre elegendő pénzügyi keret az öntözést biztosító rendszerek megfelelő működtetéséhez.

További fontos szakmai érdekeltséggel bírnak a helyi idegenforgalmi vállalkozók. Tekintettel arra, hogy a víztestek sok esetben rekreációs funkcióval bírnak számukra jelentős hatással van azok állapota, telítettsége, hasznosíthatósága (pl.: záportározók, mint halastavak). A jogszabályi keretek, természetvédelmi lehetőségek teljeskörű helyi ismertségét követően érdemes meghallgatni a szolgáltatók igényeit és azt összevetni a lakosság érdekeivel. Sok esetben sajnos az idegenforgalmi érdekek nem egyeznek a vízgazdálkodási és természetvédelmi keretekkel, erre figyelemmel fontos kialakítani a szakmai álláspontot. Erre jó példa a települési szükségtározók rekreációs célú hasznosítása. Több esetben előfordul, hogy a csapadékvíz elvezető rendszer köztes befogadjaként egy-egy településen a szükségtározóként funkcionáló álló víztest szolgál, amit egyben idegenforgalmi célokkal

is hasznosít a település, jellemzően horgásztavat kialakítva. Azonban az idegenforgalmi célok szerinti hasznosítás sokszor a tározó csapadékvíz befogadóképességének és vízminőségének, azaz az eredeti funkciójának a rovására megy. Ezen esetekben nagyon fontos szem előtt tartani a fő funkciónak való megfelelést is, amellett, hogy a vízügyi hatóságok nem mindig nézik „jó szemmel” az ilyen jellegű hasznosítást.

A helyi probléma feltárásokat követően a település vezetéssel közösen szükséges a rövid és hosszú távú fejlesztési programot megalkotni. A projektek meghatározása során a beruházások koncepcionális műszaki meghatározását, nagyságrendi költségbecslését követően a település anyagi teherviselőképességét figyelembe véve, azok várható finanszírozására is érdemes javaslatot tenni. Továbbá célszerű a fejlesztési beruházások tekintetében egy sorrendiséget is felállítani, mind a pénzügyi lehetőségek, mind, pedig a műszaki-szakmai kölcsönhatások figyelembevételével.

Az ITVT-ben bemutatásra kerülnek a szomszédos településekkel, a vízügyi területek érintő, folyamatban lévő együttműködések is, melyek sokszor elengedhetetlenek egy-egy probléma megfelelő kezeléséhez (például megfelelő minőségű ivóvíz biztosítása egy magas arzéntartalmú vízáadó réteggel rendelkező terület egységén).

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a projektjavaslatok meghatározásával az illetékes Vízügyi Igazgatósággal szükséges előzetes egyeztetést lefolytatni, annak érdekében, hogy szakmai ellenvélemények esetén, az ne a pályázatok (amennyiben benyújtásra kerültek pályázatok) tartalmának illeszkedése során derüljön fény, hanem a projektek kidolgozását megelőzően. Ez az egyeztetés történhet személyesen az illetékes Vízügyi Igazgatóság

munkatársán keresztül, aki a TVT-k szakmai álláspontját közvetíteni tudja.

Amikor az ITVT elkészült azt az önkormányzat hivatalosan benyújtja a TVT felé szakmai szempontú jóváhagyásra, valamint az Államkincstár felé a pályázatban foglalt mérföldkő teljesítése érdekében. Az államkincstárak mint közreműködő szervezetek elvben kérhetnek korrekciót, amennyiben az ITVT kapcsán észrevételeink vannak, bár az eljárásrend megítélése a különböző államkincstár között e tekintetben nem egységes.

A belügyi szemle 2021. 12. havi számában megjelent Balatonyi László, Reich Gyula, Jancsó Béla, Nagy Zsuzsanna, Buzás Kálmán, Tóth László „Fenntartható települési vízgazdálkodás jövőképe a települések részére” címmel egy összefoglaló írás az ITVT szerepéről és jelentőségéről, amely mellékletében egy javasolt ITVT struktúrát is találhatunk.

2023. januárig a fenti írásban szereplő útmutatás volt érvényben, tekintettel, hogy egyéb, részletes iránymutatást tartalmazó dokumentum nem állt rendelkezésre. Ekkor jelent meg



3. ábra: ITVT készítés folyamata

ADMINISZTRATÍV ELŐÍRÁSOK

Figyelembe véve, hogy a dokumentum elkészítésének első számú célja, hogy a település SWOT-jai rögzítve legyenek, valamint a település vízgazdálkodással összefüggésben érvényes stratégiai irányai és jogszabályi keretei számbavételre kerüljenek, majd a mindezek alapján meghatározott projekt javaslatok a döntéshozók (és egyéb érintettek) számára áttekinthetővé és prioritizálhatóvá válnak, egységes útmutató került kibocsátásra.

az OVF és a Magyar Mérnöki Kamara által hivatalosan közzétett tervezési segédlet az integrált települési vízgazdálkodási terv készítéséhez. Ez a dokumentum már igen pontos elvárásokat fogalmaz meg az adatállományok, a rajzi és a térképi mellékletek tekintetében is, melyhez részletes útmutatásokat is ad.

NEHÉZSÉGEK

Az ITVT-vel való illeszkedés biztosítása nem minden esetben könnyű feladat.

A dokumentum elkészítése - bár jelentős hosszútávú előnyökkel jár – komoly anyagi terhet jelent a településekre nézve.

Annak ellenére, hogy az ITVT elkészítése, vagy aktualizálása a pályázatban támogatható tevékenységnek és elszámolható költségnek minősül, kisebb projektméretes esetében ez nem jelent vigaszt, hiszen a pályázati támogatás elsősorban műszaki megvalósításra irányul nem pedig stratégiaalkotásra.

Könnyű belátni, hogy egy kisebb projektméret esetén (pl.: kistelepülésen megvalósuló nyílt árkos csapadékvíz elvezető rendszer felújítása) előállhat az a helyzet, hogy a tervezési költségek meghaladják a műszaki megvalósításnak a költségeit. Az ITVT készítés a jelenleg érvényben lévő tervezési segédlet szerint egy igen részletes és hosszadalmas munkát feltételez (hiszen a feladat nem projekt mérettől, hanem a település méretétől és adottságaitól függ), amely természetesen jelentős anyagi ráfordítással jár, adott esetben több tízmillió forintot is kitehet. Ugyanakkor tudni érdemes, hogy az ITVT nem terv. Ez alapján kivitelezőt beszerezni nem lehet, következésképpen engedélyes és kiviteli tervek készítése továbbra is szükséges a konkrét beruházási elemek tekintetében.

Az élhető települések pályázat 2021. év végével került kiírásra, amely először tartalmazta az integrált települési vízgazdálkodás a terv készítésére vonatkozó kötelezettséget. 2021 decemberében jelent meg az első szakmai irányítás a témában. 2022.01.14-vel pedig a legtöbb járásban be kell nyújtani a támogatási kérelmeket. Ez az igen szűk idő állt rendelkezésre a települések számára, hogy árajánlatokat gyűjtsenek be, annak érdekében, hogy megalapozottan becsüljék

az ITVT készítése költségét a pályázataikban. Ez a rövid időszak állt rendelkezésre a vállalkozók számára is, hogy felmérjék és pontosítsák az ITVT készítéssel járó feladatok és korrekt árajánlatokat kínáljanak. Elmondható, hogy a pályázatok tervezésének az időszakában sem a szakma, sem pedig a támogatói oldal nem volt kellően felkészülve, nem rendelkezett a körültekintő pályázati tervezéshez szükséges információkkal. Ebből a helyzetből adódóan keletkezett az az anomália, hogy néhány település pályázatában nem megfelelő költséggel kerültek betervezésre az ITVT készítés feladatai. Sok esetben előállt az a helyzet, hogy az indikatív ajánlatok lejártak és a vállalkozók már nem vállalták az előzetesen felkínált áron a feladat elvégzését. Ez különösen azon projekteknél igaz, ahol az ITVT készítést idén januárt követően rendelnék meg, mivel a tervezési segédlet kibocsátásával az útmutatás pontosításra került így bizonyos tekintetben a feladat mennyisége is jelentősen megnőtt.

Az ITVT készítésében fennakadást okozhat a tervezési segédletben megfogalmazott jelentős mennyiségű adat beszerzése. A települési infrastruktúra pontos leírásához és működési paramétereinek megadásához elengedhetetlen több releváns, a vízügyi szakterülettel kapcsolatos szereplő (vízügyi igazgatóságok, víziközmű szolgáltatók) megkeresése adatszolgáltatási céllal. Jelentős mennyiségű adatigénylés beérkezése esetén fennállhat az az eset, hogy az adatszolgáltatást biztosító szervezet nem, vagy csak jelentős időigénnyel tudja a szükséges adatokat megküldeni, tekintettel a rendelkezésre álló személyi állomány méretére, illetve az alapvető feladatainak ellátásának prioritására.

Tapasztalataink azt mutatják, hogy sokszor az önkormányzatoknak is komoly hiányosságai vannak az őket érintő kérdések tekintetében. Az alapvető dokumentumok esetleges hiánya (Helyi Építési Szabályzat, Szerkezeti Terv, Vízkárelhárítási Terv) szintén hátráltatják a megfelelő tervezés megvalósítását, a fennálló problémakör teljeskörű átlátását.

Bár az ITVT-ben fel kell tüntetni az önkormányzatok hatáskörén kívül eső, de a vízgazdálkodással összefüggésben lévő területek aktuális állapotát, problémáit, sajnálatos módon azok megoldása túlmutat az önkormányzati lehetőségeken, még pályázati források rendelkezésre állása esetén is.

VÉGEZETÜL

Minden kezdet nehéz. Amikor egy új adminisztratív kötelezettséget írnak elő pályázati támogatások feltételéül, sok esetben ellenérzést vált ki a támogatottak részéről. Ugyanakkor be kell látni, hogy a vízgazdálkodással kapcsolatos beruházások nem történhetnek ad hoc módon. A terület a természeti körfolyamataink részeként sok mindenre van hatással és korunk legértékesebb természeti kincsével gazdálkodik, meglehetősen bonyolult szakmai összefüggések mentén. Bízunk abban, hogy

a kezdeti nehézségeket leküzdve az eljárásrendek mielőbb tisztázódnak, a vállalkozók a szakmai elvárásokat megismerve, korrekt, az önkormányzatok által megfizethető árajánlatokat tudnak kínálni, majd az adottságokhoz illeszkedő, hosszútávon is a település és a térség érdekeit szolgáló ITVT-eket fognak készíteni.

Célszerűnek látjuk, hogy a jövőben kialakuljon egy olyan jogszabályi környezet, mely a megfelelő forrást hozzárendelve előírja az összes település számára ezen dokumentum meglétét. Akár külön pályázati forrás biztosításával ösztönözve az egyes önkormányzatokat a jogszabályi kötelezettség teljesítésére.

Ebben az esetben az országos és regionális, hosszú távú stratégiák felülvizsgálati is figyelembe kell, hogy vegyék ezen dokumentumban foglalt, általános jellegű problémaköröket, így segítve a teljeskörű megoldási javaslatok megszületését és azok végrehajtási mechanizmusainak kidolgozását.

A vízgazdálkodással kapcsolatosan, a jövőben kiírásra kerülő fejlesztési konstrukciók megalapozásaként szolgálhatnak a települési ITVT-k, melyek országos szinten bemutatják a beavatkozásokat igénylő területeket.



Profectus Global Mérnöki Tanácsadó Iroda Kft.

INTEGRÁLT TELEPÜLÉSI VÍZGAZDALKODÁSI TERV

ITVT készítés szakértőktől,
15 éve az önkormányzatok
szolgálatában



További szolgáltatásaink:
klímaziliencia vizsgálat, környezeti hatásvizsgálat,
energetikai tervezés és audit, pályázatírás, projektmenedzsment



Cím: 5008 Szolnok, Vajda János út 29.

E-mail: komplex.siker@gmail.com , www.komplexsiker.fw.hu

Mobil: 06 (20) 941-8347

**PROFESSZIONÁLIS CÉLOKRA ALKALMAS SZIVATTYÚK A VÍZELLÁTÁS
ÉS SZENNYVÍZELVEZETÉS TERÜLETÉN! CALPEDA, SUBLINE, ZENIT, HOMA, JET,
ROVATTI, CADOPPI, NETZSCH, PCM, VARISCO, JWC MONSTEREK**

**Rossz állapotban lévő szv. átemelők műanyaggal való BÉLELÉSE,
valamint komplett házi beemelő egységek,
ÉS MÁS TÍPUSOK HATALMAS VÁLASZTÉKA**

Kérje ismertetőnket!

Képviselőnk készéggel áll rendelkezésére.



FELHÍVÁS



A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség Dulovics Junior Szimpózium 2023.

címen konferenciát hirdet, amelyen előadóként szerelnék mindazon 35 évesnél nem idősebb szakemberek, akik **a települési vízgazdálkodás, a vízépítés, vízjog, vízgazdaságtan vagy vízpolitika területén** üzemeltetői, tervezői és/vagy tudományos tevékenységet folytatnak. A legjobb előadókat értékes nyereményekkel jutalmazzuk - az idei fődíj, részvétel az ÖWAV/EWA közös konferenciáján Ausztriában.

Szeretettel várunk továbbá minden kedves **érdeklődőt, szakembert**. Kérjük, értesítse a Szimpóziumról kollégáit, ismerőseit, diákjait és diáktársait is.

A szimpózium időpontja: **2023. március 30. csütörtök 8.30.**

Helyszín: **MagNet Ház, 1062 Budapest, Andrassy út 98.**

Az űrlap kitöltésével regisztrálhat résztvevőként/nézőként a szimpóziumra. A konferencián való részvétel az előadónak ingyenes, a nem előadó résztvevőknek regisztrációs díjhoz kötött, ami 2500 ft+27% ÁFA. A regisztrációs díj ellenében a nap folyamán kávé, teát, vizet, péksüteményt és ebédet biztosítunk. A díjfizetés módjáról információt küldünk a regisztrálóknak.

Részvevői regisztrációs űrlap:

<https://forms.gle/gkf7U1Wi4Y9Dw4uJA>

Részvevői jelentkezés:

Jelentkezési adatlap kitöltése és az e-mail címre elküldött számlázási formanyomtatvány kitöltése és visszaküldése a maszeszjurtaelnokseg@gmail.com e-mail címre.

A rendezvény résztvevőinek száma korlátozott. Kérjük, mielőbb regisztráljon!

A rendezvényről bővülő információt a www.maszesz.hu honlapunkon folyamatosan teszünk közzé.

A 2023. évi Dulovics Junior Szimpózium támogatói:



MASZESZ ONLINE/JELENLÉTI WEBINÁRIUMAI 2023-BEN



A MaSzeSz céljai között kiemelt helyen szerepel a szakmai tudás fejlesztése, a külföldi és hazai ismeretek célzott átadása. Ezért folyamatosan keressük a lehetőséget a vízügyi tudástranszfert minél hatékonyabb megvalósítására. A 2023-as oktatási programunkban a témához illeszkedően – online vagy jelenléti – lehetőséget biztosítunk a résztvevőknek. Szeretnénk így, még több vízügyi szakember számára naprakész tudnivalókat közvetíteni és a hirdetőinknek is szélesebb szakmai közönség elérését lehetővé tenni.

2023-ban 12 db webinárium keretében, négy téma köré csoportosítva hirdetjük meg programunkat az előadások témáit az aktualitásokhoz igazítva:

- Alaptudás szintentartása - oktatás
- A települési vízgazdálkodás aktuális kihívásai
- Az ellátási/üzemeltetési biztonság kérdései
- Energiahatékonyság/a szennyvíztelep mint erőmű

1. TÉMAKÖR: ALAPTUDÁS SZINTEN TARTÁSA - OKTATÁS

Témagazda: dr. Melicz Zoltán

- Vízgépészet - Szivattyúzás általános kérdései – online alkalom 2023.03.28.
- Elkeveredés – terhelhetőség – új irányelvek – jelenléti alkalom 2023.04.
- Csapadékvíz– online alkalom 2023 ősz

2. TÉMAKÖR A TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS AKTUÁLIS KIHÍVÁSAI

A tervezett előadásokat mindig az aktuális kérdések köré csoportosítjuk: pl. hőmérséklet és csapadékeloszlás okozta hatások, vízbázisok védelme, urbanizáció - agglomerációs kapacitás kérdések, másodlagos-kritikus nyersanyagok, fogyókészletek, szűkösség és vízminőség, fogyókészletek, önkormányzati feladatok stb.

Témagazda: dr. Major Veronika

Az előzetesen tervezett webináriumok és jelenléti alkalom:

- Urban water
- ITVT (Intergrált Települési Vízgazdálkodási Terv) tovább tervezés – jelenléti esemény
- Agglomerációk fenntarthatósága – urbanizációs irányok

3. TÉMAKÖR: AZ ELLÁTÁSI/ÜZEMELTETÉSI BIZTONSÁG KÉRDÉSEI

Szolgáltatás biztonság és üzemeltetés hatékonyság. Anyag és energia szükséglet, HR kapacitás, beszállítói láncok, ágazati infrastruktúra kitétsége, kritikus pontok (szűk keresztmetszetek) azonosítása és kijelölése és a költségelemzés, tervezés kérdései. Az előzetesen tervezett webináriumok és jelenléti alkalom:

Az üzemeltetéshez kapcsolódó anyag és energiaellátás

Témagazda: Csörnyei Géza

- finanszírozás

- beszállítói láncok sérülékenysége és kockázatai az ágazatban,
- jó gyakorlatok

Szűkösség vagy bőség? – a fogyókészletek okozta kihívások

Témagazda: Molnár Attila

az aszály és a biztonságos vízellátás kapcsolatának bemutatása, és az erre adott üzemeltetői válaszok.

A vizek újhasználata

2022. augusztus 8-án az Európai Bizottság közzétette az „Iránymutatások a víz újrafelhasználására vonatkozó minimum követelményekről szóló 2020/741 rendelet alkalmazásához” közleményét. A víz újrafelhasználásáról szóló, 2023. június 26-tól alkalmazandó 2020/741 rendelet egységes vízminőségi minimumkövetelményeket határoz meg a kezelt települési szennyvíz mezőgazdasági öntözésben történő biztonságos újrafelhasználására.

DCC elemzés – jelenléti alkalom (kurzus)

Témagazda: dr. Kovács Károly

A Dinamikus Költségelemzés (DCC) módszere, a változatelemzés hazánkban új módszertani megközelítésével biztosítja a legkisebb összköltséggel járó műszaki megoldások kiválasztását a víziközmű-fejlesztések előkészítése során és illeszkedik az EU pályázati rendszerbe is. A tervezési folyamatot jelenleg domináló, rövidtávú pénzügyi szemlélet helyett, a költséghatékonyság és a fenntarthatóság szempontjainak érvényesülését támogatja.

4. TÉMAKÖR: ENERGIAHATÉKONYSÁG, A SZENNYVÍZTELEP MINT ERŐMŰ

veszteségcsökkentés, alternatív energiák alkalmazásának lehetőségei, ágazati összefüggések vizsgálata energiagazdálkodás oldalról (Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer, „virtuális erőmű”, VÁRA, körforgásos gazdaság), digitalizáció
 Témagazda: Ilcsik Csaba

Az előzetesen tervezett 2 webinárium és a jelenléti alkalom:

Víz és szennyvíztisztító telepek energetikai fenntarthatósága, különös tekintettel a megnövekedett energiaköltségekre”

A szennyvíziszap, mint új energiaforrás

- Szennyvíz kezelés energiamérlege
- Alternatív energia termelő megoldások az ágazatban

Energiahatékonyság a gyakorlatban (az elmúlt évek energiahatékonysági

beruházásainak és eredményeinek áttekintése, VÁRA pályázatok)

TUDÁSÁTADÁS PROGRAM KERESKEDELMI MEGJELENÉSI LEHETŐSÉGEK

I. WEBINÁRIUM TÁMOGATÓ - 50.000 Ft/alkalom

A tudásátadási programot alkalmilag támogató szervezet.

II. TÁMOGATÓ ELŐADÓ - 75.000 Ft/alkalom

Olyan szakmai előadás, mely cég és termék-bemutató jellegű.

III. WEBINÁRIUM TÁMOGATÓ PLUSZ - 100.000 Ft/alkalom

Egy alkalmat kiemelt megjelenésért támogató szervezet.

IV. TÉMACSOPORT NÉVADÓ TÁMOGATÓ - 350.000 Ft

Egy egész témacsoport összes (általában 3db) webináriumát támogató szervezet

	Kiemelés (A webinárium címében)	Sorozat névadás	Elsőbbség (előadás időpont)	Előadás	Hirdetés/video	Promóciós anyagok	Termék/logó megjelenítés (a prezentáció sablonon túl)
Webinárium Támogató (1 alkalom)						X	X
Támogató Előadó (1 alkalom)				X	X	X	X
Támogató Plusz (1 alkalom)			X	X	X	X	X
Névadó Támogató (1 témakör előadásai)	X	X	X	X	X	X	X

BODA JÁNOS 80 ÉVES!



A szakmában nem kell bemutatni, Ő az, amikor a neve elhangzik, mindenki tudja ki Ő, mindenki ismeri. Kiemelkedő eredményes-

ségét a szakmai társadalom számos kitüntetés odaítélésével ismerte el.

Hosszú szakmai tevékenységét számos magyarországi szennyvíztelep bizonyítja a tervezéstől kezdve a kivitelezésig. Munkássága során közel 100 publikációjával hozzájárult a jövő generáció szakmai ismeretének bővítéséhez, a fiatalok szeretik, tisztelik, adnak a véleményére.

A MaSzeSZ. megalakulását követően több mint húsz éven keresztül részt vett annak munkájában, elnökségi tagként segítette működését még nyugdíjas éveiben is.

A szakma és a közvetlen kollégák nevében további boldog, energikus, szeretetteljes éveket és jó egészséget kívánunk!



KLORÁT-ION HATÁRÉRTÉK AZ IVÓVÍZBEN: VÁRHATÓ PROBLÉMÁK ÉS LEHETSÉGES MEGOLDÁSOK

*Dr. Vozik Dávid (DRV Dunántúli Regionális Vízművek Zrt.)
Dr. Borsányi Mátyás szakosztály elnök*

A Magyar Hidrológiai Társaság Vízminőségi és víztechnológiai Szakosztályülésén, 2023. január 31-én elhangzott előadás összefoglalása.

Az ivóvíz minőségére és ellenőrzésére vonatkozó követelményekben nagy horderejű változás történt az 5/2023. Kormányrendelet hatálybalépésével, melynek hatására a hazai víziközmű-szolgáltatóknak új kihívásokkal kell szembenéznie. A számos bevezetésre kerülő vízminőségi paraméter között a klorát-ion 0,25 mg/l határértékkel szerepel, mellyel kapcsolatban a monitorozási és a megfelelési kötelezettség egyaránt 2026. 01. 12-től áll fenn.

Tekintve, hogy az új szabályozást előkészítő 2020/2184 számú EU direktíva alapján a várható követelmények már két évvel korábban ismertek voltak, a DRV Zrt. előzetesen elkezdte vizsgálni a szolgáltatott ivóvíz klorát-ion tartalmát, majd 2022. év elejétől egy belső projekt keretében részletesebben is tanulmányoztuk a szerves klórozási mellékterméket.

A szakirodalom alapján a klorát-ion megjelenésére klórdioxid vagy nátrium-hipoklorit adagolás esetén kell számítani. Figyelembe véve, hogy a ClO₂ alkalmazása csak fertőtlenítési céllal és dózis szempontjából szigorú

korlátok között lehetséges Magyarországon, a klorát-ion elsődleges forrása a nátrium-hipoklorit. A legnagyobb kockázatot egyértelműen az olyan eljárások képviselik, ahol a nátrium-hipoklorit használata magas fajlagos adagolással valósul meg, ami leginkább a törésponti klórozás elvén működő ammóniummentesítő technológiákra jellemző. Ilyen típusú vízművek nagy számban kerültek átadásra, illetve továbbra is épülnek az Ivóvízminőség-javító Program keretében, ezért elemzésünkben is kiemelt figyelmet kaptak.

A klorát-ion ivóvízből történő eltávolítására gazdaságosan üzemeltethető eljárás nem ismert, ezért célszerű a megelőzésre helyezni a hangsúlyt. A nátrium-hipoklorit bomlásának fő terméke a klorát-ion, melynek képződési sebességét öt tényező befolyásolja: hőmérséklet, pH, hipoklorit-koncentráció, bomlást katalizáló szennyeződések (Fe, Cu, Ni), fénynek való kitettség. A klorát-tartalom minimalizálása egyrészt megfelelő oldat tulajdonságokkal (alacsony hőmérséklet, pH > 13, alacsony HClO₂-koncentráció), másrészt a vegyszer előírásoknak megfelelő tárolásával és kezelésével biztosítható.

A nátrium-hipoklorit minőségére vonatkozó MSZ EN 901 szabvány az aktív klór tartalom

függvényében határozza meg a vegyszer maximális klorát-tartalmát, amely 90 g/l töménységű vegyszer esetén 3,8 g/l-nek felel meg. A kritériumot a szállítás időpontjában kell garantálnia a vegyszer beszállítójának, de ezt követően még akár további 1-3 hét is eltelhet a vízbe adagolásig.

A hőmérséklet-függés miatt a gyakorlatban erős szezonális figyelhető meg az alkalmazott nátrium-hipoklorit klorát-tartalmát illetően. Méréseink szerint a téli időszakban az 1-4 g/l, míg a nyári hónapokban inkább a 4-8 g/l tartományban alakul jellemző értéke a vízművekben adagolt 90 g/l-es NaOCl oldatban.

Az ivóvíz biztonság javítása érdekében első lépésként a kockázatfelmérést érdemes elvégeznie az üzemeltetőknek. Minden olyan eljárás érintett, ahol NaOCl vagy ClO₂ adagolás történik magasabb dózisban. Ha a kétféle vegyszer sehol nem keveredhet az ivóvízellátó rendszer folyamataiban, akkor - a klorát-ion perzisztens tulajdonsága miatt - elegendő a vízbe adagolással járó hígítást figyelembe venni és a vegyszer klorát-koncentrációja alapján az ivóvízben kialakuló klorát-tartalom viszonylag pontosan becsülhető.

A várható klorát-tartalom teljesen elméleti alapon is kiszámítható, amennyiben a vízkezeléshez és fertőtlenítéshez szükséges elméleti fajlagos klór igényekkel történik a kalkuláció. Törésponti klórozás esetén a nyersvíz ammónium-tartalmától erősen függ, hogy milyen klorát-tartalmú NaOCl alkalmas az ammóniummentesítés megvalósításához. Megállapítható, hogy 0,5 mg/l ammónium-tartalom eltávolítása esetén 5 g/l-nél alacsonyabb, míg 2 mg/l NH₄⁺ kezelése esetén már 2 g/l alatti klorát-tartalommal kell

rendelkeznie az alkalmazott 90 g/l-es NaOCl oldatnak annak érdekében, hogy a klorát-ion határérték betartható legyen.

A kockázatot alapvetően két fő elv mentén lehetséges csökkenteni. Elsődlegesen a vízkezelési céllal történő nátrium-hipoklorit adagolások mérséklése, vagy kiváltása vetődhet fel. Ennek eléréséhez a vízbeszerzés lépésnél a minél kedvezőbb nyersvíz minőség (alacsony NH₄⁺, Fe, Mn) elérése lehet a cél, ami történhet kútüzem-váltással, vagy vízbázis-váltással. A vízkezelést tekintve a vegyszeradagolás optimalizálása mellett elképzelhető technológia-váltás (pl. légoxidáció) vagy vegyszerváltás is (klórgáz, KMnO₄), kedvező feltételek fennállása esetén. A vízelosztás fázisban az utófertőtlenítés optimalizálásával, fertőtlenítőszer-váltással (klórgáz), vagy másik rendszerrel való összekötéssel további javulás érhető el.

Másodsorban olyan intézkedések jöhetnek még szóba, melyek az alkalmazott nátrium-hipoklorit klorát-tartalmát hivatottak minél alacsonyabb szinten tartani. Ilyen megoldás lehet a vegyszer tárolási idejének csökkentése, a vegyszeres tartály rendszeres kiürítése és tisztítása, valamint hígabb, pl. 45 g/l töménységű NaOCl oldat alkalmazása, esetlegesen a vegyszer hűtött tárolása.

Vízminőségi szempontból a legtöbb esetben a klórgázra történő átállás tekinthető a legkedvezőbb megoldásnak, ugyanis klórgáz adagolása esetén nem kell számolni klorát-ion képződéssel, azonban a vízkezelő technológia átalakítása komoly beruházási költségvonzattal jár. Ebből kifolyólag a beruházási tétel mielőbbi szerepeltetése

javasolható a gördülő fejlesztési tervben a magas kockázattal rendelkező vízművek esetén.

Összességében kijelenthető, hogy a legjobb megoldás eltérő lehet más-más vízellátó rendszer tekintetében, ezért egyedileg szükséges értékelni a lehetséges alternatívákat. Az érintett technológiák felülvizsgálata, optimalizációja, indokolt esetben módosítása (pl. klórgáz adagolásra) mielőbb szükséges a közegészségügyi kockázatok minimalizálása, valamint az ivóvízbiztonság javítása érdekében. Fontos feladat a közeljövőben az ismeretek további bővítése, valamint átültetésük a gyakorlatba a szabályzatok és munkautasítások aktualizálásával. A vízbiztonsági tervek szintén kiegészítésre szorulnak a veszélyelemzést és a felügyeleti eljárásokat illetően, valamint az új szempontokat célszerű vizsgálni az éves és a 6 éves felülvizsgálatok során is.



Budapest, 2023. 02. 22.

Dr. Borsányi Mátyás szakosztály elnök

1 m³ térfogatú NaOCl vegyszeradagoló tartály egy KEOP beruházás során létesült vízműben



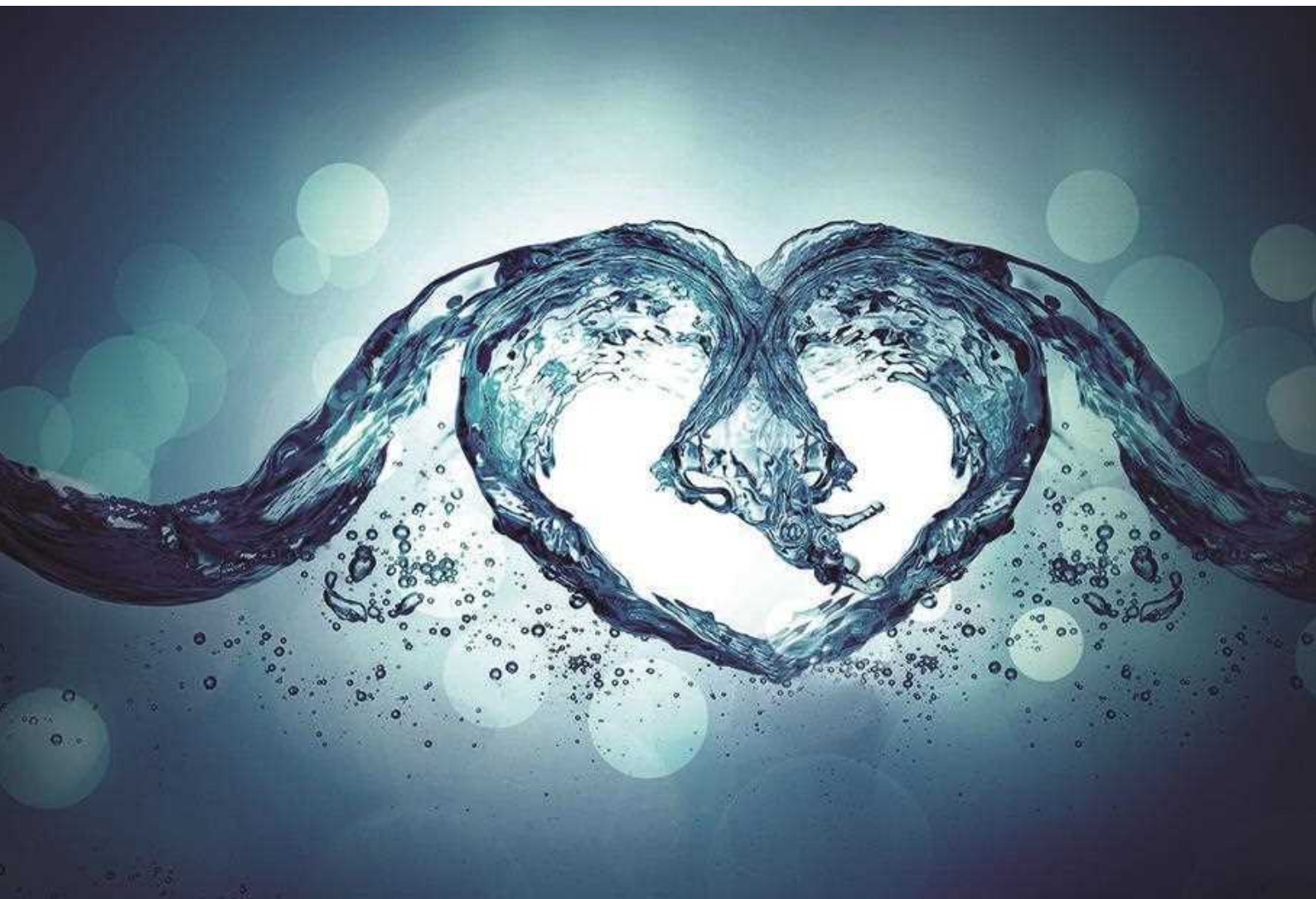
VÍZ VILÁGNAP 2023 – VÁLTOZTASS MOST! ÜNNEPELJÜK A VÍZ VILÁGNAPJÁT!

A víz az élet nélkülözhetetlen építőköve, nemcsak a szomjúság csillapítása és az egészség védelme érdekében, hanem létfontosságú a munkahelyteremtés és a gazdasági, társadalmi és emberi fejlődés támogatása szempontjából is.

A víz világnapja alkalmából minden évben az UNESCO közzéteszi a legfrissebb Víz Világjelentést, amely eszközöket nyújt a döntéshozók számára a fenntartható vízpolitika kialakításához és megvalósításához.

A VÍZ VILÁGNAPJÁ-nak megünneplését az 1992. évi Rio de Janeiro-i környezetvédelmi konferencián kezdeményezték.

Ennek hatására az ENSZ március 22-ét nyilvánította e nappá, felhívva a kormányok, szervezetek és magánszemélyek figyelmét a víz fontos szerepére életünkben. Célja, hogy óvjuk, védjük környezetünket, s ezen belül a Föld vízkészletét.



LEHOCZKY JÁNOS:

A VIZEK FOHÁSA

Vándor, ki szomjadat oltod forrásom vízével
vigyázz reám!
Én hűsitem arcodat forró nyári napsütésben,
én frissítem fáradt testedet vándorútjaid után.
Csobogásom nyugtatja zaklatott lelkedet,
habjaim tánca bűvöli tekintetedet.
Poros gúnyodat tisztítom,
egészséged őrzöm.
Szépítelek, gyógyítalak,
üdítetek, vidítalak.
Erőmmel hajtod gépedet, malmodat.
Tartom csónakodat, hordozom hajódat.
Általam sarjad vetésed,
én küldök termékeny esőt
szikkadt kertjeidre.
Ott bűvöm édes gyümölcsleidben,
a nádasok illatában rejtezem,
barlangok mélyén, erdők rejtekén,
sziklák között, csúcsok fölött,
posványban, sodrásban,
rám találsz.
Az élet bárkáit ringatom.
Otthonaként velem érez megannyi lény,
úszó, lebegő állat, lengedező növény.
Kusza hínár, tündérlő virág,
meglepő, eleven vízivilág.
Remélő ikra, játszi poronty,
leső harcsa, óvatos nyurga ponty.
Bölcső vagyok,
folytonos születés csöndes színpada.
Kezdet vagyok, a földi élet ősanja.
Változás vagyok, végzet vagyok,
a pillanat méhe.
Állandóság vagyok, szüntelen harcok
békévé összegződő reménye.
Szelíd forrásként becézhetsz,
érként, pataként kedvelhetsz,

folyamként köszönthetsz.
Megmosolyogsz tavaszi pocsolyákban,
üdvözölsz berekben, limányban,
lidérces lápon, keserű mocsárban.
Csepp vagyok és óceán.
Tomboló vihar és szivárvány,
búvópatak és szökőár,
felhő és kút.
Ismersz, mint szigorú jéghegy, zord jégvilág,
mint lenge hópehely, tréfás jégvirág,
illanó pára, gomolygó zivatar.
Vízésés robaja, hullám moraja,
cseppkő csöppenése, veder csobbanása,
eső koppanása, véred dobbanása.
Kék vagyok, mint a tenger,
fénylő, mint a csermely,
szőke, mint a folyó,
zöld, mint a tó,
fehér, mint a hó.
Feszítő gőz vagyok, tanulj meg tisztelni!
Csikorgó fagy vagyok, tanulj meg kibírni!
Aranyhíd vagyok, tanulj meg csodálni!
Örvény vagyok, tanulj meg vigyázni!
Buborék vagyok, tajték vagyok,
szeretned kell!
Hűsítő korsó vagyok,
heves zuhany vagyok,
élvezned kell!
Tükör vagyok, arcod vagyok.
Hullám és híd, part és a víz.
Erő és báj, folyó és táj,
úszás és merülés,
áldás és könyörgés,
értened kell!
Víz vagyok.
Őrizned kell!

KÖZÉPPONTBAN A SZENNYVÍZ ÚJRAHASZNOSÍTÁS ÉS KAPCSOLÓDÓ RENDELET MÓDOSÍTÁS AZ MTA VÍZGAZDÁLKODÁS-TUDOMÁNYI BIZOTTSÁG VÍZELLÁTÁSI ÉS CSATORNÁZÁSI BIZOTTSÁGÁNAK 2023. FEBRUÁR 7-I ÜLÉSÉN

A Magyar Tudományos Akadémia Vízellátási- és Csatornázási Bizottsága 2023. február 7-én előadói ülést rendezett a tisztított szennyvíz újrahasznosítása témakörben, különös tekintettel az EU 2020/741 a víz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelmények hazai adaptálását tartalmazó 7/2023 (I.12.) Kormány rendeletre. A meghívott két előadó Bodáné Dr. Kendrovics Rita Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet igazgatója, a kar dékán helyettese, valamint Dr. Ágoston Csaba a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetségének elnöke, valamint az Óbudai Egyetem oktatója voltak. Prof. Juhász Endre az MTA Vízellátási- és Csatornázási Bizottság elnökének megnyitója után került sor a „Gyakorlati példák a szennyvíz szerepére a körforgásos vízgazdálkodásban” című előadásra, melynek elsődleges célja nemzetközi példakon, jó gyakorlatokon keresztül felhívni a figyelmet a tisztított szennyvíz újrahasznosítására, és minél nagyobb arányú alkalmazásához szükséges legfontosabb feladatokra, úgymint az EU előírásokkal összhangban meghatározott, a használat céljától függő határértékek és előírások meghatározására,

az újrahasznosítási rendszer megbízható működését szabályozó és azt biztosító szabályok megalkotására.



1. kép Bodáné Kendrovics Rita (Óbudai Egyetem) MTA ülés előadás az MTA VCS Bizottság előadói ülésén 2023. 02.07-én

„A szürke vízhasználat környezet egészségügyi kérdései és a szennyvíztisztítás lakosságot zavaró hatásai” című előadás a szürkevíz egyértelmű jogi meghatározásának, az ehhez kapcsolódó jogszabályi háttér megalkotásának fontosságára hívta fel a figyelmet, mely az egyre nagyobb mértékben történő lakossági szürke vízhasználat közegészségügyi kockázatainak csökkentése miatt kiemelt fontosságú feladat. A városi környezetben összegyűjtött csapadékvíz (szürkevíz?) gyűjtése (kémia és mikrobiális kockázat), tárolása (elsősorban legionella baktérium, valamint szúnyogok elszaporodásának kockázata), majd felhasználása komoly közegészségügyi kockázatokat jelent, melyek csak a megfelelő jogszabályi háttérrel csökkenthetők. Az előadás másrészt a szennyvíztisztító telepek által kibocsátott bűz hatásait, mérését és csökkentésének lehetséges technológiáit mutatta be.



2. kép: Dr. Ágoston Csaba (KSZGYSZ elnök) előadás az MTA VCS Bizottság előadói ülésén 2023. 02.07-én

Az előadásokat követő hozzászólások felhívták a figyelmet a szennyvízben található, és annak hasznosítását befolyásoló összetevőkre, elsősorban a xenobiotikumokra, és azok veszélyeire, valamint ezzel összefüggésben a legkisebb kockázatot jelentő, de ugyanakkor energetikai szempontból kiemelt jelentőségű újrahasznosításra, az energiatároló ültetvényekről kinyerhető biomasszára. A jövőben várhatóan egyre nagyobb hangsúly fog helyeződni a biomassza előállítására tekintve a Nemzeti Energiastratégiát, mely az alábbiak szerint rendelkezik: „Természetvédelmi okokból a nehezen újuló bükkfa égetését meg kell tiltani, helyette az erdészeti és mezőgazdasági melléktermékek és hulladékok, valamint az energiaültetvények hasznosítására kell nagyobb súlyt helyezni”.

Hiánypótló irodalomként jelent meg a közelmúltban (2021) a Szerves mikro szennyezők a környezetben c. könyv, melyet Knisz Judit és Vadkerti Edit szerkesztett, kiadója a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kar Ludovika Egyetemi Kiadó. A könyv részletesen bemutatja a szerves mikro szennyezők környezetre és egészségre gyakorolt hatását, külön fejezetben ismertette a mikro szennyezők eltávolításának technológiai lehetőségeit és hatásfokát a szennyvíztisztítás során.

Az első előadásban feladatként megfogalmazott, az EU elvárásokkal összehangolt szabályozás beteljesedni látszik az EU 2020/741-es jogszabályát hazai körülményekhez adaptáló 7/2023 (I.12.) Korm. rendelet kapcsán. Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2026. június 26-tól alkalmazásra kerülő 2020/741 Rendelete (2020. május 25.) a víz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelményekről, melynek célja elősegíteni a víz újrafelhasználásának elterjedését minden olyan esetben, amikor ez megfelelő és költséghatékony, továbbá támogató

keretet létrehozni azon tagállamok számára, amelyek élni kívánnak, vagy élni kénytelenek a víz-újrafelhasználás gyakorlatával. A rendelet a visszanyert víz integrált vízgazdálkodás keretében megvalósuló biztonságos felhasználása céljából a víz minőségére és ellenőrzésére vonatkozó minimumkövetelményeket, valamint a kockázatkezelésre vonatkozó rendelkezéseket állapít meg. Célja, biztosítani a visszanyert víz biztonságos felhasználását a környezet, illetve az emberi és állati egészség magas szintű védelme mellett, további célja, a körforgásos gazdaság megvalósítása, és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás elősegítése. A rendelet 1. melléklete megfogalmazza a felhasználási módokat, kiemelten kezelve a mezőgazdasági öntözést, továbbá megnevez egyéb, pl. ipari víz újrafelhasználását, rekreációs és környezetvédelmi célokra történő újrafelhasználást. A melléklet 2. szakasza a mezőgazdasági öntözésre szánt visszanyert vízre („a 91/271/EGK irányelvben meghatározott követelményeknek megfelelően kezelt, majd egy vízvisszanyerő létesítményben az e rendelet I. mellékletének 2. szakaszával összhangban további kezelésen átesett települési szennyvíz”) vonatkozó minimumkövetelményeket ismerteti. A visszanyert víz minőségi osztály (A,B,C,D) szerinti besorolás alapján kerülhet felhasználásra a különböző terménykategóriák öntözésére, előírva az egyes kategóriák szerinti határértékeket E.coli, BOI5, összes lebegőanyag és zavarosság paraméterekre, valamint azok rendszeres ellenőrzésének minimális gyakoriságát. A rendelet II. melléklete az alapvető kockázatkezelési elemeket mutatja be, továbbá előírja, hogy amennyiben bizonyítottan a visszanyert víz tartalmaz pl. nehézfémeket, növényvédő szereket, fertőtlenítési melléktermékeket, gyógyszereket, mikro szennyező anyagokat, mikro

műanyagokat a kockázatértékelésnek ezekre is ki kell terjednie ezáltal biztosítva a környezet, illetve az emberi és állati egészség megfelelő védelmét.

2023. január 12-én a Magyar Közlöny 5. számában megjelent 7/2023 (I.12.) Korm. rendelet a fentebb ismertetett európai parlamenti és tanácsi rendelet végrehajtásához szükséges rendelkezéseket figyelembe véve módosítja a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendeletet, valamint a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendeletet. Lényeges eleme a rendeletnek, hogy a „települési szennyvíztisztító telepen keletkező tisztított szennyvízből előállított visszanyert vízzel a 2020/741 európai parlamenti és tanácsi rendelet D. minőségi osztálya szerinti, nem élelmezési és nem takarmányozási célú ipari növények, energianövények és vetőmagkultúrák öntözhetőek.” Míg az 50/2001 rendelet a mezőgazdasági felhasználást olyan tevékenységnek tekinti, „ami szennyvíznek, szennyvíziszapnak mezőgazdasági terület talajára történő kijuttatását, illetve bedolgozását célozza”, addig a 7/2023 rendelet a mezőgazdasági felhasználást már a rendeletnek megfelelően kiegészíti, és az alábbiak szerint rendelkezik: „mezőgazdasági felhasználás: olyan tevékenység, ami szennyvíznek, szennyvíziszapnak, valamint szennyvíziszap komposztjának mezőgazdasági terület talajára történő kijuttatását, talajba való bedolgozását, továbbá az (EU) 2020/741 európai parlamenti és tanácsi rendelet alapján meghatározott D. minőségi osztálya szerinti terménykategória visszanyert vízzel történő öntözését célozza.”

A rendelet a „visszanyert víz” fogalmát a települési szennyvíztisztító telepről származó tisztított szennyvízként definiálja. Míg korábban a földhasználónak, illetve a szennyvíztisztítómű, szennyvízkezelő berendezés üzemeltetőjének kellett az engedélyt a szennyvíz, szennyvíziszap felhasználására tervezett mezőgazdasági terület fekvése szerint illetékes talajvédelmi hatósághoz benyújtani, addig az új szabályozás szerint a visszanyert víz előállítását, mint másodlagos tevékenységet, a települési szennyvíztisztító telep üzemeltetésére vízjogi engedéllyel rendelkező víziközmű-szolgáltatónak az illetékes vízügyi és vízvédelmi hatósághoz kell bejelentenie. Az 50/2001 rendelet 6. § (1) pontja, a szennyvíz, szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználását megalapozó talajtani szakvélemény mellett a 2020/741 rendeletben előírt kockázatkezelési terv mellékletét képező, a visszanyert víz mezőgazdasági felhasználását megalapozó talajvédelmi terv elkészítését is kötelezővé teszi. A kockázatkezelési terv kötelezően elkészítendő, és ötévente felülbírálandó a vízvisszanyerő létesítmény üzemeltetője által. A terv készítési és az ellenőrzési folyamatba be kell vonni a végfelhasználót is, az együttműködés feltételeit és a felelősségi köröket pedig írásbeli szerződés határozza meg. A visszanyert víz felhasználásának előfeltételeként előírja a rendelet, hogy a fertőtlenítés során a klórban csökkentett, vagy az elérhető legjobb technikát kell alkalmazni, továbbá a tisztított szennyvízzel, és a visszanyert vízzel történő gazdasági célú öntözés külterületen lehetséges.

Összességében, a 2020/741 rendelet nagy előrelépést jelenthet a tagállamoknak az újrahasznosításban, (29) pontja szabályzati szinten igazolja, a „kezelt szennyvíz újrahasznosítása, illetve újrafelhasználása nagy lehetőségeket rejt magában”. A hazai adaptációban kizárólagosan

a termelési célú mezőgazdasági hasznosítás jelenik meg, de a rendelet számos egyéb lehetőséget nyújt a tagállamok számára a leginkább célravezető hasznosításra, kiemelve, hogy minden esetben a legfontosabb a környezet, illetve az emberi és állati egészség magas szintű védelme. A korábbi irányelvek immár rendeletben realizálódnak, viszont továbbra is nyitott marad az elfogadtatás kérdése, vajon hogyan érhető el nagyobb arányú hasznosítás olyan országokban, ahol stabilan rendelkezésre álló vízkészletekkel gazdálkodnak, a vízhiány nem ösztönzi a gazdálkodókat a visszanyert víz használatára. E tekintetben fontos eszköz a megfelelő kommunikáció, illetve, a már többször vitatott „vízérték”, „addig míg a víz fillérekbe sem kerül, nincs és nem is lesz megtérülése a vízkészlet pótlásnak”. Javaslatként került megfogalmazásra a vízkészlet használati díj megemlése, a vízdíjba a meglévő infrastruktúra költségeinek beépítése.

A jövőben elsősorban az éghajlatváltozás következtében növekvő szárazság és ehhez kapcsolódó aszályhelyzet hazánkban is elő kell, hogy mozdítsa a visszanyert víz minél nagyobb arányú biztonságos felhasználását, melynek elengedhetetlen eleme a visszanyert víz előállításához, szolgáltatásához és felhasználásához szükséges infrastruktúra kiépítése is. A fentebb bemutatott rendeletek megteremtik a megfelelő és EU-val összhangban lévő szabályozási hátteret. A társadalmi elfogadás fontos feltétele pedig a tájékoztatás, a megfelelő kommunikáció, a mérési eredményekhez való hozzáférés lehetősége. Mindezek együttesen befolyásolják, hogy a jövőben milyen szinten sikerül a hazai vízgazdálkodást a körforgásos gazdálkodás irányába elmozdítani.

► **HIVATKOZÁSOK**

MÚLT, JELEN ÉS JÖVŐ A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM VIZTUDOMÁNYI KARON

Hatvan évvel ezelőtt alapították a *Bajai Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumot*, és hat évvel ezelőtt fogadta be a *Nemzeti Közzolgálati Egyetem* a bajai műszaki képzést, 2017-ben létrejött a *Víztudományi Kar*. A két évforduló alkalmából vízvilágnapi ünnepséggel egybekötött rendezvénnyel készül az intézmény, ahol visszatekintenek az iskola múltjára, valamint bemutatják az eddig elért sikereket és a további terveket.

A Víztudományi Kar első jogelőd intézménye az *Országos Vízügyi Főigazgatóság* kezdeményezésére jött létre 1962-ben. A '62/63-as tanévben Budapesten kezdődött meg az oktatás, levelező tagozaton. 1963 őszétől Siófokon, később Baján is megkezdődött a technikusképzés, kialakították a tanszéki szervezeti



1. Az oktatási épület az '60-as évek első felében

rendet. A levelező tagozat mellett elindult az általános és mezőgazdasági vízgazdálkodási, valamint a vízellátási és csatornázási szakok nappali tagozatának első évfolyama. Akkoriban a város egyik iskolájában, egy régi épületrészben biztosították helyet a technikus

képzésnek. A bajai székhely mellett további levelező konzultációs központok működtek Budapesten és Szolnokon. A Technikum rövid idő alatt jelentős kapcsolatokat épített ki a területi szervekkel, a vízgazdálkodás ágazati egységeivel és a társintézményekkel. Szintén 1963-ban kezdődött a Sugovica-parti épület kialakítása, a kijelölt terület feltöltésével és a területet átszelő árvízvédelmi fővédvonal áthelyezésével.

1965-ben adták át a négyszintes épületet, melynek legfelső szintjét kollégiumként használták. Ebben az évben bocsátották ki először a szaktechnikusi képzés okleveleit. A hatvanas évek végén a felsőfokú technikumok működésére vonatkozóan országosan jelentős változások történtek. Ezek részeként a Kormány 1033/1970. (VIII.7.) sz. határozatával a *Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumot* megszüntette, és az intézményt – *Vízgazdálkodási Főiskolai Kar* néven – a *Budapesti Műszaki Egyetem* (BME) szervezeti keretébe illesztette. 1972-ben már üzemmérnöki diplomát vehettek át azok a hallgatók, akik eredményesen elvégezték a képzést. 1973-ban megépült a diákonthon épülete, így felszabadult az oktatási épület legfelső szintje, ahol a belső átalakítást követően könyvtárat, laborokat és új oktatási helyiségeket alakítottak ki. 1976-ban újabb mérnökökhöz érkezett a képzés, amikor is a felsőoktatás korszerűsítésével a Kar a pécsi székhelyű Pollack Mihály Műszaki Főiskola (PMMF) oktatási szervezeti egységévé vált. Létrejött a *Vízgazdálkodási Intézet*. 1982-ben

a diákotthon kollégiumi státuszt nyert és Beszédes József vízépítőmérnök nevét vette fel. 1983-ban átadták a *Víztechnológiai Telepet*, ami a képzés további fejlődését szolgálta. 1994-től a képzés a PMMF *Vízgazdálkodási Tagozataként* működött.

1996-ban a felsőoktatási integráció eredményeként egyesült Baja két felsőfokú intézménye, az *Eötvös József Tanítóképző Főiskola* és a *PMMF Vízgazdálkodási Tagozata*. Innen-től *Eötvös József Főiskola* néven működtek tovább. A vízügyi képzés a *Műszaki Fakultás* részeként folytatódott.

2005-ben döntést hoztak a Főiskola Bajcsy-Zsilinszky utcai épületének bővítéséről, 2008-ban került sor a beruházás ünnepélyes átadására. Az intézmény egy nagy befogadóképességű előadóteremmel, aulával, könyvtárral és egy megújult kollégiummal gazdagodott.

2017-ben a *Vízellátási és Környezetmérnöki Intézetnek*, valamint a *Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézetnek* a *Nemzeti Közzolgálati Egyetembe* történő beolvadásával létrejött a *Víz tudományi Kar*, melynek dékáni posztját azóta is Dr. Bíró Tibor tölti be. 2017 augusztusától Dr. Cimer Zsolt látja el az oktatási dékánhelyettesi feladatokat, 2023 februárjától Dr. Pálvölgyi Tamás megbízott nemzetközi és stratégiai dékánhelyettes segíti a Kar vezetését.

A *Nemzeti Közzolgálati Egyetem Víz tudományi Karán* öt tanszék működik:

- A *Területi Vízgazdálkodási Tanszék* szervezeti átalakítások eredményeként jött létre. Feladatai a szakterületéhez kapcsolódó tudományterületek elméletéhez és gyakorlatához társuló képzésben való részvétel, ahhoz kötődő tantárgyi programok,

tananyagok naprakészen tartása és módszertani fejlesztése, továbbá az akkreditációs követelmények folyamatos figyelése, és az annak való megfelelés biztosítása. Kutatási és fejlesztési tevékenységét a hazai és külföldi felsőoktatási, állami és vállalkozói szféra szakembereivel együttműködve végzi. Ennek érdekében a Tanszék kapcsolatot tart felsőoktatási intézményekkel, kutatóhelyekkel, részt vesz a szakmai kompetenciájába eső hazai és nemzetközi tudományos, szakmai szervezetek munkájában. Elősegíti a nehezebben elsajátítható tantárgyakhoz kapcsolódóan a hallgatók felzárkóztatását, ugyanígy aktívan közreműködik a kiválósági és tehetség gondozási valamint mentor programokban. Gyakorlati készségek elsajátításához szervezi és lebonyolítja a Tanszék feladatkörébe utalt laboratóriumi munkákat, mérőgyakorlatokat, terepi foglalkozásokat, tanulmányutakat, illetve táborokat.

- A *Vízellátási és Csatornázási Tanszék* feladatai különösen a kémiai, biológiai, ökológiai, valamint a víz- és szennyvíztisztításhoz kapcsolódó tudományterületek elméletéhez és gyakorlatához társuló képzésben való részvétel, ahhoz kapcsolódó tantárgyi programok módszertani fejlesztése. A Tanszék főbb kutatási területei: vízszerezés, víztisztítás, hálózati hidraulika, vízszivárgás-kutatás, szennyvíztisztítás optimalizálása numerikus modellezéssel, egyedi szennyvíztisztító kiserendezések degradációs hatékonyságának vizsgálata, alga-baktérium interakciók, felszíni vizek ökológiai állapotértékelése a fitobentosz élőlénycsoport vonatkozásában, paleolimnológia. Kutatási tevékenységét a hazai és külföldi felsőoktatási, állami és vállalkozói szféra szakembereivel együttműködve végzi. Ennek érdekében

kapcsolatot tart felsőoktatási intézményekkel, kutatóhelyekkel, részt vesz a szakmai kompetenciájába eső nemzetközi tudományos, szakmai szervezetek munkájában. A Tanszék gyakorlati oktatási és kutatási feladataihoz a Víztechnológiai Oktatóbázis (VOB) biztosít infrastruktúrát. Fő feladata a mérnökképzés számára egy intézményen belüli gyakorlat orientált bázisterület biztosítása, amely együttműködés keretében más hazai és külföldi intézmények hallgatói, doktoranduszai és oktatói számára is nyitott. A létesítmény kísérleti üzemében az országban egyedülálló módon, ivóvíz- és szennyvíztisztító kisberendezések működését, tisztítási hatásfokát is vizsgálhatják a hallgatók, melynek keretein belül gyakorlati tapasztalatot szerezhetnek.

- A *Vízépítési Tanszék* feladatai a mérnöki alapismeretekhez, valamint a vízépítési műtárgyakhoz kapcsolódó tudományterületek elméletéhez és gyakorlatához társuló képzésben való részvétel, ahhoz kapcsolódó tantárgyi programok, tananyagok naprakészen tartása és módszertani fejlesztése, továbbá az akkreditációs követelmények folyamatos figyelése, és az annak való megfelelés biztosítása, valamint a mérnöki alapismeretekhez és a vízépítéshez tartozó tudományterületeken folytatott kutatás és fejlesztés. A fejlett oktatási eszközök jelentős szerepet kapnak a kutatásban, oktatásban. A Tanszék a kutatási tevékenységét széles szakmai spektrumot lefedve végzi - a matematikai, statisztikai módszerek alkalmazása, az integrált települési vízgazdálkodás, a földművek tervezése stb. - a hazai és külföldi felsőoktatási, állami és vállalkozói szféra szakembereivel együttműködve. Ennek érdekében kapcsolatot tart felsőoktatási

intézményekkel, kutatóhelyekkel, részt vesz a szakmai kompetenciájába eső nemzetközi tudományos, szakmai szervezetek munkájában.

- Napjaink egyik legnagyobb kihívása a környezet állapotának megóvása, a környezeti elemek – többek között a levegő, víz, talaj – terhelésének mérséklése és a fenntarthatóság felé való átmenet megvalósítása. A Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék foglalkozik egyrészt a normál technológiai feltételrendszer mellett történő környezetkárosító anyagok kibocsátásának minimalizálásával, azok elemzésével, másrészt a havaria események kezelésével. A normál üzemi környezetet károsító kibocsátások minimalizálása mellett rendkívül fontos kérdés a működéshez szükséges a természeti erőforrások – elsősorban vízfelhasználás – és az energiafelhasználás optimalizálása, valamint az ehhez kapcsolódó gazdasági kérdések. A fenntartható fejlődés és ezzel párhuzamosan a környezeti állapot minőségének jövőbeni fenntartása érdekében a Tanszék kutatási területei magukba foglalják az ipari technológiák kockázatelemzését, a szennyezőanyag-kibocsátás minimalizálását szolgáló energiahatékony technológiai folyamatok fejlesztését. A Tanszék vizsgálja továbbá a rendkívüli kibocsátások esetén keletkező károk megelőzésére irányuló védelmi tervezés módszertanát, belefoglalva a kapcsolódó infrastruktúra folyamatos korszerűsítésének lehetőségeit. A Tanszék oktatói szorosan együttműködnek a hazai és külföldi ipari- és állami szereplőkkel a fejlesztések, kockázatelemzések és különböző releváns témájú auditálások területén.
- A *Víz- és Környezetpolitikai Tanszék* fő tevékenysége a hazai és nemzetközi vízpolitikával

kapcsolatos interdiszciplináris képzési és kutatási feladatok ellátása. Kiemelt figyelmet fordítanak többek között a fenntartható fejlődés, az éghajlati reziliencia és a nemzetközi vízdiplomácia szakpolitikai területeire. További prioritás a globális, regionális és lokális vízpolitikákat érintő társadalmi-gazdasági, környezeti hatások elemzése, valamint a fenntartható víz- és energia-gazdálkodás stratégiai kereteinek fejlesztése és oktatása. A Tanszék tágabb kutatási fókuszterülete a környezet, ezen belül kiemelten a víz és a társadalom kapcsolata, különös tekintettel a vízpolitika nemzetközi és regionális dimenzióira. A Tanszéken folyó kutatások nemcsak a Víz tudományi Kar oktatási igényeit fedik le, hanem egyúttal szorosan illeszkednek a vele partneri kapcsolatban álló intézmények és külső szakértők gyakorlati tevékenységéhez is, valamint a jelentős kapacitásokat biztosít a nemzetközi vízpolitikai irányítás és vízdiplomácia mesterszak oktatásához.

Jelenleg három alapképzést kínál a Kar a leendő hallgatóknak.

- Az építőmérnöki alapképzési szak célja felkészült, kreatív gondolkodású, az innovációra nyitott építőmérnökök kibocsátása, akik alkalmasak az infrastruktúrák építési, fenntartási, üzemeltetési valamint a vállalkozási és szakhatósági feladatok ellátására, a képzésnek megfelelő tervezési és fejlesztési folyamatok önálló levezénylésére. Két specializáció közül választhatnak a képzés hallgatói: területi vízgazdálkodási specializáció és vízellátás-csatornázás specializáció. A végzést követően munkaerőpiaci elhelyezkedésük – mind az állami, mind a vállalkozói szférában – biztosított. A Víz tudományi Karon a 2022/2023-as tanévtől indult a Vízügyi ösztöndíj pályázat, amelyre

a nappali munkarendű építőmérnök alapképzésben résztvevő elsőéves, közszolgálati ösztöndíjas, aktív státuszú hallgatók pályázhatnak. Az ösztöndíj nemcsak rendszeres havi pénzügyi támogatást, hanem a diploma megszerzését követően biztos munkahelyet jelent az ösztöndíjat elnyert hallgatók számára.

- A környezetmérnöki alapképzési szakon olyan modern természettudományos, ökológiai, műszaki, közgazdasági és menedzsment ismeretekkel rendelkező környezetmérnökök képzése folyik, akik a különböző területeken jelentkező környezeti veszélyeket képesek felismerni, valamint a kárelhárítási tevékenységet irányítani. A szak ebben az esetben is a vizet helyezi fókuszba, a globális környezeti problémák mérséklésére összpontosít, különös tekintettel a vízválságra. Ezen a szakon a víztisztítás-szennyvíztisztítás és a vízgazdálkodás irányába specializálódhatnak a hallgatók.
- A vízügyi üzemeltetési mérnök alapképzési szak célja olyan korszerű műszaki és menedzsment ismeretekkel rendelkező vízügyi üzemeltetési mérnökök képzése, akik képesek a területi, illetve települési vízgazdálkodási létesítmények üzembe helyezési, üzemeltetési feladatainak ellátására, üzemeltetési jogosultság birtokában a megfelelő mérnöki szakterületen vízügyi létesítmények beüzemelési és üzemeltetési feladatainak végzésére. Három specializáció közül választhatnak a hallgatók: víziközmű üzemeltetési; hidrogeológia, vízbeszerzés; valamint területi vízgazdálkodás.

2020 őszétől indult a nemzetközi vízpolitikai és vízdiplomácia mesterképzés, mely a nemzetközi vízügyi együttműködési kihívások



2. Mérőgyakorlat Magyaregregyén

kezelésére készít fel vízügyi szakembereket, diplomátákat, gyakorló és jövőbeni kormányzati tisztviselőket. Az angol nyelvű képzés lefedi a globális és vízgyűjtő szintű nemzetközi együttműködés valamennyi lényeges politikai, intézményi, jogi és diplomáciai aspektusát. A gyakorlat- és megoldás-orientált program ötvözi a legújabb releváns természet- és társadalomtudományi ismereteket. Innovatív, csoportos együttműködésre épülő oktatási módszerei képessé teszik a hallgatókat komplex vízpolitikai kihívások, döntések és konfliktusok szakszerű kezelésére.

Számos infrastrukturális fejlesztés van folyamatban a Karon. A fejlesztés az alábbi három területet érinti:

BAJAI CAMPUS

- a Campus keleti területén jelenleg parkolóként funkcionáló szabad területen multifunkcionális sportpálya épült, az oktatási épület alagsorában lévő laborok és műhely megszüntetésével, a helyiségek átalakításával a sportpályát kiszolgáló öltöző, valamint hallgatói közösségi tér létesült;
- a Víztechnológiai Oktatóbázis belső helyiségeit átalakítják, korszerűsítik és olyan mérőműszerekkel szerelik fel, mint PCR, qPCR,

GC-MS, üledékmintavevők, vízszivárgás detektáló, kisüzemi anaerob rothasztó, atomabszorpciós spektrofotométer. a Víztechnológiai Oktatóbázis nyugati oldalához csatlakozva új laborkomplexum (hidraulika, talajmechanika és építőanyag vizsgálati laborok), valamint szakraktár épül (összesen 900 m² alapterületű);

- Hidraulikai laboratórium eszközei: alap hidraulikai pad, áramlásmérő eszköz, kavitációs berendezés, mérőcsatorna áramlásmérővel, Darcy kísérlet, precíziós nyomásmérő kalibrátor, forgószárnyas sebességmérő, lézeres, részecskemozgás kép alapú sebességmérő, kézi manométer;
- Építéstani laboratórium eszközei: szitarázógép, automata Vicat készülék, vízfürdő, Blaine készülék, habarcs konzisztencia vizsgáló berendezés, hidratációs hőmeghatározó készülék, ejtőasztal, légpórus tartalom mérő készülék, beton vízzáróság vizsgáló pad, rázóasztal, fagyasztó-olvasztó kamra, ultrahangos betonvizsgáló berendezés, Schmidt kalapács, repedésvastagság mérő, automata betontörő gép, hőkezelő kemence;
- Geotechnikai laboratórium eszközei: digitális talajnyírógép tartozékokkal, proctor döngölő digitális vezérlővel, duplagyűrűs beszivárgás mérő készlet, ödométer automatikus vezérléssel, triaxiális készülék, adatgyűjtővel, szoftverrel, kézi talajfúró készlet, bolygatatlan talajmintavevő;
- 115 LE-s, 40 cm merülésű 7,2 m hosszúságú kabinos mérőhajó, szubméteres GPS-el, mélységmérővel és ADCP-vel felszerelve.
- A Beszédes József Kollégium közösségi terének bútorozása.

ÉRSEKCSANÁD GEODÉZIAI MÉRŐTELEP

- 16 fő elszállásolására alkalmas épületrekonstrukció előkészítése kezdődött meg. Műszer- és eszközfejlesztésre kerül sor a folyami hidrológia, a hullámtéri folyamatok, árvíz katasztrófa elhárítás módszereinek oktatására.

MAGYAREGREGYI LÁSZLÓFFY WOLDEMÁR HIDROMETRIAI MÉRŐTELEP

- 2019 tavasza óta az eszközpark folyamatosan fejlődik, meteorológiai és vízrajzi állomások telepítésére került sor. A meteorológiai állomások csapadékmérő-, talajnedvesség-, szélirány és szélesség-, globálsugárzás-, páratartalom- és léghőmérsékletmérő szenzorokkal egészültek ki. Vízügyi ágazati támogatással 2020-ban több mobil csapadék és talajnedvességmérő automata került beszerzésre, valamint a mérőtelep meteorológiai kertjében beüzemelésre került egy aszálymonitoring állomás, és helyet kapott egy cseppspektrum mérő berendezés (diszrometer) is. A területről lefolyó vizeket jelenleg 4 db vízrajzi állomáson kerül mérésre, ahol folyamatos a vízállások regisztrálása. Előkészítés alatt áll 2 db Parshall-csatorna beépítése.

A mezőgazdasági vízgazdálkodás gyakorlati oktatási színvonalának emeléséhez a Kar vízépítési műtárgyparkot létesített előregyártott vasbeton (árok- és csatornaelemek, átterszek, tiltók, előfejek, homlokfalak, stb.) elemekből. 2022-ben mérőhajók, vízhozam és hordalékmérő eszközök beszerzésére került sor.

Víztudományi Kar gépparkja 2022-ben kibővült egy körforgásos öntözőrendszerrel (center pivot).

A Hidraulikai Labor eszközparkja is nagyértékű berendezésekkel gazdagodott, ami



3. Porter gyártmányú BR750 típusú mérőhajó



4. ADCP-vel történő vízhozammérés

jelentősen hozzájárul a *Kreatív Tanulás Program* (KTP) sikeres megvalósításához.

A *Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Labor* (VVNL) (RRF-2.3.1-21-2022-00008) című



5. Center pivot

projekt során újabb fejlesztések valósulhatnak meg a Víz tudományi Karon. A Pannon Egyetem, mint konzorciumvezető és 10 konzorciumi partnere - köztük a Nemzeti Közszolgálati



6. A hidraulikai csatorna a kibővült eszközpark képezi részét

Egyetem - összesen 8.000.000.000 Ft vissza nem térítendő támogatást nyert a Helyreálítási és Ellenállóképességi Eszköz keretében meghirdetett, RRF-2.3.1-21 számú „Nemzeti Laboratóriumok létrehozása, komplex fejlesztése” felhíváson. Ebből az összegből összesen 1.571.000.000. Ft támogatásban részesül az NKE. A projekt elemei a víztudományi és vízbiztonsági újítások megvalósulását célozzák, valamint hozzájárulnak a vízminőség védelméhez. 40 alprojekt keretében történik szakmai megvalósítás, melyből 3 alprojektet vezet az NKE és további 6 alprojekt megvalósításában vesz részt.

A fenntartható fejlődés egyik célja a fenntartható vízgazdálkodás biztosítása, amelyhez interdiszciplináris és holisztikus megközelítésre van szükség. A Nemzeti Laboratórium (NL) fő célja, hogy a vízfolyásokkal és állóvizekkel egyenértékűen, azokkal összekapcsolva tervezik meglévő tudás interdiszciplináris, új kompetenciákat eredményező bővítését a felszín alatti vízkészletek, a területi, mezőgazdasági vízgazdálkodás biztonsága, a városi

vízgazdálkodás „okossá” tétele, valamint a víz- és szennyvíztisztítás korszerűsítése tekintetében.

Az éghajlatváltozás és a társadalmi-gazdasági fejlődés veszélyezteti az ökoszisztéma szolgáltatásait és infrastruktúráját (ivóvízellátás, szennyvízelvezetés, az öntözés fenntarthatósága, a belvízi hajózás, a természetes vizek alkalmassága stb.), míg a NL javítja a társadalmi fenntarthatóságot és ellenálló képességet a vízbiztonság fokozásával, a sérülékenység csökkentésével és a vízzel (szárazsággal és árvízzel) kapcsolatos kockázatok csökkentésével.

Rövid távon a társadalom számára nyújtott előnyök a jobb vízbiztonsági stratégiában és a társadalmi ellenálló képességben mutatkoznak meg. Hosszú távon tudományos háttérintézetet hoznak létre a magyar vízgazdálkodás számára és a többi országhoz alkalmazkodó, összetett vízgazdálkodási eljárásokat fejlesztenek ki.

A Nemzeti Laboratórium keretében a Karon kialakításra kerül egy szekvenáló laboratórium, melynek feladata a genomika alapú minőségértékelési rendszer kialakításában való részvétel az Európai Unió Víz Keretirányelve szerinti intézkedéseinek végrehajtását segítve.



7. II. Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia

A VTK megalakulása óta szervez jelentős tudományos és szakmai rendezvényeket, például Árvízvédelmi és Folyógazdálkodási Konferencia, Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia. 2023-ban az 36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Műszaki Tudományi Szekcióját és a vízügy szakmacsoport Országos Szakmai Tanulmányi Versenyét rendezheti meg a Kar. A több száz fő részvételével zajló háromnapos esemény - a szakmai megmérettetés lehetőségén túl - számos színes fakultatív programot kínál az idelátogatók számára. A hallgatói létszám növelését célozva pályorientációs napokon vesznek részt a VTK munkatársai, ahol ismertetik a kari képzési kínálatot és tájékoztatást adnak az intézmény által nyújtott további lehetőségekről. A Kar saját szervezésű nyílt napjára hagyományosan decemberben kerül sor, melyre az ország több városából látogatnak el a pályaválasztás előtt álló diákok.

A hazai vízügyi ágazat szakember utánpótlásának jelentős részét ma is Baján képzik. A Kormány kiemelt stratégiai területként tekint a vízügyre, ezért jelentős forrást biztosít az ágazat támogatására. A Kar folyamatosan fejlődik, korszerűsödik, melynek köszönhetően sokkal kedvezőbb körülmények között tanulhatnak a hallgatók, illetve az oktatók számára is jobbak a feltételek.

A Víztudományi Kar az első hat évét követően igazi egyetemi karrá vált, az egyetemi közösség elismerésével övezve:

- tanszéki struktúrát alakított ki;
- növekedett a minősített oktatók száma;
- négy MTA doktorral, köztük egy fő akadémikussal bővült az oktatói közösség;



8. Az oktatási és a könyvtár épület a Sugovica felől

- új kutatási irányokat nyitott országos jelentőségű vízgazdálkodási kérdésekben;
- a kari oktató kollégák doktori iskolákban témahirdetők és témavezetők;
- külföldi referált tudományos szakfolyóiratok állandó szerzőivé váltak, a minőségi (Q-s) publikációk száma exponenciálisan növekedett);
- elindultak a habilitációs eljárások;
- mesterszakot indított;
- oktatási és kutatási infrastruktúrája jelentős fejlődésen ment keresztül;
- a felsőoktatási kari rangsorban középmezőnybe került.

Mindezek hozzájárulnak ahhoz, hogy a Víz-tudományi Kar nemzetközi szinten is elismert oktatási-kutatási központ legyen.

Összeállította: NKE Víz-tudományi Kar

GRP KOMPOZIT – A NEM KORRODÁLÓDÓ MEGOLDÁS VÍZKEZELÉSBEN

Az 1950-es évek óta az üvegszálerősítésű műanyag kompozit (GRP) gyökeret vert és elfogadásra talált a víz- és szennyvízkezelés területén világszerte a kimagasló korrózió álló tulajdonsága miatt. A kompozit anyag sok helyen már felváltotta a hagyományos anyagokat, például fát, betont és acélt, amelyek rendszeres karbantartásra szorulnak különösen savas, lúgos közegben.

A GRP egy erős, kis tömegű és sokoldalú kompozit, mely nagy szakítószilárdságú és rugalmassági együtthatójú üvegszálból és szívós (nagy ütésállóságú) gyanta mátrixból épül fel. A két alapanyag egymást erősítve egy kiváló tulajdonságú végterméket eredményez (1. kép)

A kompozit különlegessége, hogy mivel nem egykomponensű anyag, mint a fa vagy acél, ezért a komponensek összetételének, mennyiségének gyártás során történő változtatásával a végtermék egyes tulajdonságai tovább erősíthető illetve bővíthetők, a végfelhasználáshoz alakíthatók, vagyis felruházhatóak olyan jellemzőkkel is – az adalékanyagok által – mint az UV-állóság vagy megnövelt tűzállóság, valamint az egyedi szín esetleg a fokozott vegyszerállóság.

De miért van szükség a hagyományos szerkezeti elemek kompozit elemekre történő kiváltására a víz- és szennyvízkezelésben is?





Az acélból készült szerkezeti elemek régóta jól működnek víz- és szennyvízkezelés területén is azonban fokozottan savas környezeti körülmények között az acél szerkezetek sem tartanak ki sokáig. Az acélszerkezetek gyártása és korrózióvédelme költséges és időigényes a GRP szerkezetekkel ellentétben, melyek esetén akár az egyedi méretre gyártás is csak heteket vesz igénybe és az adott felhasználási körülményekkel szembeni ellenállósága pedig az összetétel gondos megválasztásával biztosított.

A GRP szerkezetek alternatív és innovatív megoldásként szolgálnak az ipari felhasználás számos területén.

Az üvegszál erősítésű anyag tulajdonságai és GRP szerkezetek előnyei a víz és szennyvíz kezelésben:

A szennyvíziparban fontos sav- és lúgállóság a GRP anyagok tekintetében abszolút helytálló, az anyag kiválóan bírja ezt a közeget, ellenállóbb a hagyományos anyagoknál, mint a fa, acél vagy beton szerkezetek.

A mechanikai tulajdonságok tekintetében a GRP kompozitok ugyanolyan nagyságú erőhatást bírnak el, mint az acél, azonban a sűrűségük csak negyed akkora. Az alumíniumhoz

képezt is lehetséges súlycsökkentést elérni, mivel a GRP sűrűsége 30%-kal alacsonyabb annál (1,75-2,1 g/cm³).

A GRP kompozit szerkezetek könnyebbek, mint a hagyományos acél vagy fa szerkezetek, így gazdaságosabban szállíthatók és szerelhetők. Az emberi erőforrás mellett kisebb teherbírású emelőgép is elegendő lehet a helyszíni szerelés, kivitelezés során, mely költséghatékonyságot eredményez.

A fenntartási költségek szinte elenyészőek hosszú távon, nem szükséges az időszakos



karbantartásuk, ezért gazdasági szempontból is jó alternatívát nyújtanak a hagyományos anyagok kiváltására.

A környezetvédelmi szempontokat is érdemes megemlíteni, ugyanis a kompozitok előállításának ökolábnyoma kisebb a piacon elérhető hasonló funkciót betöltő termékek előállításához képest, mint például a fémipari termékek. Ami viszont a víz és szennyvízkezelésben fontos tényező, hogy a GRP kompozitok alkalmazása során környezetszennyezésről nem beszélhetünk, mert nincs károsanyag kibocsátása, nincs mérgező anyag szivárgás. Ebből kifolyólag érzékeny, illetve természetvédelmi területekre is kiválóan alkalmas a használata.

A GRP hőre keményedő műanyag, ezért másodlagos felhasználása (mint a vas visszaolvasztása) nem lehetséges, így az elhagyatott területeken történő alkalmazás során az elutalajdonítás jóval ritkább.

Gazdaságosság tekintetében a kezdeti nagyobb beruházási költségeket ellensúlyozza a karbantartás-mentesség. Érdekes minimum 5-10 éves üzemeltetési költséggel együtt figyelembe venni a kezdeti beruházást, amikor a hagyományos anyagokkal szeretnénk összehasonlítani.

Avius Kft. az elérhető és időtálló megoldás GRP rendszerek gyártásában és telepítésében Magyarország egész területén

A nagykanizsai AVIUS Kft. Magyarországon piacvezetőként üvegszál erősítésű műanyag profilokat gyárt pultrúziós, szálhúzásos technológiával több, mint 20 éve. A 200 főt foglalkoztató vállalat a gyártás mellett nagy hangsúlyt fektet a kompozit anyagok kutatás-fejlesztésére és a kompozit anyag előnyös tulajdonságainak javítására az egyre növekvő piaci igényekre reflektálva.

Az AVIUS Kft. a sztenderd szelvények (I gerenda, zárt szelvények, kör és rúd profilok)

mellett mintegy 1300 egyedi GRP profilt képes gyártani a technológiai háttérének köszönhetően, de rövid határidővel specifikus gyártást is vállal a nemzetközi és a hazai partnerek igényei szerint. A cég több pillérré építi piaci növekedését. A félkésztermék gyártás (profilok) mellett késztermékek, mint például létrák, lépcsőszerkezetek és korlátrendszerek egyedi tervezését és összeszerelését, továbbá helyszíni kivitelezését is vállalja Magyarország egész területén.

Amíg egy építőipari késztermék a gyártótól a végfelhasználóhoz jut, számos probléma, hiányosság felmerülhet az összehangolatlan tervezés, vagy a nem megfelelő kivitelezés miatt. Ezen folyamatok az AVIUS Kft.-nél egy kézben összpontosulnak, hiszen a tervezéstől a gyártáson át egészen a kivitelezésig a vevői igénynek való maximális megfelelés a cél. A megrendelő személyre szabott, komplett megoldást kap.

Ha szeretne első kézből információt kapni az anyag felhasználási lehetőségeiről, forduljon bizalommal a cég szaktanácsadóihoz!

www.avius.hu

AVIUS Kft.

8800 Nagykanizsa Csengery út 113.





Az Egyesült Nemzetek Közgyűlése 73/226. számú határozatának megfelelően

2023. március 22-24-re New Yorkban összehívja az ENSZ 2023-as Vízügyi Konferenciáját.

A Konferencia célja, hogy hangsúlyozza a víz kritikus fontosságát a fenntartható fejlődés, valamint a szegénység és az éhezés felszámolása szempontjából.

A víz, az energia, az élelmezésbiztonság és a táplálkozás összefüggnek.

A víz nélkülözhetetlen az emberi fejlődés, az egészség és a jólét szempontjából, és létfontosságú eleme a fenntartható fejlesztési célok elérésének.

A konferencia házigazdája a Holland Királyság és a Tádzsik Köztársaság lesz.

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség egyike az ENSZ Vízkonferenciájára akkreditációt nyert szervezeteknek. A szervezők 1300 javaslat közül a MaSzeSz kísérő-rendezvény javaslatát beválasztották a megvalósítandó 140 rendezvény közé.

A MaSzeSz a következő címmel szervez on-line előadást:

– A víz- és szennyvíz-infrastruktúrába történő beruházási igények az SDG 6 teljesítése érdekében

– A WASH-megoldások banki finanszírozhatósága és megfizethetősége, teljes körű/ügyfélközeli megoldások, a horizontális és vertikális szolidaritás szerepe a probléma megoldásában

A cél az, hogy a Fenntartható Fejlődési Célok teljesüléséhez a fejlődő országok is eredményesen hozzájussanak, valamint a reális és megvalósítható alternatívákhoz, amelyek elengedhetetlenek víziközmű-infrastruktúra fenntarthatóságának és fejlesztésének megvalósításában.

A rendezvényre magyar idő szerint 2023. március 20-án 15:00 órától kerül sor, tervezett időtartama másfél óra.

Az esemény a MaSzesz Youtube csatornáján élőben megtekinthető lesz, az előadás alatt az előadókhöz kérdéseket lehet intézni írásban.

A rendezvényről a Hírcsatorna következő számában részletesen beszámolunk.

További információ a folyamatosan frissülő **www.hungarianwaterassociation.com** honlapon található.

IWA-ONLINE LAPSZEMLE

ISMERETLEN ÁRAMLÁSI IRÁNYÚ VÍZELLÁTÓ RENDSZEREK TELEPÍTÉSI ÉS ENERGIAKÖLTSÉGEINEK OPTIMALIZÁLÁSA

*Gustavo H. B. Cassiolato; Esdras P. Carvalho;
Mauro Antonio da Silva Sá Ravagnani*

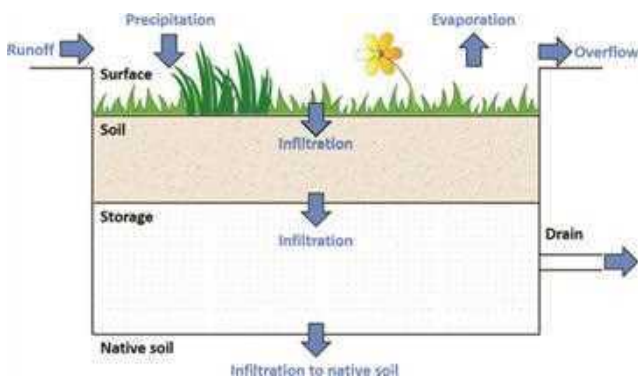
A vízellátó rendszerek fontos részét képezik a vízelosztó hálózatok, melyek felelősek a víz megfelelő nyomáson és sebességgel történő szállításáért a víztározók és a fogyasztói csomópontok között. Ebben a tanulmányban a vízelosztó hálózatok felépítését optimalizálási problémaként ábrázoljuk, vegyes egészértékű nemlineáris programozási formulával. A minimalizálandó célfüggvény a teljes hálózati költség; figyelembe véve a telepítési és energiaköltségeket - ismeretlen áramlási irányok mellett. Ez a tanulmány újdonsága. Két esettanulmányt használunk a modell alkalmazhatóságának tesztelésére. Az eredmények azt mutatják, hogy az üzemeltetési költségek, fenntartható hálózatok esetében, az összköltségek jelentős részét képezhetik. Az első esettanulmányban az összköltségek értékei magasabbak voltak, mint a szakirodalmi eredmények (2 272 538,85 USD vs. 2 272 387,49 USD), és az üzemeltetési költségek a vízelosztó hálózatok összköltségének 1/4-ét teszik ki. A második esettanulmányban a működési költségek a teljes vízelosztó hálózati költségek közel 2/3-át teszik ki. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vízelosztó hálózatok tervezésénél fontos az üzemeltetési költségek figyelembevétele. Az ismeretlen áramlási irányok figyelembevétele a hálózati topológia tekintetében is jobb eredményekhez vezethet.

LELTÁR KÉSZÍTÉSE A CSAPADÉKVÍZ- SZABÁLYOZÁSI INTÉZKEDÉSEK HIDRAULIKAI ÉS HIDROLÓGIAI TELJESÍTMÉNYÉNEK GYORS SZŰRÉSÉRE

*Sara Maria Lerer; Alexandre Hallkvist Guidje;
Karin Margrethe Løf Drenck; Camilla Christiane Jakobsen; Karsten Arnbjerg-Nielsen; Peter Steen Mikkelsen; Hjalte Jomo Danielsen Sørup*

A csapadékvíz-szabályozási intézkedések hatékony és fenntartható kiegészítő eszközei a városi csapadékvíz-kezelésnek. A föld alatti vízelvezető rendszerekkel ellentétben, ezek a vízelvezető rendszerek a városi felszínen igényelnek helyet, ezért a várostervezés kezdeti vázlaiban is szerepeltetni kell őket. Ezeket a kezdeti vázlatokat gyakran építészek és várostervezők készítik, akik általában nem rendelkeznek hidrológiai képzettséggel, ezért egyszerű és megbízható eszközökre van szükségük a csapadékvíz-kezeléssel kapcsolatos kezdeti terveik kidolgozásához. Létezhetnek helyi iránymutatások az csapadékvíz-szabályozási intézkedések méretezésére, de ezek alkalmazhatósága, a csapadékvíz-szabályozási intézkedések körének tekintetében, gyakran korlátozott; az alapul szolgáló módszertan pedig túlságosan leegyszerűsített, beleértve a városi vízkörforgás előnyös hatásai értékelésének a hiányát. Kidolgoztunk egy módszertant a csapadékvíz-szabályozási intézkedések széles skálájának számos teljesítménymutatójának becslésére, és ezt a dán meteorológiai viszonyokra alkalmaztuk. A módszertan magában foglalja: a várható végfelhasználókkal való konzultációt; a SWMM-modell konfigurá-

lását minden egyes csapadékvíz-szabályozási intézkedés-típushoz; az alkalmazandó paramétertartományok kiválasztását; a paramétertérre kiterjedő több szimuláció lefuttatását minden egyes típushoz; valamint az eredmények utólagos feldolgozását Python és PySWMM segítségével. Az eredmények felhasználhatók a különböző csapadékvíz-szabályozási intézkedések hatékony alkalmazási tartományaira vonatkozó általános ajánlások megfogalmazására, valamint az esetspecifikus konfigurációk teljesítményének gyors értékelésére.



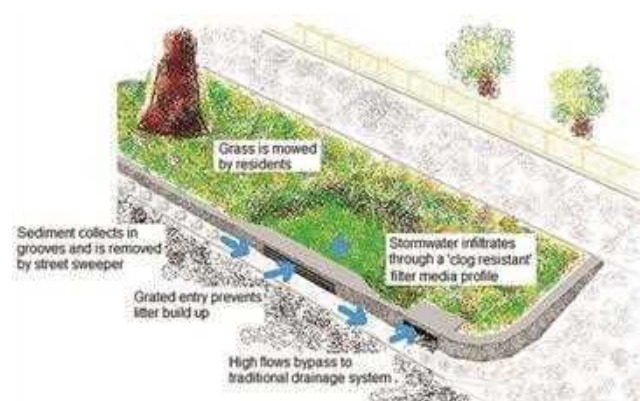
1. ábra A biológiai visszatartási egység modelljének vázlatos ábrája

ZÉRÓ KIEGÉSZÍTŐ KARBANTARTÁST IGÉNYLŐ CSAPADÉKVÍZ-BIOSZŰRŐK: A LABORATÓRIUMI TESZTELÉSTŐL A HELYSZÍNI MEGVALÓSÍTÁSIG

Veljko Prodanovic; Belinda Hatt; Harsha Fowdar; Mohammed Al-Ameri; Ana Deletic

A csapadékvíz-bioszűrők a városi vízgazdálkodás egyik legszélesebb körben alkalmazott természet alapú megoldásai. Az elmúlt 20 évben a biofilterek szennyezőanyag-eltávolítási teljesítményét széles körben tanulmányozták, gyakorlati alkalmazásukat azonban a magas karbantartási követelmények korlátozzák.

Ebben a munkában e kihívás megoldására a zéró kiegészítő karbantartású bioszűrők koncepcióját javasoljuk. A zéró kiegészítő karbantartást igénylő biofilterek tervezésének és működésének megértése érdekében egy háromlépcsős kutatási programot végeztünk, amelynek célja egyrészt olyan szűrőközeg-konfigurációk vizsgálata, amelyek védelmet nyújthatnak a felületi eltömődés ellen, másrészt a különböző pázsítófűfélék szennyezőanyag-eltávolítási teljesítményének vizsgálata, és végül a laboratóriumi eredmények validálása terepi megfigyeléssel. Az eredmények azt mutatták, hogy a védő szűrőközeg-réteg késleltette az eltömődés kialakulását. Öt pázsítófűfélé esetében - Kenda Kikuyu, Empire Zoysia, Santa Ana Couch, Village Green Kikuyu és Palmetto Soft Leaf Buffalo - hatékonyan csökkentette a nitrogénkoncentrációt, és megfelelt más helyi szennyezéscsökkentési követelményeknek. Három terepi méretű zéró kiegészítő karbantartású bioszűrő monitorozása megerősítette a magas tápanyag- és nehézfém-eltávolítási teljesítményüket. Összességében, e három vizsgálat eredménye megerősíti, hogy a jól megtervezett zéró kiegészítő karbantartást igénylő biofilterek képesek további karbantartás nélkül, a csapadékvíz-kezelési követelmények teljesítésére,



2. ábra

ami jelentős előnyük a hagyományos utcai tereprendezéshez képest.

ESZKÖZGAZDÁLKODÁS A KÉK-ZÖLD INFRASTRUKTÚRÁK SZÁMÁRA: EGY ÁTFOGÓ FELÜLVIZSGÁLAT

Jeroen G. Langeveld; Frédéric Cherqui; Franz Tscheikner-Gratl; Tone Merete Muthanna; Marina Fernandez-Delgado Juarez; Joao P. Leitão; Bardia Roghani; Karsten Kerres; Maria do Céu Almeida; Caty Wery; Bénédicte Rulleau

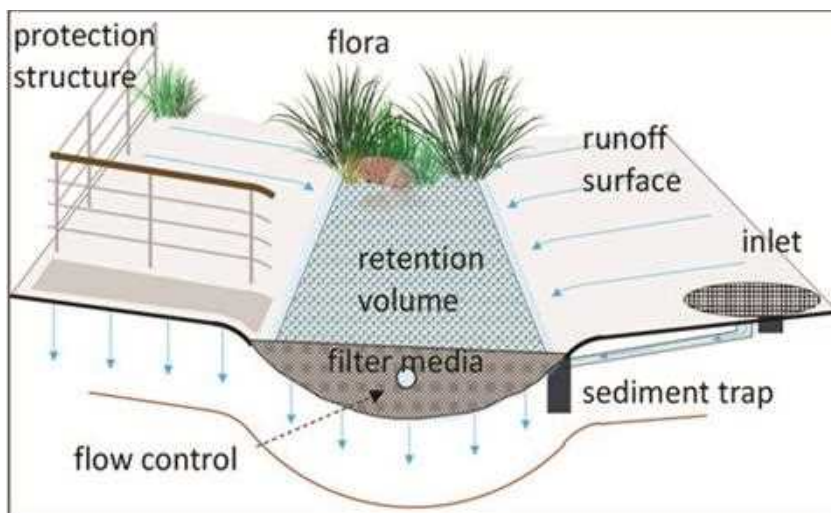
A városi vízvezető rendszerek messze túlnőtték a hagyományos csővezetékes kombinált, vagy szeparált csatornarendszereken. Számos „új” rendszer kerül bevezetésre, a csapadékvíz-szivárgási létesítményektől kezdve - a zöldtetőkig. A széles körben szorgalmazott kék-zöld infrastruktúrákat azonban a vagyonnevelők jellemzően figyelmen kívül hagyják, ami nagy valószínűséggel káros hatással lesz a rendszer teljesítményére, élettartamára és szélesebb körű elfogadására. Ebben a dokumentumban az IWA és az IAHR városi vízvezetéssel foglalkozó vegyes bizottságának városi vízvezetési

eszközigazdálkodással foglalkozó munkacsoportja (UDAM - <https://udam.home.blog/>) azt vitatja meg, hogy a hagyományos csatornák eszközigazdálkodásán alapuló legkorszerűbb ismeretek elegendőek-e a kék-zöld infrastruktúrák (BGI) eszközigazdálkodásának kialakításához. A vizsgálat a hatékony ellenőrzés és vagyonnevelés öt előfeltétele köré épül. Az eredmények azt mutatják, hogy a zöldinfrastruktúrák

vagyonnevelése még mindig fejletlen, mivel hiányoznak a zöldinfrastruktúrák előnyeinek és teljesítménymutatóinak széles körét lefedő monitoringtechnikák, a releváns hibamechanizmusokat lefedő ellenőrzési technikák és az ezeket leíró modellek, a karbantartási és helyreállítási lehetőségek, valamint a lakosokat az egyes zöldinfrastruktúrák, például a zöldtetők vagy a növényzettel borított medencék üzemeltetésében és karbantartásában segítő megfelelő támogató eszközök.



3. ábra Példa olyan csapadékvíz-gazdálkodási infrastruktúrára, amelynek fő funkciója nem kapcsolódik a vízgazdálkodáshoz: a) utcabútor (Melbourne, Ausztrália), b) tető (Burnley, Ausztrália), c) közpark (Párizs, Franciaország), d) parkoló (Villeurbanne, Franciaország), e) futballpálya (Villeurbanne, Franciaország) és f) gyalog- vagy kerékpárút (Villeurbanne, Franciaország).



4. ábra Fiktív csapadékvíz-szabályozási intézkedések, beleértve a lehetséges komponenseket is

AZ ÖRÖKSÉG RÉSZÉT KÉPEZŐ VÍZRENDSZEREK ÚJRAINTEGRÁLÁSA: TÉRBELI TANULSÁGOK A MAI VÍZGAZDÁLKODÁS SZÁMÁRA

Ashwini More; Claire L. Walsh; Richard J. Dawson

Az egyre növekvő globális kihívások, például az éghajlatváltozás és az urbanizáció miatt elengedhetetlen, hogy újra megvizsgáljuk a vízzel való gazdálkodás korábbi és jelenlegi zseniális módjait. Ez a tanulmány az évszázadok óta létező, örökölt vízgazdálkodási rendszereket vizsgálja egy feltáró kutatási megközelítésből. A tájékológiai tudományok „mozaikmodelljét” alkalmazzuk e rendszerek

térbeli összetevőinek és kapcsolatainak megértéséhez. A tanulmány az örökségi vízrendszerek fő jellemzőivel kezd, majd a zöld infrastruktúra, és az örökségi vízrendszerek közötti szoros kapcsolat megteremtésére tér át. Végül néhány kiválasztott esetet vizsgálunk meg a mozaikmodell alkalmazásával - az örökségi vízrendszerek megértéséhez. Az egyik ilyen esetet ezután tovább bemutatjuk, hogy betekintést nyújtson a rendszerbe, és lehetővé tegye annak bölcs felhasználását a jelenlegi struktúrák különböző területein.

Összeállította:

Garai György, Tompos Ágnes fordítása



A HWP 2023 JANUÁRI ÉS FEBRUÁRI, NEMZETKÖZI ESEMÉNYEI

A Hungarian Water Partnership (HWP) a **vízipar** különböző területein működő, **magyar tulajdonú vállalatok hálózata**, amelyeket a külpiaci sikerek közös célja vezérel.

A klaszter-típusú platform tagjai **átfogó megoldásokat kínálnak a vízzel kapcsolatos problémákra itthon és világszerte.**

A HWP tevékenységének elsődleges célja a tagvállalatok nemzetközi versenyképességének és teljesítőképességének erősítése. Ennek érdekében egyrészt széleskörű exporttámogatási feladatokat lát el, másrészt fejleszti a magyar vízipari ágazat arculatát.

A tagságot **21 exportorientált vállalat** alkotja, és a Hungarian Water Partnership Nonprofit Kft. működteti.

A HWP ENSZ-MELLÉKRENDEZVÉNYT SZERVEZ

A HWP akkreditált az ENSZ március 22-24. között, New Yorkban megrendezésre kerülő 2023-as [vízügyi konferenciájára](#) és most felkerült az élő mellékrendezvényt szervezők listájára is. [Olvasson tovább!](#)

ÚJ FENNTARTHATÓSÁGI PARTNER

Február 8-án a HWP együttműködési megállapodást írt alá a [Fenntartható Közösségek Központjával \(FKK\)](#). A partnerség a HWP

exporttámogatásaal összefüggő, ún. arculatépítő tevékenységi körébe tartozik. Célja a települési fenntarthatóság, azon belül is a vízügyi szektor szerepének erősítése, valamint az erről szóló szakmai párbeszédbe való bekapcsolódás. Az együttműködés kiterjed a fenntarthatósági szemléletformálásra is. Örömmel továbbítjuk olvasóink részére az FKK első felhívását a „Több, mint Zöld” szemléletformáló programjukban való részvételre.

[Olvasson tovább!](#)



„KÖRÜLNÉZÜNK” A TÉRSÉGÜNKBEN

A térségünkbeli országok vízipari piaci lehetőségeinek feltárását kezdte el a CED-el együttműködve a HWP. Első lépésben egy lengyel, egy szlovéniai és egy erdélyi szakkiállításon való részvétel szerepel napirenden.

[Olvasson tovább!](#)



AZERI ÉS KIRGIZ ÜZLETI FÓRUMOK

A HWP részt vett a HEPA által 2023. február 14-én, Budapesten megrendezett Magyar-Kirgiz Üzleti Fórumon, valamint a február 17-ei Magyar-Azeri Üzleti Fórumon. Előbbi során bemutattuk a tevékenységünket egy kirgiz építőipari vállalat tulajdonosának, aki beszámolt a hazájában lévő víz-infrastruktúra beruházásokban való részvétel lehetőségeiről. Mivel komoly érdeklődést mutatott több tagvállalatunk iránt, egy online találkozó szervezésébe fogtunk bele. A magyar-azeri programon belül, a Hegyi-Karabah körüli, felszabadított területek újjáépítéséről tartott,

zártkörű tájékoztatón a magyar vállalatok részvételének feltételeiről esett szó.

EGYIPTOMI ÉS KOSZOVÓI ÜZLETI FÓRUMOK

Horváth Zoltán ügyvezető részt vett a Magyar-Egyiptomi Üzleti Tanács, munkatársa, Puskás Angelika pedig Magyar-Koszovói Üzleti Tanács február 2-ai ülésén. Előbbi során a májusi kairói Watrex szakkiallításon való HWP-részvételről folyt egyeztetés a kairói KGA-val. A koszovói ipari, vállalkozási és kereskedelmi minisztérium képviselői pedig megismerték a HWP tevékenységét, valamint tájékoztatást adtak hazájuk aktuális vízipari projektjeiről.

További nemzetközi szervezethez csatlakoztunk

Tagságunk a Faecal Sludge Management Alliance-ban a nemzetközi vízügyi szakmai kapcsolatok építésének újabb, fontos állomása. [Olvasson tovább!](#)

Összeállította: Horváth Zoltán
- HWP Nonprofit Kft. ügyvezető igazgató



ROTHASZTÓK ÉPÍTÉSE

A SZENNYVÍZTISZTÍTÁS NAGYMŰTÁRGYAI

Dr. Juhász Endre CSc.

Aki egy kicsit is járatos a szennyvíztisztítás szakterületében, annak feltétlen hozzátartozik ismeretéhez, hogy az iszapkezelés, - ezen belül a rothasztás - a folyadéktisztítás másodika, de egyáltalán nem másodrendű lépcsője. Speciális létesítményei eltérnek a nyitott medencés, nagyobb alapterületű műtárgyaitól. A rothasztók nem egyedülállóan képviselik az iszapkezelés fogalmát, ugyanis számos egyéb kiegészítő technológiai berendezés tartozik hozzá, ám e területnek az az „uralgó” létesítménye, melynek kivitelezése sajátos igényeket támaszt az építők elé. E cikk csupán a látványos rothasztó reaktor” létrehozásával kíván foglalkozni.

A rothasztás rendkívül összetett feladat, ennek következtében építő és építészmérnök, gépész-, biokémikus-, energetikus és automatizálószakember összetett munkája hozza létre, amit üzemeltetésre szakosodott műszaki gárda kell, hogy feladatát betöltse.

A hazai és az uniós követelményeknek is megfelelő szennyvíztisztító telepek működtetése egyre költségesebb.

A szennyvíz- és az iszapkezelés valamennyi művelete több-kevesebb energiát igényel. Számottevő energiatermelés csak a rothasztás (anaerob iszapstabilizálás) melléktermékből, a biogázból lehetséges.

A biogáznak közel kétharmada metán, egyharmada széndioxid és kisebb mennyiségű hidrogént, kénhidrogént, oxigént és nitrogént is tartalmaz. 1 kg szervesanyag lebontásakor 750-1000 l gázhozamra lehet számítani. A rothasztóba betáplált szervesanyagra vonatkoztatva ez az érték 400-500 l/kg. Az átlagos összetételű biogáz fűtőértéke 6-6,4 kW/m³ a metántartalomtól függően.

A kisebb tisztítótelepeken a biogázt kazánokban elégetve tüzelőanyagként hasznosítják. A kazánokkal meleg vizet állítanak elő, s ezzel fűtik a rothasztókat és elégítik ki a telep egyéb hőigényét.

A nagyobb telepeken generátorral egybeépített gázmotorokkal villamosenergiát állítanak elő, a motorok hulladékhőjét pedig fűtési célokra használják fel. Az így előállított energiával a vásárolt energia mennyiségét csökkentik. Sok helyen a biogáztermelést az iszapoknak, magas szervesanyag tartalmú és zsírszerű anyagoknak együttes rothasztásával növelik. (Dél-Pest, Észak-Pest, Miskolc, Pécs stb.)

A rothasztás előnyei azonban nem csak energetikai jellegűek. Rothasztásnál az iszap szervesanyagának mintegy fele lebomlik, megszűnik a bűzös volta, mennyisége harmadával csökken. Az iszapban lévő kórokozók, féregpeték és patogének közel 90 %-a elpusztul és a maradék életképessége is gyengül.

A rothasztott iszap minősége tartósan állandó jellegű, ami a víztelenítését könnyebbé teszi, hogy a munkaszüneti napokra, vagy üzemzavar esetén a víztelenítést szüneteltessék. (Boda János írása)

A rothasztás célja az első lépcsőben végbe menő folyadékfázis tisztítása során keletkező biomassza, vagy népszerű nevén szennyvíziszap oly módon történő kezelése, hogy azt a továbbiak folyamán valamilyen formában és céllal tárolja és előkezelésként annak hasznosíthatóságához hozzájáruljon. Közismert, hogy a szennyvíziszap energia alapanyag, mely megtestesülhet mind elektromos-, mind mezőgazdasági „termelő energia” formájában. Nagy kár, hogy a társadalmi előítélet ezzel az alapanyaggal kapcsolatban annyira negatív, annak ellenére, hogy lényegében minden tiltakozó egyed az anyag előállításában „kistermelő”.

E nagyméretű zárt építményeknél különösen fontos, hogy az igen gyakori építészetileg is tetszetős forma, és a szakmai szempontokat alapvetően kielégítő funkció összesimuljon, azaz egyik se menjen a másik rovására. Ahogy a templomtornyok, a víztornyok kiemelkednek egy-egy település látósíkjából, ugyan úgy esztétikai térélményt nyújtanak a települések szélén látható és kiemelkedő különböző kreativitású rothasztó tornyok is. Nem véletlen az ipar azon törekvése, hogy e lenézett funkciót betöltő nagyméretű műtárgyak külső megjelenése ne „monstrum” jellegű legyen, hanem növelje akár közlőről-, akár távolról nézve a kellemesebb látványt.

A cikk azt a célt tűzte maga elé, hogy az olvasó belekukkantson abba a munkába, ahogy a külső forma, azaz a „kabát” hogyan jön létre és szolgálja a nem látható belső reakciókinetikai folyamatokat.

Tervezők és építők hada igyekszik megformálni a gazdasági-, technológiai-, kivitelezési szempontoknak leginkább megfelelő optimális alakot.

Mint minden, az idők folyamán, e műtárgyak is nagy fejlődésen mentek át akár építési anyag, akár kivitelezési technológia, akár különösen a benne lejátszódó folyamatok és azok automatizálása vonatkozásában.

A műtárgyban létrejövő biogáz mérgező és robbanó anyag, a biztonság a későbbiekben azzal foglalkozók számára már a megépítés, próbaüzem során is fokozott figyelmet követel.

Melyek azok az alapvető igények, amelyeket a tervezéstől a kivitelezésen túlmenően az üzemeltetés folyamán is feltétlen figyelembe kell venni.

*A legfontosabb, egyben mérnök etikai kérdés, hogy ne a beruházó fővállalkozónak „spóroljon” a tervező további megbízás elnyerése érdekében, hanem terveiben az **üzemeltetés érdekeit szolgálja ki.** A munka előkészítése, tervezése egy-másfél év, a kivitelezés két-három év, s amit az első kettő különböző megfontolások mellett „összehozott”, azt különböző képesítésű és szakterületű gárda negyven-ötven éven keresztül, hóban-fagyban- napsütésben, egészségügyi veszélyeztetések között, gyakran minőségi követelmények változtatása mellett is kell, hogy üzemeltesse.*

A rothasztók formatervezésének szempontjai:

- a fajlagos felület/térfogat arány csökkentés, (anyagtakarékosság)
- áramlási holtterek kiküszöbölése, sarkok és szegletek elhagyása (hasznos térfogat, keverési szempontok),
- kúpos fenék kialakítás, (üledék kérdések...)
- iszapfelszín minimalizálása (felszíni „bőrösödés” egyszerűbb visszakeverése...)

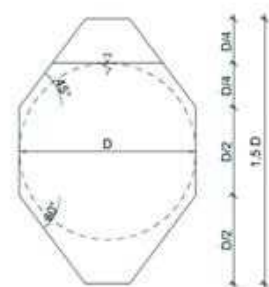
- helyi sajátosságok (rendelkezésre álló hely, talajviszonyok(alapozás), építési és biztonsági előírások, stb...

A rothasztók építésével kapcsolatban az alaki tényezőknél túlmenően két alapvető követelményeknek kell megfelelni:

- szerkezeti szempontok: az esetenként több ezer tonnás építmény alapozása, a falazat szilárdság-állékonysága, víz és gázzáróság, hő tartás, a folyamatos keveréssel okozta kopás (erózió) és vegyi hatással szembeni ellenállás, stb,
- technológiai szempontok: holt terek minimalizálása, keverők, csővezetékek- mérő-ellenőrző érzékelő berendezések helyes beépítése és rögzítése, biztonságos teherviselés, robbanás biztonság, üledék egyszerű eltávolítási lehetősége (időszakos kitakarítás), mintavételi lehetőségek kialakítása, biztonsági szerelvények, továbbá külső technológiai elemek szakszerű és biztonságos becsatlakoztatása, ill. kivezetése.

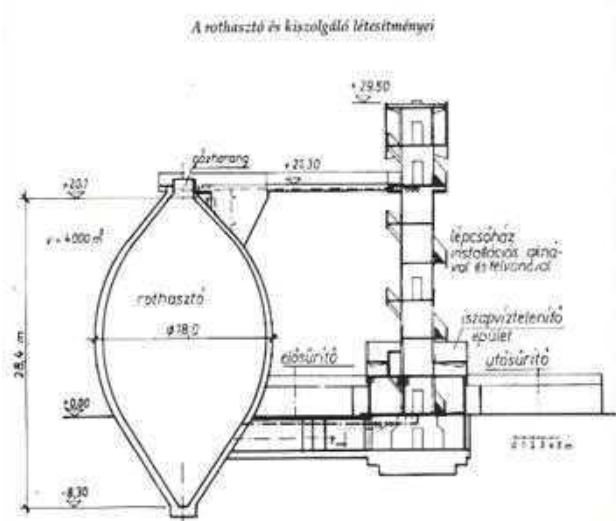
Az üzemeltetéshez számos egyéb kapcsolódó de különálló építmény (lépcsőház,

kezelőhid, csőfolyosó stb..) is tartozik. Technológiai vonatkozásában meg kell említeni még a kazánházat a hőcserélőket, különböző feladatú szivattyúkat, „fázisválasztót”, ill. utósűrítőt, kigázosítót, a különböző recirkulációs- és gázzal kapcsolatos berendezéseket. Az előkészítő munka során meghatározandó a rothasztó(k) összes térfogat igénye, mely természetesen visszahat az építendő műtárgyak darabszámára. Mint minden – főleg zárt – technológiai létesítmény a forma meghatározásánál – amint az már fentebb is rögzítést nyert – irányadó egyben a hűlő felület csökkentése mellett a kivitelező gazdaságossági érdeke is, hogy a térfogat és a palást aránya kedvezőbb legyen (a gömb forma minél jobb megközelítése). Technológiai szempontokból ismételtelen kihangsúlyozandó, hogy ne legyenek kihasználatlan holt terek (pl. éles szögű falcsatlakozások),



2. ábra a klasszikus forma kialakítása

a tárolt anyag (32-55 0C) hővesztése minimális legyen (ez utólagos hőszigetelés felhordásával minimalizálható), a szubsztrátum folyamatos keverése a felületeket ne erodálja (különböző kopásálló anyag felhordásával biztosítható) stb. A klasszikus formánál a műtárgy átmérő és magasság aránya $D:1,5 D$ továbbá a „gáz légtér” magassága: $D/4$. Országoktól eltérően a kivitelezői felkészültség, felszerszámozottság, más területről átvett műszaki megoldások stb. az esztétikában is széles változatot produkálnak, melyet a felhasznált anyag (acél, acélbeton,) némiképp befolyásol, ám a falak szigetelésével való



1. ábra. A rothasztó kiegészítő műtárgyai



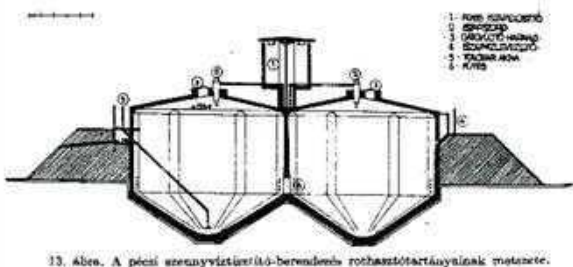
3. ábra. A ferencvárosi rácsszemét rothasztók

öltöztetés szép és érdekes megjelenést képes látványossá is tenni.

Történelmi visszatekintésként megemlíthető, hogy az első hazai rothasztó a Főváros Ferencváros-i átemelő telepén 1936-ban a rácsszemét számára acélkupola szerkezettel készült, azonban funkcióját nem töltötte be, hamarosan elbontásra került.

Ezt követően 1937-ben Pécs városa épített vasbeton szerkezetű rothasztókat, mely a telep többszöri „átköltöztetésével” feleslegessé vált, szanalásra került.

Az elmúlt időszak leggyakrabban alkalmazott szerkezeti típus a hagyományosnak számító hengeres törzs alsó felső kúpos résszel, az utófeszítéssel összefogott forgástest, valamint az olajtartályok alakjából átvett lapos fenekű hengeres felmenőfal, különböző



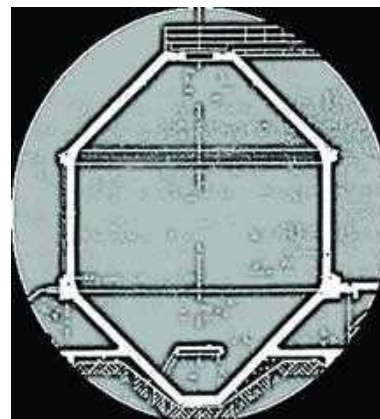
33. Ábra. A pécsi szennyvíztisztító-berendezés rothasztótartályjának metszete.

4. ábra. A pécsi rothasztó metszete és földrészűs hő szigetelése

anyagú lefedéssel. A műtárgyak anyaga az életciklus szem előtt tartásával beton vagy acél szerkezet. Az építőipar az illető ország nagyrészen technológiai felkészültségének függvényében a reaktor méreteihez is igazodva ezekhez alkalmazkodik.

A CSÚSZÓ ÉS KÚSZÓ ZSALUZÁS TÉRHÓDÍTÁSA...

A nagyműtárgyak építésekor valójában egyik legfontosabb kérdés a megfelelő zsaluzat megválasztása. Míg korábban a különböző anyagú kis- és nagytáblás megoldások dívottak, addig a 70-es évek elejétől különösen a kör alakú magasabb falú tartályok építésekhez, az egyszerűnek számító kevésbé élőmunka igényes, amellet jelentős fa zsaluzóanyag megtakarítással járó **csúszó zsaluzás** alkalmazása terjedt el. A klasszikusnak számí-



5. ábra A klasszikus forma metszete

tó rothasztó kialakításához - a hazai építőipar felkészültségéhez, tapasztaltségéhez igazodva - (lásd 3. ábrát) ez felelt meg akkoriban leginkább. Ennek alkalmazása során

a betont egy folyamatosan mozgó zsaluzatba táplálják, miközben a zsaluzat kis sebességgel függőlegesen emelkedik. Ez lehetővé teszi, hogy a szerkezet mozgása közben a beton megszilárduljon, a falazat biztonságosan megálljon. Az építmény típusától, valamint az eltérő időjárási viszonyoktól függően, a zsalu emelkedése naponta elérheti a 2-4 métert.

E technológia általában $5^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ között működtethető, azonban speciális védőkörnyezet biztosításával ez a hőmérséklet-tartomány növelhető. A betonozás szakaszossága, a bedolgozás hiányosságai miatt a beton tömörsége – főleg folyadékot tározó medencék esetében - gyakran nem volt megfelelő (víz-zárósági problémák stb.), ráadásul a zsaluzás felfelé mozgásakor a felület meglazult.

Az ipar emiatt áttért az ún. **kúszó zsaluzat** alkalmazására, amelynél ezeket a jelenségeket ki lehetett küszöbölni. A változás abban rejlik, hogy míg a csúszó zsalu felfelé mozgatásához az emelő szerkezet a „friss” betonra támaszkodik, addig a kúszó eljárásnál a zsaluzat emeléséhez külön állványzatot és mozgatót építenek be. Az eljárás alkalmas a gázkupola rész betonszerkezetének kialakítására is. A kúszózsaluzás mai technológiai színvonala biztosítja a betonszakaszoknál pl. a fugaszalagok alkalmazását, melyek segítségével a vízzáró- és gáztömör falazat elérhető. Mint az a 3. ábrából is kitűnik, a kupolák által létrejövő vízszintes gyűrűerőt a függőleges fal megerősítésére gerenda - esetleg rejtett gerenda – beépítésével biztosítják.

Városaink rothasztói a - hazai szűkebb építőipari kapacitáshoz igazodva - a Mélyépterv dr. Tóth László szabadalma alapján $D = 12,0$ m átmérővel, zömében csúszó zsalus, utó-feszítéses eljárással, változó magasságban



6. ábra. Győri $2 \times 3\,750\text{ m}^3$ -es rothasztók



7. ábra. Az É-Bp szvt. kúszó zsaluzással épült rothasztói ($2 \times 12\,000\text{ m}^3$)



8. ábra. Kecskemét-i rothasztó együttes

épültek. Nagyvárosaink rothasztói, melyek térfogata már több ezer m^3 -t meghaladja, nagyobb átmérővel már kúszó zsaluzással készültek, melyek állékonyságát utó-feszítés biztosítja.

A múltszázad utolsó harmadában épült rothasztóink, követve a klasszikus formát, már nem zsalutáblával, hanem az újabb eljárással épültek. Egyik jellegzetes példa erre a Kecskeméten épült 3 db. műtárgy közül az utóbb épített nagyobb ($2 \times 1\,000 + 2\,460\text{ m}^3$) anaerob reaktor amelyik már csúszó zsaluzással valósult meg.

A kúszó zsalus építési technológia kisebb élőmunkaigény mellett, rövidebb idő alatt, - mint fentebb már szerepelt - kedvezőbb minőség produkálható. A zsaluzat anyagtakarékos,

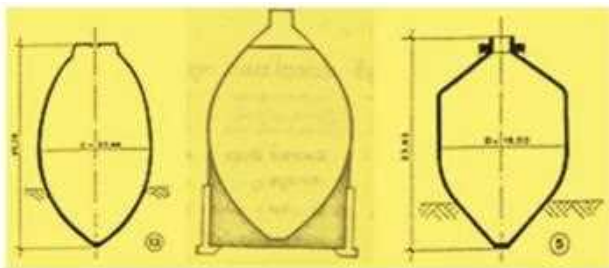


9. ábra

ui. többször is felhasználható. Így épültek hazánkban pl. az É-Bp. szvt. acélbeton rothasztói, Zalaegerszegen $2 \times 2 \text{ 280 m}^3$) vagy Bp-Központi telepen ($3 \times 6 \text{ 056 m}^3$) a technológiailag is igényesebb reaktorok.

ÉPÍTÉS FORGÁSTESTES ELJÁRÁSSAL

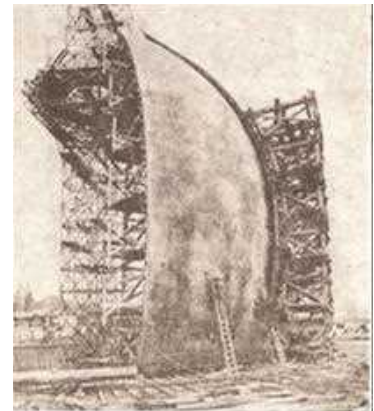
A "tehetősebb" és technikailag fejlettebb országok kifejlesztettek olyan építési eljárást, mely egyrészt a kivitelezés szempontjából anyag és élő munkamegtakarítást eredményez, másrészt a hosszútávú üzemeltetés számára kedvezőbb feltételeket biztosít. Természetes, hogy az életciklus tervezés során – bár a cél közös (minőségi munka), az építők és az üzemeltetők egyéni érdekeltsége eltérő – mind két fél számára optimális egyensúlyt igyekeznek létrehozni. A forgástestés építési



10. ábra. Körforgásos rothasztó formák (Dywidag típusok)

mód főleg nagyobb térfogatú reaktor igényeknél került előtérbe. (Nagyobb ország, nagyobb város, nagyobb lakosság, stb.)

A nagyobb térfogat igény mellett inkább a forgástest alakú (különböző körte-, tojásformák) látványos reaktorokat alkalmaznak. Ezek egyrészt igen kedvező hidraulikai tulajdonsággal rendelkeznek, másrészt mivel mindegyik oly formát ölt, hogy abba megközelítőleg egy gömb



11. ábra. Körforgásos rothasztó formák (Dywidag típusok)



12. ábra. Forgástestés rothasztó

rajzolható, ez által a térfogat és a felület (értsd felhasznált betonanyag) aránya, mint már leírtuk, kedvezőbben alakul.

A forgástest formát egy központi vezérszlopokra szerelt 1/12- 1/16 körszegmens méretű „pajzs” alakú zsaluzat körbe forgatásával

érik el, majd a végén külső utófeszítéssel „stabilizálják”.

Külön megemlíthető az egyebek mellett nagyobb méretű ivóvíz tározók vagy rothasztókra specializálódott német Dywidag cég, mely szerte a világban épít látványosnak számító külső utófeszítéssel kialakított rothasztókat. A külső feszítési rendszer nem csak olcsóbb, de gyakorlatiasabb is. Ez biztosítja a szerkezet tervezőket arról, hogy abban az esetben, ha pl. előregyártott elemekkel építkeznek, a szerkezet élettartama alatt ellenőrizhetik és módosíthatják a feszültségeket. A külső feszítési rendszerek fejlődése megengedi a feszítő erők beállításán és a terhelésekhez való alkalmazásán túl, akár a pászmák cseréjét is, ha időben szükségessé válik. Ez az a pont amitől sok szerkezet tervező idegenkedik is, mert a későbbiekben megjelenő korrózió veszélyezteti a folyadéktározó állékonyágát.

Magyarországon a forgástest építéstechnológiai kialakítására nem volt kivitelezői vállalkozás, ezért az előzőkhöz hasonló hidraulikai adottság elérésére a VÍZITERV



13. ábra. Forgástesthez hasonló rothasztó kialakítás magyarosítva Kaposváron ($2 \times 1\,000\text{ m}^3$)

(Juhász E.) szabadalmat dolgozott ki, mely két csonka gúla egymással szembeállításából állt (l. 11. ábra.). Igen kedvező hidraulikai tulajdonságai ellenére a '70-es évek elején az inséges anyagellátásra hivatkozva - a zsaluzat nagy fa igénye miatt - az építőipar kedvezőtlenül fogadta, így nem tudott meghonosodni. (Hasonlók épültek a jelenleg szanálásra ítélt siófoki telepen)

NÉHÁNY MUTATÓS MEGOLDÁS A VILÁGBAN MEGÉPÍTETT FORMÁKBÓL



14. ábra. Hangzoughou (Kína) $3 \times 10\,900\text{ m}^3$



15. ábra. Japán $3 \times 12\,000\text{ m}^3$



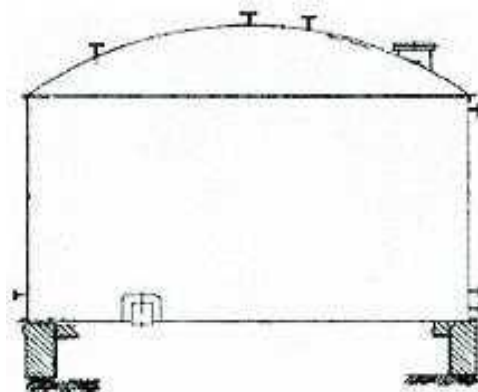
16. ábra. Gömb alakú rothasztó Németsország



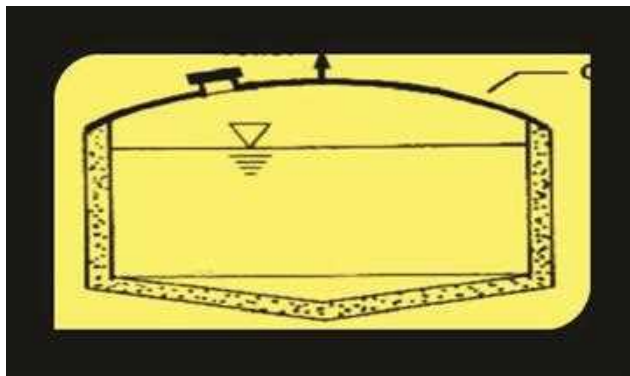
17. ábra. Dortmund (Németország)

LAPOSFENEKŰ ROTHASZTÓK

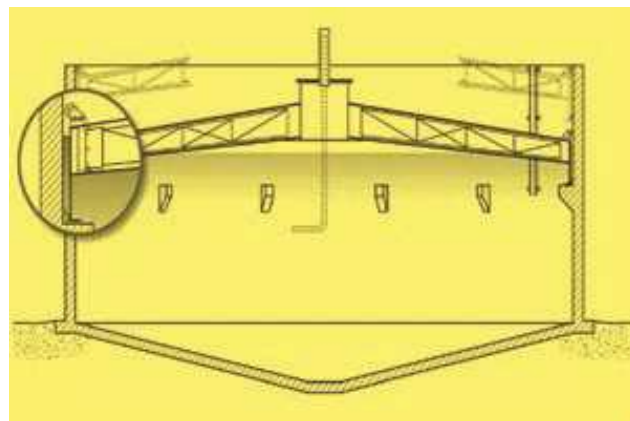
A lapos- vagy közel laposfenekű alacsony falú rothasztók az olajiparból ismert tartályok példáján kezdtek elterjedni. Az „angolszász” típus néven megismert formát számos ország különböző iparága favorizálta folyékony anyagok tárolására. Előnye az acélszerkezetből részben előregyártott reaktor viszonylag gyors megépíthetősége. Itthon kezdetben a biomassza erőművek területén kezdték



18. ábra. Laposfenekű rothasztó metszete



19. ábra. Az angolszász rothasztó típus metszete



20. ábra. A gázharanggal történő lefedés metszete

rothasztóként üzemeltetni s előbb utóbb megjelentek a szennyvíztisztítás területén is. Számos előnnyel járó tulajdonsága mellett (pl: gyors megvalósítás, alacsonyabb létesítési költség stb.), számolni kell a holtterek miatti hasznos térfogat csökkenéssel, a biomassza



A: külső membrán B: belső membrán C: légbefúvó rendszer
D: hevederek, E: lehgonyzó sín F: visszacsapó szelep,
G: kompresszor H: vákum szelep, I: túlnyomás szelep,
J: kémlelő, K: ultrahangos szintmérő

21. ábra. A membrán lefedés részletei

keverés nagyobb energia felhasználásával, stb...) E típusú rothasztók lefedését korábban „úszó gázharanggal való összedolgozásával oldották meg, mely bonyolultabb kivittel és nehezkesebb üzemeltetéssel járt. Ugyan csak problémás volt a hatékony keverés biztosítása is. A fémszerkezetű lefedés korróziója és azok karbantartását szolgáló hozzáférés és üzem kiesés is hozzá járult a kezdeti különálló „gazométerek” megjelenéséhez ill. alkalmazásához. A jóminőségű, műanyagok megjelenésével a gáztárolás a kétrétegű membránlemez bevezetésével megoldódott és például is szolgált a reaktorok membrános lefedéséhez. A 19. sz. ábrából tanulmányozható a lefedés kialakítás és a „megfeszítés” technológiája, valamint az ahhoz szükséges technikai elemek.

A konvencionálisnak tekintendő acélbeton rothasztók lefedése a beszűkülő csonkakúp zárásaként teherbíró sík lemez zárja le. Valójában szerelvény és szerelő platóként is működik, ugyanis itt helyezhetők el – elsősorban a gázzal történő manipuláció számára szükséges technológiai elemek. Példaként szolgálhat a BP-Központi telep műtárgyainak

látvány képe. E masszív szerkezeti elemhez kapcsolódik a nagyobb műtárgyakat kiszolgáló, általában felvonóval kiegészített lépcsőházból kivezető kezelő híd.



22. ábra. Fűtött anaerob rothasztó kezelőplatója BP-központi telep

Igen fontos tartozék - főleg a magas rothasztók esetében – a műtárgy oldalába beépített jól megközelíthető szerelő nyílás elhelyezése, mely az üzemeltetés, karbantartás szempontjából elengedhetetlen.



23. ábra. Oldalfalba beépítendő karbantartó nyílás

A fűtött anaerob rothasztók jelentős és elmaradhatatlan eleme a külső hőszigetelés, melyet különböző anyagú védő burkolattal látnak el egyben „öltöztetik” az egyébként unalmas egyhangú felületet. A szigetelés felrakása főleg utófeszített szerkezetek esetében azért is gondos munkát kíván, mert



24. ábra. Szigetelés felhordása acél reaktorra

a pászmák esetleges” lepuhulása” miatti ismételt feszítése vagy cseréje esetén mind a bontás, mind a visszahelyezés ”körülményes” feladat. Az egyébként sivárnak tűnő egyszínű vagy szürke hatalmasnak felületet igen gyakran – építész fantáziától függően – színes mintázattal látják el, ezzel is fokozva a szemlélő” tér élményét”. A cikknek ugyan nem feladata az egyes típusok összehasonlító értékelése ám egy találónak minősülő összehasonlító, reklámjellegű ábra jellemzi a szakmailag elfogadott autópárhoz hasonló egybevetést.



25. ábra. autópárh és szennyvízes szakma összehasonlítása

A BME VÍZI KÖZMŰ ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI TANSZÉKE

2023. szeptemberében indítja következő szakmérnöki képzését, melynek hivatalos neve:

VÍZELLÁTÁS-CSATORNÁZÁS SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK

A szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése: **vízellátás-csatornázás szakmérnök**

Képzési terület: **műszaki** Képzési időtartam: **4 félév**

Az egyes félévek az oktatott tantárgyakhoz tartozó **kollokviumokkal** zárulnak. A negyedik félévben a hallgatók **Szakdolgozatot készítenek**, majd **záróvizsgát** tesznek.

A kurzus félévenkénti tandíja 275.000,- Ft.

Részletes információk: <http://vkkt.bme.hu/vkkt/szakiranyu-tovabbkepzes>

Jelentkezés: <https://www.kth.bme.hu/urlap/>

Kapcsolat: Darabos Péter c. egyetemi docens E-mail: darabos.peter@emk.bme.hu

Felhívjuk a figyelmet, hogy jelentkezőket csak alap (BSc), vagy mester (MSc) szintű **mérnöki végzettséggel** tudunk fogadni!

A képzés során elsajátítandó kompetenciák, tudáselemek, megszerezhető ismeretek:

Kompetenciák:

- a vízellátás-csatornázás szakterületen jelentkező üzemeltetés irányítása, fejlesztési feladatok önálló megoldása;
- építési, akadálymentesítési, fenntartási-üzemeltetési, vállalkozási és
- szakhatósági feladatok emelt szintű ellátása;
- a víziközmű szakterületen tervezői, vezető tervezői, szakértői munka ismereteinek, a jogosultság megszerzésének megalapozása;
- víziközmű-építési műszaki ellenőri munka ismereteinek, a jogosultság megszerzésének megalapozása.

Tudáselemek:

- hidraulikai, informatikai, vízkémiai és vízbiológiai speciális ismeretek,
- a vízszerezés-víztisztítás-vízellátás folyamata,
- a csatornázás, a szennyvíztisztítás és a telepi iszapkezelés korszerű módszerei,
- a szennyvíziszap hasznosítás/elhelyezés műszaki, közegészségügyi, környezetvédelmi és jogi követelményei, korlátai,
- kapcsolódó gépészeti, és szabályozástechnikai ismeretek,
- a szakterület gazdasági és jogi vonatkozásai.
-

Megszerezhető ismeretek:

- a tudáselemeken alapuló elméleti és gyakorlati ismeretanyag,
- kiterjedt esettanulmányok kapcsán a problémamegoldó technikák elsajátítása.

Készség:

- elemző, összehasonlító és kiértékelő készség a vízellátás-csatornázás szakterületén adódó műszaki feladatok megoldása területén,
- kapcsolódó rendeletek, jogszabályok, szakhatósági határozatok helyes értelmezése
- műszaki-gazdasági elemzés alapján fejlesztési javaslatok kidolgozása

A szakképzettség alkalmazása konkrét környezetben, tevékenységrendszerben:

- A vízellátás-csatornázás szakmérnök az alábbi munkakörök ellátására alkalmas:
- víziközmű vállalatoknál (a szolgáltató nagyságrendjétől függően) műszaki osztályvezető, főmérnöki munkakör,
- üzemvezetői munkakör víz- és szennyvíztisztító telepeken;
- szakelőadó, főelőadó szakirányos köztisztviselő munkakörökben;
- önálló vállalkozó a szakirányú területen (tervező, kivitelező).

Tantárgyak (óraszámok), előadók

Sorszám	Tantárgy	Előadó
1	Víz kémia, hidrobiológia (24)	Musa Ildikó mestertanár
2	Műtárgyhidraulika (15)	Dr. Csoma Rózsa, egyetemi docens
3	Közegészségügyi alapismeretek (18)	Dr. Vargha Márta, OKI osztályvezető
4	Víz- és környezeti jog (12)	Dr. Hecsei Pál, szakértő
5	Információs rendszerek (12)	Dr. Darabos Péter, c. egyetemi docens
6	Hidraulikus gépek és villamosberendezések (12)	Tolnai Béla, szakértő
7	Környezetmérnöki alapismeretek (12)	Dr. Clement Adrienne, egyetemi docens
8	Irányítástechnika (12)	Tolnai Béla, szakértő
9	Hálózathidraulika (18)	Dr. Buzás Kálmán c. egyetemi tanár Dr. Darabos Péter, c. egyetemi docens
10	Vízbázisvédelem (12)	Simonffy Zoltán szakértő
11	Víztisztítási technológiák (42)	Dr. Laky Dóra egyetemi docens Dr. Liczkó István, c. egyetemi tanár
12	Vízbiztonsági tervezés (18)	Bódi Gábor mestertanár
13	Szennyvíztisztítási technológiák (45)	Dr. Patziger Miklós, egyetemi docens Dr. Liczkó István, c. egyetemi tanár
14	Izszapkezelés és elhelyezés (18)	Román Pál szakértő
15	Vízminőség-szabályozás (12)	Clement Adrienne, egyetemi docens
16	Csapadékvíz gazdálkodás (12)	Dr. Buzás Kálmán, c. egyetemi tanár
17	Hálózat rekonstrukció (36)	Arzt József szakértő, Dr. Fülöp Roland, egyetemi docens Dr. Darabos Péter, c. egyetemi docens,



Pannon Egyetem Nagykanizsa Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ

TUDÁS: A Pannon Egyetem Nagykanizsa - Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központban egy olyan egyetemen kezdhetik meg tanulmányaikat, amelynek oktatási és kutatási színvonala megkérdőjelezhetetlen. **TÁMOGATÁS:** A PEN munkatársai sosem dőlnek hátra, nem alkuszniak meg, ellenben folyamatosan keresik a továbblépés lehetőségét. Hallgatóinkat is arra biztatjuk, hogy tanulják el ezt a megújulási képességet tőlünk, amihez minden segítséget megadunk. **KÖZÖSSÉG:** E nélkül nem teljes a siker. Igaz ez a diákok közötti kapcsolatokra, és a hallgatók-oktatók közötti kapcsolatokra is. A személyes kapcsolat lehetősége az, hogy nem csak számíthat ránk, de mi is számítunk Önre, igazi érték a mai világban!

A Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ képzési palettájában, oktatói-kutatói közösségében olyan kihívások mentén kötelezte el magát, amely számos jelenlegi, a gazdaságot érintő fenntarthatósági probléma megoldására keresi a választ. A körforgásos gazdaság nemcsak arra törekszik, hogy éves szinten csökkentse a hulladéktermelést, az újrahasznosítás alatt nemcsak a szelektív gyűjtést érti, hanem azt a szemléletet jelenti, hogy a vállalatok már a terméktervezésnél tudják, hogy az általuk gyártott terméket a felhasználás után hogyan hasznosítsák újra.

Képzéseink a gazdaságtudományok, informatika, víztudomány területeire épülnek, minden felsőfokú képzési szinten. Újdonságként, Európában is egyedülálló képzésekként idén ősztől körforgásos szakjaink is elindulnak: a jövőben egyre több ilyen típusú, új szemlélettel rendelkező szakemberre lesz szükség.

Online kiadványunk a PEN-en elérhető képzésekről:

https://www.unipen.hu/files/dokumentumok/kiadv%C3%A1ny_new.pdf

Felsőoktatási szakképzések:

4 féléves képzés, a két legjobban sikerült érettségi tárgyból számítják a felvételi pontot. Felsőfokú asszisztensi végzettséget ad, az oklevél birtokában tovább lehet tanulni alapszakon. Elérhető állami ösztöndíjas és önköltséges formában.

Alapszakok:

6-8 féléves képzés szaktól függően, meghatározott érettségi tárgyakból számítják a felvételi pontot, emelt szintű érettségi nem szükséges.

Felsőfokú oklevelet (diplomát) ad, az oklevél birtokában tovább lehet tanulni mesterszakon. Elérhető állami ösztöndíjas és önköltséges formában.

HISZÜNK A JÖVŐBEN! HISZÜNK BENNED!



Pannon Egyetem Nagykanizsa Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ

Mesterszakok:

3-4 féléves képzés szaktól függően, felsőfokú oklevélből és felvételi elbeszélgetés eredményéből számítják a felvételi pontot. Elérhető állami ösztöndíjas és önköltséges formában.

Szakirányú továbbképzések:

2 féléves, másoddiplomás képzések

Felvétel feltétele meghatározott típusú diploma, szaktól függően

Csak önköltséges formában érhető el.

Az elérhető képzéseink az alábbi táblázatban találhatóak. A szakokról, tantervekről bővebb információ a honlapunkon (uni-pen.hu) illetve a felvi.hu oldalán található.

Elérhetőségeink, ahol szívesen segítünk:

www.uni-pen.hu

pr@pen.uni-pannon.hu

Telefon: 93/502 911,

[facebook/pannon.nagykanizsa](https://www.facebook.com/pannon.nagykanizsa)

Felsőoktatási szakképzés FOKSZ	Alapképzés BSc, BProf	Mesterképzés MSc	Szakirányú továbbképzés
Turizmus- vendéglátás	Fenntartható és körforgásos turizmus	Körforgásos gazdaság menedzsment	IT vállalati folyamatokat fejlesztő szakember
Kereskedelem és marketing	Kereskedelem és marketing	Körforgásos gazdaság tervező- fejlesztő mérnök	Körforgásos gazdaság szakközgazdász/ szakértő
Mérnökinformatikus	Gépészmérnöki	Master of Business Administration	Megújuló energiarend- szer-tervező IT specialista
	Turizmus- vendéglátás		Vízügyi rendszertervező IT specialista
	Mérnökinformatikus		Víz- és szennyvízkezelő rendszerüzemeltető szakember/szakmérnök
	Üzemmérnök- informatikus		
	Vízügyi üzemeltetési mérnök		

HISZÜNK A JÖVŐBEN! HISZÜNK BENNED!

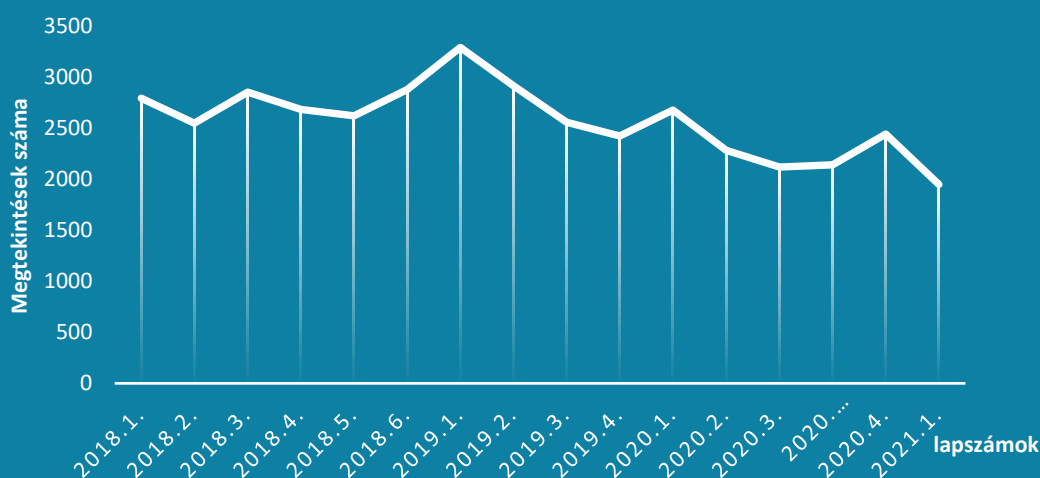
HA EL AKARJA ÉRNI A MAGYAR VÍZÜGYI ÁGAZATOT!

akkor válassza a Hírcsatornát. A Maszesz periodikája többszáz települési vízgazdálkodási szakembert, az ágazat egészét elérő, elismert szakmai folyóirat.

Olvasóink:

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

A HÍRCSATORNA számokban:



2400
szakember kapja kézhez



átlagosan **2000**
alkalommal megtekinthetjük

AKTÍV TARTALMAK tehetik még vonzóbbá hirdetését.*



KÖZVETLEN LINKEK



VIDEÓK



ANIMÁCIÓK

Hirdetési árak:

- | | | | |
|-------------|------------------|-----------------------|------------------|
| ▪ Banner | 35.000 Ft + ÁFA | ▪ 1/1 oldal (PR cikk) | 130.000 Ft + ÁFA |
| ▪ 1/2 oldal | 65.000 Ft + ÁFA | ▪ 1/1 borító belső | 145.000 Ft + ÁFA |
| ▪ 1/1 oldal | 105.000 Ft + ÁFA | ▪ 2 db 1/1 | 189.000 Ft + ÁFA |

* A hirdetésekbe beágyazott linkek és videófájlok megjelentetésére alapáron biztosítunk lehetőséget.

MaSzeSz tagszervezetei számára, hirdetés megrendelése esetén **20 % KEDVEZMÉNYT** biztosítunk!

Eddig megjelent lapszámok
ITT megtekinthetők.

**REMÉLJÜK, ÖN IS MEGLÁTJA A
LEHETŐSÉGET A HÍRCSATORNÁBAN!**

