

Híresatorna

A MAGYAR VÍZ- ÉS SZENNYVÍZTECHNIKAI SZÖVETSÉG LAPJA
2018/4. szám



**A SZAKMA CÉLJA LEHET
AZ ÚJRAHASZNÓSÍTÁS!**

ÉRJE EL HIRDETÉSÉVEL SZAKEMBEREK SZÁZAIT!

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

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

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

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



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

Kedvezményes árainkról az alábbi **linken** tájékozódhat!

Reméljük, Ön is meglátja lehetőséget a Hírcsatornában!

IMPRESSZUM

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség kiadványa,
1046 Budapest, Kiss Ernő u. 3/A

Megjelenik minden második hónapban

A fordításokat Simonkay Piroska okl. mérnök készítette.

Kiadó és terjesztő: MaSzeSz

Főszerkesztő: Dulovics Dezsőné dr.

A főszerkesztő munkatársa: Madarász Emese

Tördelés: Két Zsiráf

TARTALOM

MaSzeSz Hírhozó	4
SZAKMAI - TUDOMÁNYOS ROVAT	
Kárpáti Árpád, Kiss Gábor, Volf Balázs: Lakossági szennyvíziszapok és rothasztásuk tapasztalatai II. <i>Biogáz termelés növelése a szennyvíztisztításnál együttronthasztással</i>	5
Kun Ágnes: Energiaültetvény öntözése termálvíz eredetű használtvíz felhasználásával	25
Németh Zsolt: Mikroműanyagok a hazai szennyvíztisztító telepek elfolyó vizeiben	40
MASZESZ HÍREK, AKTIVITÁSOK	
Fonalsodás, úszóiszap, és lebegőiszap problémák a szennyvíztisztító telepeken – okok és megoldások Szakmai Nap	48
Eurázsiai vízügyi Konferencia Városi megoldások, globális kihívások – felhívás	51
Költözés	52
JurTa HÍRADÓ	53
NEMZETKÖZI KITEKINTÉS	
Korrespondenz Abwasser 2018. júliusi összefoglalók	54
ÁGAZATI KÖRKÉP	
Alkotmánybíróság előtt a Vízgazdálkodási Törvény módosítása	56
MTA Környezetvédelmi Elnöki Bizottságának Víz és Környezet Albizottsága Ajánlásai a „A tervezési alapok megújításának feladatairól” című, a települési csapadékvíz-gazdálkodási pódium beszélgetés során felvetett kérdésekről	57
Magyar Hidrológiai Társaság XXXVI. Országos Vándorgyűlése	59
A KSZGYSZ konferenciát tartott a mikroműanyag szennyezés témakörében	62
MHT Csatornázási és Szennyvíztisztítási Szakosztálya és a Hach Lange közös előadóülése az Észak Budapesti Szennyvíztisztító telepen	64

MASZESZ HÍRHOZÓ

KEDVES KOLLÉGA!



Még tart a nyár, van köztünk, aki már dolgos napjainak tennivalóival van újra elfoglalva, és csak emlékeiben él a nyári szabadság, és van olyan Kollégánk, aki most készül a megérdemelt éves pihenésére. Mi mindkét helyzetben lévő Tagtársunknak szeretnénk tájékoztatást nyújtani ezzel a számmal, mert van közlendőnk a **Szakmai Tudományos Rovatunkban**. Az előző számban Dr. Kárpáti Árpád által „Lakossági szennyvíziszapok és rothasztásuk tapasztalatai I.” főcímmel elkezdett tanulmányának II. részével jelentkezünk, mely a **Dr. Kárpáti Árpád, Kiss Gábor és Volf Balázs szerzők** tollából a „Biogáz termelés növelése a szennyvíztisztításnál együtthrothasztással” címmel kerül közreadásra, és amelyet szíves figyelmébe ajánlok.

Ebben a rovatban olvashatja **Dr. Kun Ágnes** fiatal kutatónk PhD. disszertációjának tudományos eredményeit tartalmazó cikkét a napjaink fontos tevékenységéről, a szennyezett víz újrahasznosításáról „Energiaültetvény öntözése termálvíz eredetű használtvíz felhasználásával” címmel.

A múltkori számunkban kezdtük meg a mikroműanyag szennyezéssel kapcsolatos sorozatunkat, annak a hidrológiai körfolyamban bekövetkező transzportjáról, most közöljük **Dr. Németh Zsolt** kutatási eredményeit „Mikroműanyagok a hazai szennyvíztisztító telepek elfolyó vizeiben” címmel.

A **MaSzeSz Hírek, AktivitásokRovatban** összefoglalót olvashat a „Fonalsodás, úszóiszap,

és lebegőanyag problémák a szennyvíztisztító telepeken – okok és megoldások” c. Szakmai Napunkról. Közreadjuk a „Jur-Ta Híradót”, meg aktuális híreinket.

Nemzetközi Kitekintés Rovatunkban folytatjuk a Korrespondenz Abwasser folyóirat júliusi számából két cikk összefoglalójának fordításával az Ön tájékoztatását.

Ágazati Hírek Rovatunkban ismertetjük, hogy az Alkotmánybíróság előtt van a Vízgazdálkodási Törvény módosítása, közzétesszük a **MTA KÖTEB** Víz és Környezet Albizottságának „Ajánlásait” a csapadékvíz-gazdálkodás tervezéséről, és gazdag híryanagot közlünk a **Magyar Hidrológiai Társaság**, valamint a **KSZGYSZ** által szervezett jelentős megmozdulásokról.

**Közreműködésüket megköszönve,
jó munkát kíván:**

Prof. Emerita Dulovics Dezsőné dr.
főszerkesztő, a Szerkesztő Bizottság tagja

LAKOSSÁGI SZENNYVÍZISZAPOK ÉS ROTHASZTÁSUK TAPASZTALATAI II.

BIOGÁZ TERMELÉS NÖVELÉSE A SZENNYVÍZTISZTÍTÁSNÁL EGYÜTTROTHASZTÁSSAL

KÁRPÁTI ÁRPÁD¹ – KISS GÁBOR² – VOLF BALÁZS³

¹ PANNON EGYETEM, VESZPRÉM; ²VASIVÍZ ZRT., SZOMBATHELY;

³BAKONYKARSZT ZRT., VESZPRÉM

Kulcsszavak: teljesoxidáció, együttlrothasztás, zsír lebontás, ATEV, segédanyag, fehérje, veszprémi rothasztás tapasztalatai.

BEVEZETŐ

Mint a jelen tanulmányt megelőző összefoglaló cikkben (Kárpáti, 2018) már említésre került, a szennyvíztisztítás kiépítése során kezdetben csak a nagyobb szennyvíztisztítók primer és szekunder iszapmennyiségének további csökkentésére, stabilizálására történt rothasztó kiépítés. Így volt ez azoknál a nagyobb szennyvíztisztítóknál is, melyeknél nem épült ki előülepítés, hanem teljes oxidációs üzemmódban működtek. Egyértelmű, hogy ezeknél csak szekunder iszap keletkezett, így fajlagos gáztermelésük is meglehetősen gyenge lett. A helyzeten nem sokat javított, hogy a szennyvizek tisztításának általánossá válásával a kisebb tisztítók iszapjának a rothasztása is a nagyobb tisztítók rothasztóinak a feladata lett. A kisebb lakossági tisztítók ugyanis döntően előülepítő nélkül, teljes oxidációra épültek, hogy náluk ne kelljen kétféle iszap kezeléséről gondoskodni. Ezzel

természetesen a nagyobb tisztítók iszaprothasztását kedvezőtlenebbé tették, ugyanakkor iszapbedolgozásukat mind mennyiségben, mind fajlagos terhelésében növelték. Ilyen értelemben ez gázhozam növekedést kellett jelentsen, ami számos tisztító esetében a biogáz termelés növelése révén a nagyobb belső energia visszaforgatásukat is jelenthette. Ez az idegen iszap bedolgozás ugyanakkor szükségszerűsége is az országnak, mert a kisebb tisztítók esetében a keletkező szennyvíziszap megfelelő elhelyezése igen sok esetben megoldatlan. A rothasztott iszap a nyers iszapnál egy fokkal biztonságosabb a mezőgazdasági hasznosíthatóság illetően, a komposztok elhelyezésének a jelenlegi szabályozása, korlátozása tekintetében, ugyanakkor így is komoly problémát jelent a lakosság szennyvíztisztításának a költségigénye oldaláról.

Ezekről a kérdésektől eltekintve a rothasztókban keletkező biogáz viszont valamennyi rothasztónak hasznot jelenthet, ha azt energetikailag, vagy bármiképpen hasznosítani tudja. Ebben a tekintetben alapvető kérdés, hogy van-e valamely rothasztónak terhelésnövelési lehetősége, illetőleg van-e a rothasztó közelében olyan energiahordozó hulladék, melléktermék, amit biztonságosan lehet a lakossági szennyvíziszappal együtt rothasztani. A környező tisztítók iszapjának a rothasztása egyébként nyilvánvaló kötelezettsége a nagyobb tisztítóknak. Ezen túl fölösleges kapacitását egyéb segédanyagok feldolgozására is fordíthatja.

LAKOSSÁGI SZENNYVÍZISZAP EGYÜTTROTHASZTÁSA ALKALMAS SEGÉDTÁPANYAGOKKAL

Hogy valamely üzemben jelentkezik-e szabad kapacitás, az elsősorban a rothasztó helyes tervezésétől, kiépítésétől függ. Ebben a vonatkozásban a rothasztó kapacitása a nyersanyag előkészítés, feladás, felfűtés teljesítményétől, valamint a rothasztó korábban már egyértelműen említett térfogatától, keverésének a kiépítettségétől függ. A rothasztásnál előállítható biogáz hasznosíthatósága természetesen ugyanúgy meghatározó oldala a kérdésnek. Mivel azonban a szennyvíztisztítás jelenleg még egy-két hazai üzem kivételével külső energiát is kell, hogy felvegyen, a biogázból előállítható energiára üzemen belül igény van. Ennek a biztosításához csupán a gázmotorok megfelelő kiépítettsége, kiépítése, illesztése szükséges. Mint a bevezetőben már említésre került, a szennyvíztisztítás

energiaigénye jelentős, a lakossági energiafogyasztásnak mintegy a 2-4 %-a. A tisztítóknak történő fenntartható energiatermelésre, a lakosság energiaéhségének biztosítására ezért elengedhetetlenül szükség van.

A fentieket mi sem bizonyítja jobban, mint hogy a biogáz gyártását ma már nem csak mezőgazdasági hulladékokra, hanem közvetlenül termékekre is kiépítik, annak ellenére, hogy azzal a lakosság ételkészítésének lehetőségét csökkentik. Rendkívül fontos tehát a szennyvíztisztításban megfelelő kapacitások, illetőleg azok hasznosítására szóba jöhető hulladékok feltárása. A hulladék megnevezés azonban ebben a vonatkozásban meglehetősen zavaró, hiszen egy ételkészítés termék, ha lejár a garanciája, törvényileg hulladéknak minősül, holott az esetenként még akár ételkészítésként is forgalmazzák, hasznosítják. Hasonlóan hulladéknak minősülnek a különböző ételkészítés gyártások termékváltásainál keletkező keverék termékek, vagy fermentációs maradványok is. Ezek többnyire megfelelő sterilitással rendelkező anyagok, tehát az iszaprothasztásban különösebb termikus fertőtlenítés nélkül hasznosíthatók, a mezőgazdaság számos nyers termékéhez, állattartási maradvékához hasonlóan. Az állati trágya ilyen tekintetben csak annyiban tekinthető fertőzésmentesnek, hogy nem emberi fogyasztás végterméke.

Bonyolultabb a helyzet a lakosság mindennapi kis, vagy nagykonyhai termelésének a maradvékáival. Az első szeparált gyűjtése megoldhatatlan, az vagy a szennyvízbe, vagy a szilárd

hulladékba kerül. Végül is mindegyikre megfelelő gyűjtés, szállítás biztosítja a továbbfelhasználás lehetőségét. Az éttermi hulladékok ilyen gyűjtése és kármentesítése a nagyobb városokban, mint fővárosunk megfelelő gyakorlattal is bír. Az élelmiszer-termelésnek a hasonló hulladékaik üzemekben keletkeznek, s onnan kerülnek szervezett elszállításra valamelyik rothasztóba (lakossági iszaprothasztó, vagy mezőgazdasági biogáz üzem). Külön hulladékfajta az éttermeknél kötelezően kiépítésre kerülő zsírfogókból szippantott zsíros iszap. Ennek a további feldolgozása (rothasztás, vagy komposztálás) már nem jelent akkora higiénés biztonságot, mint az előzőeké, mégis többnyire termikus sterilizálás nélkül kerülnek rothasztásra a lakossági szennyvíztisztítóban. Ez bizonyára azért van így, mert a kisebb rothasztók esetében a termikus sterilizálás kiépítése a kis mennyiségű ilyen hulladék esetén annyira drágítaná az előkezelést, hogy az üzem inkább lemondana arról.

Különleges alapanyaga a rothasztásnak a tejiparban, fagyaltgyártó üzemeknél jelentkező visszárú, termelési hulladék. Elvileg ez steril, tehát a lakossági rothasztókba bedolgozható. Gondot jelent azonban annak a csomagolása, ami rendszerint különös előkezelést, szeparációt igényel. Ezért nem is kedvelt hulladék a lakossági szennyvíztisztítók rothasztóinak. Hasonló, mégis lényegesebb tiszta szerves tápanyag ugyanakkor a rothasztáshoz a tejüzemek szennyvíz előtisztítóiban szeparálható zsír és fehérje (flotátum). Mivel ez szennyvízből kerül kivételre, sterilizációja elvileg megkérdőjelezhető. Ha azonban azt szeparált

technológiai vízből távolítják el, nem lehet fertőzött emberi fekáliával, s közvetlen anaerob rothasztása ellen nem merülhet fel kifogás.

Másként vetődhet fel a sterilitás kérdése az ATEV üzemekből kibocsátott biogáz alapanyagánál, amely termikusan és nyomástartás mellett sterilizált anyag, s ez még a szennyvíztisztítóik iszapjára is akár érvényes. Az elsőt a legnagyobb hazai tisztítóink közvetlenül juttatják a rothasztókba. Az ilyen döntően fehérjét tartalmazó, újrahasznosíthatatlan melléktermékekben a fehérjetartalom minimálisan 15 % körüli, míg mellette további 3-4 % zsír is van. Ennek megfelelően rendkívül energia gazdag, de a nagy fehérjetartalma miatt a feldolgozás csak kellő óvatossággal történhet. Könnyen okozhat a zsírtartalma miatt erős savanyodást, illetőleg a fehérje miatt hasonló felhabzást. Bizonyára számos hazai biogáz üzem is fogad ilyen tápanyagokat, melléktermékeket, amit az bizonyít legjobban, hogy a korábban ilyen hulladékot fogadó lakossági szennyvíziszap rothasztókba az ilyen hazai termék igen nagy része eltűnt. Nyilván másutt kerül feldolgozásra. A mezőgazdasági biogáz gyártásnak a gázhozamát az ilyen alapanyag igen kedvezően alakíthatja. Azoknál egyébként igen sok esetben állati trágya rothasztására is sor kerül annak az előzetes stabilizálása nélkül. Az ATEV alapanyag tehát a technológia veszélyességén semmiképpen nem ronthat. Más lehet a helyzet a nem erről a vonalról bekerülő vágóhídi maradékok esetében, melyeknek ugyancsak komoly felvevői a hazai mezőgazdasági biogáz üzemek.

A LAKOSSÁGI SZENNYVÍZISZAP ROTHASZTÁS SZERVES ANYAG TERHELÉSE NÖVELÉSÉNEK REALITÁSA

Végül meg kell említeni a hús–keményítő–fehérje alapanyagú emberi, vagy állati élelmiszer előállító üzemeket, melyeknél a gyártás során keletkezik a fenti komponenseket többnyire főzött, sütött, formában tartalmazó hulladék. Ezek az ATEV sterilizált termékéhez hasonlóan közvetlenül kerülhetnek anaerob rothasztásra, metanizálásra. Jelentős ilyen anyagokból a két kisebb budapesti szennyvíztisztító rothasztójának a bedolgozása. Ez eredményezi, hogy ezek az üzemek ma már teljes villamos energia igényüket fedezni tudják a keletkező biogázuk energiataralmának a villanyárammá történő alakításával.

Különös eset hazai vonatkozásban az állati eledel gyártás fentiekhez hasonlóan keletkező steril hulladéka (Czakó et al, 2017). Ennek a feldolgozására a fentiekhez hasonlóan alkalmas a lakossági szennyvíziszap rothasztás, ha annak a felesleges kapacitásához a hulladék keletkezése, mennyisége, formája, előkészítés igénye megfelelő. Az állati eledel gyártás alapanyagainak egy része éppen az ATEV újrahatszósításra engedélyezett terméke. Ezek főzéssel sterilizált hús alapanyagot, valamint keményítőket, rostanyagokat is tartalmaznak. Hulladékaik a gyártásközi termékértékesítés, vagy visszaruként jelentkezik.

A terhelés növelését a fentiek alapján célszerűen zsír és fehérje adagolással célszerű végezni. A gyakorlatban azonban tiszta zsír hozzáadása azért nem realitás, mert annak a kereskedelmi forgalmi értéke még a legcélszerűtlenebb égetésre is nagyobb, mint amennyi abból egy biogázosítással kihozható. Ennek a következménye, hogy napjainkra az ATEV üzemeknél a zsírt szeparálják a húsfőzetből, s a takarmányiparnak adják el. Ha a minősége erre nem megfelelő, saját kazánjaikban égetve is hasznosíthatják, míg bármilyen rothasztásra történő értékesítés esetén az ATEV-nek abból csak költsége származik. Ezen túl a különböző zsírfogókból, vagy kisebb üzemek zsíros hulladékaiból juthatnak a lakossági iszaprothasztók nagyobb zsírtartalmú hulladékhoz.

A hazai gyakorlat azt mutatta, hogy a délpesti szennyvíztelep rothasztójában 2007-ben a fenti ATEV hulladék mintegy a rothasztó terhelésének a harmadát is elérte. Mivel ekkor még nem működött az észak-pesti rothasztó, ezzel az anyagmennyiséggel a dél-pesti túlterhelté vált. Ez mintegy 6-7 kg szerves anyag/m³.d térfogati terhelésnél következett be. Fajlagosan tehát 4 volt a lakossági és 2-3 az ATEV terhelés. A problémát a rothasztó erős habzása és egyidejű savanyodása okozta. Hiába rendelkezett a rothasztó két szinten is működő mechanikus keverőkkel és habtöréssel, az egyik rothasztót le kellett állítani.

A gyakorlat tehát bizonyította, hogy ennél nagyobb terhelést vegyes fehérje és zsírterhelést a legjobban kiépített hazai rothasztó sem tudott elviselni, holott ebben a rothasztóban nem is történt belső gázkeverés, ami a felhabzást erősíthette volna.

A többi hazai szennyvíziszap rothasztók a dél-pesti egységeknél messze kisebb terheléssel üzemeltek, ennek ellenére például a soproni rothasztónál sokkal kisebb terhelésnél is komoly üzemzavart okozott a valamilyen hasonló összetételű állatieledelel gyártási hulladék (Czakó et al., 2017). Itt persze más okai is lehettek az üzemzavarnak. Talán elsősorban a rothasztó keverésében, megfelelő termosztálásában kereshető a hiba.

Ezek mellett különleges, nagyobb részarányú segédanyag hasznosítás folyik a veszprémi szennyvíztisztító iszaprothasztójában. Ott a rothasztó iszapterhelése mintegy 2 kg KOI/m³.d, amihez mintegy 1 kg tejipari iszap KOI/d rothasztás is történik. A rothasztók mechanikai keveréssel vannak ellátva, s úgy tűnik, ez a terhelés a megengedhető határ esetükben. Tudni kell, hogy a tejipari iszap mintegy fele-fele arányban tartalmaz tejsírt és tejfehérjét. A döntő része a tejüzem és a jégkrém gyár flotálóinak a leföldről iszapja (Volf, B., 2017).

Igen érdekes az is, hogy a segédanyag összetételének a kérdésével nem foglalkoztak a fehérjét és szénhidrátot illetően a korábbi kutatások sem, bár számos esetben keményítőgyártás hulladék iszapjának

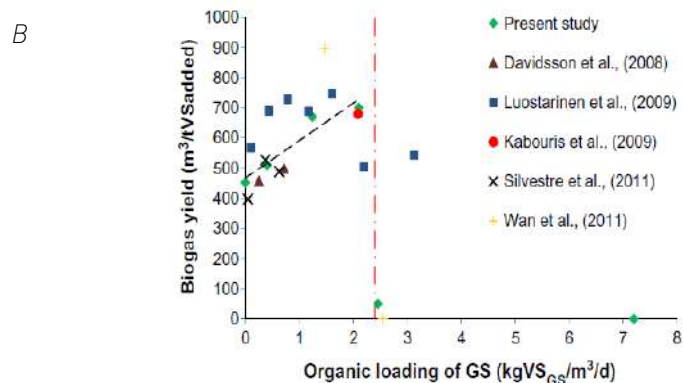
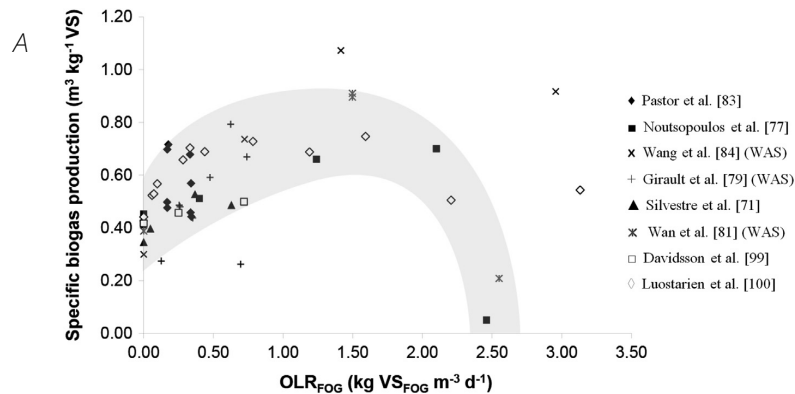
a feldolgozásáról is szó esett. Ami annak a rothasztási lehetőségét illeti, meggyőző, hogy az intenzív anaerob rothasztás (szennyvíztisztítás) ilyen hulladékokkal idehaza több helyütt is megvalósult. Csemegekukorica feldolgozó üzemben, szeszgyárban, sörgyárban, sőt legnagyobb kapacitással Kaposváron a cukorgyárban. Ott répaszeletet alakítanak rothasztással biogázzá, s viszonylag nagy terheléssel tudják terhelni a rothasztójukat. Mintegy 7 kg szerves anyag/m³.d ez az érték, s a répaszelet mintegy 80 %-os határfokkal alakul biogázzá. Ez az alapanyag tisztán szénhidrát és fehérje. Semmilyen más nyersanyag bevitele nem zavarja lejátszódó folyamatokat. Ez a hosszú szénláncú zsírsavak keletkezése tekintetében nagy előny. A lebomlás során nagy mennyiségű ammónium szabadul fel. Az iszapvíz átlagos ammónium koncentrációját azonban a termelődő gáz elnyelődése termelte alkalinitás kellően kompenzálja. Ennek a tisztításnak is az a problémája azonban, mint általában a növényi alapanyaggal dolgozó biogáz üzemeknek, hogy az iszapvíze mintegy 10 g/l KOI szennyezettségű, s abból ez az oldott rész gyakorlatilag eltávolíthatatlan.

A legújabb külföldi kutatások viszont részletesen vizsgálták a szennyvíziszap keverékek összetevőinek, elsősorban zsírtartalmának a szerepét az együttrothasztásnál (Kabouris, 2009 a,b; Boe et al., 2010; Astals et al., 2014; Nghiema et al., 2015; Kim et al., 2017; Cook et al., 2017; Xie et al., 2017). Megállapítható, hogy az ipari gyakorlatban a zsíros iszap ezeknél is valamilyen nagyobb zsírtartalmú vegyes terméket jelent. Általában kisterhelésű rothasztókhoz

történt a zsíros anyag adagolása, nyilvánvalóan a szabad kapacitásuk miatt. Azt, hogy a belső keverésük hogyan volt biztosítva, nem lehetett minden esetben pontosítani. Megállapítható azonban, hogy a zsíros anyag adagolása mértékének határa van, amit az 1. ábra szemléltet.

Az **1. ábra** a két hivatkozott cikkben túl sok hasonló mérési sor adatait is bemutatja. Az egyes hivatkozott adatok forrásmunkáinak hivatkozásától eltekintve megállapítható, hogy már kisebb dózisu zsíriszap adagolás (0,2-0,5 kg zsír/m³.d) is növeli a rothasztás fajlagos gázhozamát, míg a 0,5-1,5 kg/m³.d

zsírbevitel egyértelmű javulást hoz. Mintegy 2 kg zsír/m³.d adagolást azonban nem javasolják túllépni, mert az már csökkenő fajlagos eredményez. Lehetett persze ez ilyenkor esetleges nitrogénhiány eredménye volt a főleg kis terhelésű anaerob rothasztóknál. A 2,4 kg zsír/m³.d adagolást akkor találták megfelelőnek, ha az mintegy 60 % volt csak a teljes szerves anyag bevitelnek, tehát minimum 40 % a szennyvíziszapból származott. Ezeknél a méréseknél egyébként mintegy 3,5 kg/m³.d összes szerves anyag terhelést alkalmaztak, ami elég nagy. A habzás okozta problémákról nem tettek említést cikkek.



1. ábra A és B: Fajlagos biogáz hozam lakossági szennyvíziszap és húszüzemi zsírfogók zsíriszapjának a mezofil együttrothasztásakor. Ordináták: fajlagos biogáz hozam – m³/kg szerves anyag –, abszcissza: fajlagos zsírterhelés – kg zsír/m³.d. (A - Luostarinen, et al., 2009; B - Noutsopoulos et al., 2012, 2013)

Nagyon figyelemre méltó a külföldi kutatásoknak az az iránya is, amely az anaerob rothasztás biológiai modellje (Batstone et al., 2002; Arnell et al., 2016; Xie et al., 2016) alapján igyekszik behatárolni a zsír/fehérje/szénhidrát komponenseket tartalmazó hulladékok anaerob rothasztásának, terhelhetőségének a határait (Cook et al., 2017). Ezt elvégezték arra a változatra, amikor primer és szekunder szennyvíziszap 1-1 kg KOI/m³.d terhelése mellett növelték a három említett külső tápanyag bevitelét mintegy 9 kg KOI/m³.d határig a legváltozatosabb segédanyag összetételekkel végezve azután modellezést. Ez a vizsgálat a szennyvíziszap segédanyagokkal történő együttrothasztás kinetikai modelljével, illetőleg annak a kalibrációjával dolgozott. Végeztek ilyen modell vizsgálatot lakossági szennyvíziszap nélkül is ugyanilyen terhelés tartományban. Ez a változat a mezőgazdasági biogáz üzemek esetére történt. Szennyvíziszap keveréknél a segédanyag mintegy 7-20 % fehérje tartalma között várható legbiztosabb üzem. Alatta a szennyvíziszap fehérje tartalma kevés

nagy mennyiségű segédanyag biztonságos rothasztásához. Hogyha viszont nincs is szennyvíziszap a rothasztóban (biogáz üzem) a feldolgozandó nyersanyag 20-30 % fehérjét kell, hogy tartalmazzon a biztonságos üzemeltetéshez. A nyersanyag-keverék zsír és szénhidrát tartalmának az aránya ezen túl egyik esetben sem volt befolyásoló **(2-3. ábrák)**. Ez érdekes igazolása annak, hogy az anaerob mikroorganizmusoknak a fehérje, illetőleg annak a redukált nitrogénje elengedhetetlen tápanyag a szaporodásukhoz, míg a zsírsavak és a szénhidrátok a savtermelésükkel egyaránt metanizálás alapanyagát szolgálják.

A modellezést, mindkét esetre (2. ábra – szennyvíziszap és zsír/fehérje/szénhidrát tartalmú segédanyagok; 3. ábra – ugyanezen segédanyagok legkülönbözőbb keveréke szennyvíziszap nélkül) vizsgálták, s az azoknál kapott, szóba jöhető terhelési és összetétel határokat különleges minősítő skála segítségével mutatták be. A skála hét paraméter alakulása alapján készült jósági fokkal jellemzett üzembiztonság **(1. táblázat)**.

1. táblázat: A megfelelőséget minősítő paraméterek és tartományaik (Cook et al. 2017)

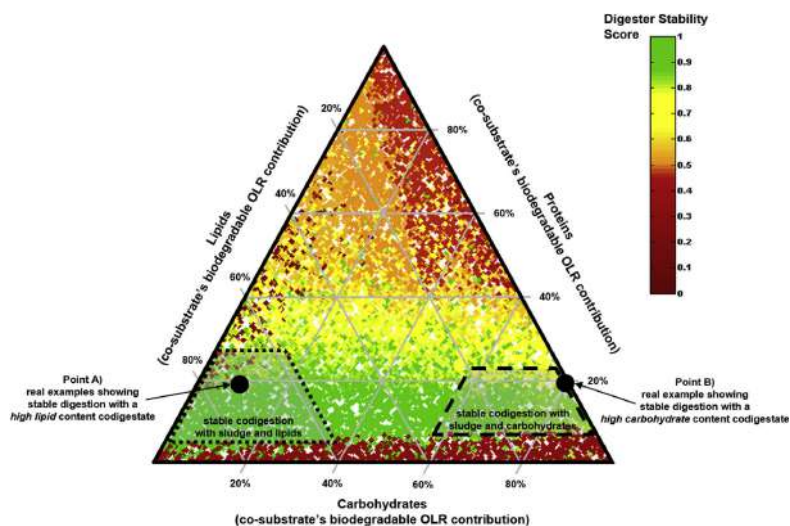
(Az üzembiztonság megítélésének kiemelt paraméterei és ajánlott értékei.)

Stability indicator	Units	Stable values	Citations
Biogas composition	% Methane (by volume)	Minimum 55	(Ferrer et al., 2010; Tchobanoglous et al., 2003)
pH	(-)	6.1–8.3	(Ferrer et al., 2010; Grady et al., 2011; Tchobanoglous et al., 2003)
Alkalinity	g CaCO ₃ /L	2–20	(Alvarez et al., 2010; Astals et al., 2012; Murto et al., 2004; Tchobanoglous et al., 2003)
Free ammonia	mg NH ₃ -N/L	maximum 200	(Chen et al., 2008; Parameswaran and Rittmann, 2012; Tchobanoglous et al., 2003; Wang et al., 2012)
Total VFA	mg COD/L	maximum 3250	(Ferrer et al., 2010; Hill et al., 1987; Kusowski et al., 2013)
Ammonium	mg NH ₄ -N/L	maximum 5000	(Parameswaran and Rittmann, 2012; Tchobanoglous et al., 2003)
Long chain fatty acids	mg COD/L	maximum 1400	(Neves et al., 2009; Salminen et al., 2000)

Mindegyiknél 0-1 között negyedenkénti léptéssel kapott biztonsági értéket az adott paraméter alakulására. Tehát mindegyik paraméter alapján annak a biztonsága 0, 1/4, 1/2, 3/4 és 1 lehetett. Az 1. táblázat mutatja a hét biztonsági kritériumnak ítélt paraméter eszerinti vizsgálatát. Végül a hét értéket átlagolták, s így egy átlagos érvényes biztonsági fokot kaptak, ugyancsak 0 és 1 között. A ranking, vagy megfelelőségi besorolás, osztályozás pontos elkészítésének módját a 2017-ben publikált cikk részletezi (Cook et al., 2017), s az egyes paraméterekre hivatkozó forrásmunkák is abban adottak. Ugyanez igaz a **2. ábra** forrásmunkáinak megjelölésére is.

Nagy hiányossága a diagramnak, hogy nem érzékelteti a fajlagos szerves anyag terhelés

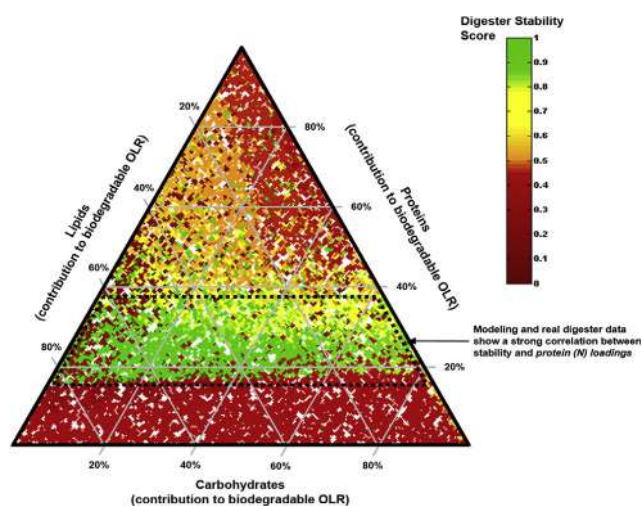
hatását. Azt is bemutatni egy háromszög alapú oszlop diagram kellett volna. Ezt bizonyára elkészítették ugyan, de valamilyen okból, például nagy szórás, nem mutatták be. Ez a szórás ugyanakkor már a 2-3 ábrákon is jól megfigyelhető az esetenkénti jelentős színkeveredésekben. A 2-3 ábrán hét üzemeltetési paraméter értéke alapján készített összetett biztonsági mérték, (0-1 tartományban) alapján történt átlag behatárolása és biztonsági megítélése látható. A diagramban a színek nem csak az összetételre, de az összes terhelésre is jellemzőként kerültek feltüntetve, de a terhelések abból ez semmiképpen nem ítéhető meg. Az utóbbi tehát sajnos nem látható az ábrából, csak a három fő tápanyagtípus hatása.



2. ábra: Nyersanyag összetétel és az együttrohasztás üzembiztonsága közötti összefüggés szennyvíziszap és a segédanyagok három meghatározó komponense (fehérje/zsír/szénhidrát) arányai függvényében (modellezés). Az összetétel a hozzáadott segédanyag összetétele. A modellezés kiindulási érték volt 2 kg KOI/m³.d lakossági szennyvíziszap térfogati terhelés, míg ahhoz adták a segédanyagokat az ábrán látható összetételekben, a kompozíciók dózist 0-9 kg KOI/m³.d között változtatva. A biztonsági értéket az egyes összetételekre az ábra jobb felső oldalán látható magyarázó melléklet színei jelzik.

Nagyon fontos a 2. ábra kapcsán megjegyezni, hogy az abban feltüntetett, A pontnak megfelelő összetételű szennyvíziszap-zsírforogó iszap keverékek üzemi rothasztására is sor került, sikeresen (Davidson et al., 2008; Miot et al., 2013). Egyik esetben 1,9, másik esetben 2,1 kg KOI/m³.d alatt maradt a szennyvíziszaphoz hozzáadott zsírisszal bevitt fajlagos terhelés. Ez az 4. ábrán látható terhelésnek közel az optimuma. Feltehetően ezeknél az üzemi eseteknél ezért a rothasztó szennyvíziszap és teljes szerves anyag terhelése elég kicsi volt, ugyanakkor közeli a **3. ábrán** látható együttrothasztás 2 kg összes szennyvíziszap KOI/m³.d értékhez, hogy a bemutatásának abban legyen értelme. Emellett az is megállapítható az A pont példáiból, hogy a zsírterhelés nem volt 1,5 kg zsír/m³.d fölött, ami a **4. ábra** szerint így kedvező iszap keverési arány lehetett.

Ugyanilyen modellezéssel vizsgálták a tápanyag C:N arányának és a megengedhető térfogati terhelésének a határait is a segédanyagoknak a lakossági szennyvíziszap nélküli rothasztására (biogáz gyártás), aminek a konklúziója a **3. ábrán** látható. Jól megfigyelhető a két ábrából, hogy a lakossági szennyvíziszap már maga is jelentős mennyiségű fehérjét visz be a rothasztás modellezésénél vizsgált keverékbe, így sokkal kisebb az ábrák talpvonalán látható biztos üzemzavarhoz vezető barna sáv. Ha nincs ellenben ez a fehérje mennyiség a keverékben, sokkal nagyobb fehérjetartalom kell, legyen a keverékben a biztos üzemzavar elkerülésére

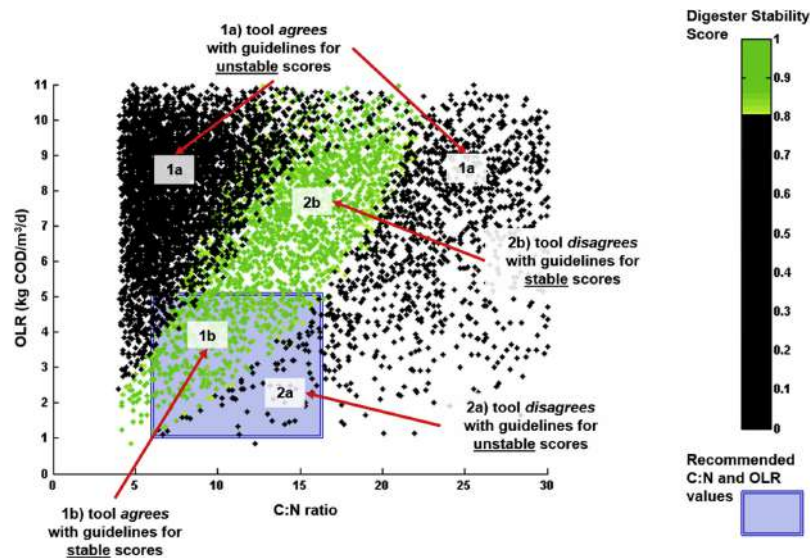


3. ábra: A biogázgyártás tápanyag összetételének hatása az üzemeltetés stabilitására.

(biogáz gyártás). A **3. ábrán** látható terner diagram belső pontjai a szennyvíziszap nélküli rothasztás esetére mutatják a három fő komponens arányát.

A színek ebben is a biokinetikai modell becsült üzembiztonságot mutatják, hasonlóan a **3. ábrához**. Az iszapterhelést 1-11 kg COD/m³.d között változtatták, de a terhelés hatása az ábrából megbecsülhetetlen.

A fentiekben többször idézett cikk végső, összegző megállapítását a **4. ábrán** adta meg. Elég pontosan kijelöli a gyakorlatban is szóba jöhető iszapterhelés tartományokat, természetesen laboratóriumi kísérletekkel kalibrált modell eredményeit is feltüntetve. Ez utóbbit már csak a 0,8 alatti és feletti biztonság feltüntetésével.



4. ábra: Tápanyag összetétel (C:N arány) és a szerves anyag terhelés biztonsága a rothasztásnál. A keretezett négyzet az üzemi tapasztalatok alapján javasolható tartomány (Stroot et al., 2001; Tchobanoglous et al., 2003). 30 fölötti C:N arány nem került feltüntetésre, mert 0,8 alatti biztonságot mutattak.

A kalibrációhoz használt laborkísérleteknél azonban a rothasztás feltételeit, paramétereit egyszerűen be lehetett állítani, a keverést tökéletessé lehetett tenni, s talán ekkor a felhabzás sem okoz különösebb gondot. Más kérdés, hogy ezekre sem adták meg az iszapvíz maradó szennyezettségét, s az iszap vízteleníthetőségét sem. Ettől függetlenül az iszaprothasztás szóba jöhető fajlagos szerves anyag és C:N arányainak tartományaira a korábbi külföldi üzemeltetési tapasztalatoknak megfelelően elfogadhatjuk a négyzet kerettel kijelölt tartományt.

Látható abból, hogy a modellezés ugyan kizárja annak egy részét, de a gyakorlat mégsem a modellezés egyértelmű tapasztalatait bizonyítja. A nagyobb terhelés a négyzet bal

felső sarkában éppen azt a tartományt mutatja, ahova a rothasztás a mintegy 10 C:N arányú lakossági szennyvíziszap nagy fehérje tartalmú segédanyagokkal juttatható. Ekkor a rendszerben igen jó lesz a mikroorganizmusok nitrogénellátása, de az 5 kg KOI/m³.d csupán 3,2 kg szerves anyag /m³.d terhelésnek felel meg. Ekkora terhelésig a keletkező ammónium mennyisége (iszapvíz ammónium tartalma) még a gyakorlat alapján nem veszélyes az üzembiztonságra. A négyzet jobb alsó sarkában viszont a gyengébb nitrogéntartalom mellett a kisebb terheléssel történő üzemeltetés tűnik a modellezés szerint problémásnak. Ebben az esetben éppen a kis terhelés miatt a lebontás ideje lesz nagyobb, ami várhatóan kompenzálja a gyakorlatban a modellezésnél kapott kedvezőtlen hatást.

Igen érdekes az adatokból az is, hogy a 2. ábra A pontja még éppen a 4 kg KOI/m³.d összes szerves anyag terhelés alatt kellett legyen, hogy a nagy átlagos zsirtartalma összejöheszen. Ez pedig a 4. ábra szerint feltehetően még az 1b tartományba tartozó terhelés és iszap C:N arány pont ott jelentett, ami mindenképpen biztonságos üzemeltetési tartományban van. A szennyvíziszap szerves anyagának hatásán túl nem szabad megfeledkezni annak a mikro-tápanyag (fém) tartalmáról sem, ami a mezőgazdasági biogáz üzemek alapanyagaiban eltérő összetételben és mennyiségben várható. Hatását a modellezéssel végképpen nem vizsgálták a szerzők.

A fentiek alapján megállapítható lehetne, hogy az anaerob iszaprothasztásnál a térfogati terhelés akár a hazai tapasztalat kétszerezését is megengedné. Nem szabad azonban ilyen következtetést levonni a modellezés, szimulációk eredményeiből, azok ugyanis csak a szóba jöhető reakciókat, s azok sebességeit, termékeinek az átalakulását vizsgálják. Nem veszik figyelembe a rothasztásnál alkalmazott keverés hatását, a fehérjék átalakításánál keletkező felületaktív átmeneti termékek (lipoproteinek) habzást eredményezhető hatását, a rothasztás eredményeként keletkező iszapvíz szerves anyag tartalmát, sőt a maradék iszap vízteleníthetőségét, szeparálhatóságát sem. Az együttrothasztásnál ezért mind a külföldi, mind a korábban bemutatott hazai, elsősorban dél-pesti tapasztalatokat okvetlenül figyelembe kell venni, mind a terhelési arányok, mind az együttrothasztásra hozzáadásra kerülő segédanyagok tekintetében.

HABZÁS AZ ANAEROB ISZAPROTHASZTÁSNÁL

Fontos a fentiek mellett általánosságban foglalkozni az együttrothasztásnál várható habzás kérdésével is, melynek alapján minden rothasztónál megítélhető az együttrothasztás terhelésnövelésének és a vele járó felhabzás veszélyének a mértéke.

Ezt a jelenséget az elmúlt évtizedekben igen sok lakossági szennyvíztisztító iszaprothasztójában észlelték (Ganidi et al., 2009, 2011; Nghiema et al., 2017). Komoly hatása volt az iszapterhelésnek a rothasztás teljesítményére, s a jelentkező iszaphabzásra. Esetenként a gázelvételt blokkolta a gázelvétel csöveiben történő szilárd anyag kiválással, eltömődéssel, máskor a recirkulációs szivattyúk szállításánál okozott gondot, esetenként pedig az úszó tető működését zavarta az erős habképződés, majd hirtelen letörés (megszűnés). Ross és Ellis (1992) szerint a habzás oka az anaerob környezetben a szerves anyaggal történő túlterhelés és azzal történő nagy túlzott ecetsav termelődés volt. Barber (2005) és Barjenbruch et al. (2000) később az elégtelen keverést, a hőmérséklet jelentős fluktuációját, a lökésszerű terheléseket, az extracelluláris poliszacharidok (EPS) túlzott részarányát és hidrofób anyagok jelenlétét (bevitelét és keletkezését) vélték keletkezése legfőbb okainak (Ganidi et al., 2009).

A felületaktív anyagok vagy eredendően ilyen tulajdonságú komponensei lehetnek

az iszapoknak (zsírok, fehérjék), vagy a hidrolízis során alakulhatnak ilyen átmeneti termékekké. Rajtuk kívül természetesen az olajok, nagyobb móltömegű zsírsavak, detergensok, és a finom részecskeméretű szilárd anyagok is habképző hatással bírnak (Barber, 2005; Ganidi et al., 2009, 2011; Nghiema et al., 2017). A lebontás során keletkező felületaktív komponenseket (hidroxilált és egymáshoz kapcsolt zsírsavak, glikolipidek, fehérjék, lipoproteinek, foszfolipidek és poliszacharid-lipid komplexek) biosurfactant névvel illetik.

Moeller és társai (2012) véleménye szerint a habzás kialakulásában a legfontosabb komponensek a fehérjék. Ezek az alapanyaggal nagy mennyiséggel érkeznek a rothasztóba. Egy részük már az aerob lebontás során keletkezik a már említett EPS polimerként, s döntően a sejtek kapszuláihoz, részecskéihez kötődve (partikuláris anyag) érkezik oda (Ganidi et al., 2009; 2011). Ha a betáplálás ilyenkor hosszabb idő intervallumonként történik, ami nagyobb dózisokat is jelent, lehetőség van koncentrációjuk ugrásszerű növekedésére, s vele erősebb felhabzásra. Ilyen betáplálás esetén napi 4 kg szerves (száraz) anyag/m³ (Organic Loading Rate - OLR) terhelés rendszerint már súlyos túlterhelésnek számít (Oelsner et al., 2007). Egyébként a fehérjék meghatározó szerepére utal az is, hogy az erősen habzó rothasztókban az iszapvízben rendszerint nagy ammónium koncentráció is jelentkezik, ami a fehérjék lebomlásának az eredménye (Moeller et al., 2012).

A habképződés okát Oelsner (2007) is az üzemeltetésben is látja. Szerinte is egyértelműen habzáshoz vezet, ha a rothasztó szerves anyag terhelését 4 kg/m³.d fölött tartják. Ez egyébként 6 kg KOI/ m³.d terhelésnek felel meg. A rothasztandó iszap nagy fehérje és könnyen bontható szerves anyag tartalma, no meg, ha azok nagy finom részecske mennyiséggel (koncentráció) érkeznek, a fenti terhelés fölött nagymértékben felgyorsítják a habzás jelentkezését (Oelsner, 2007; Moeller et al., 2012)

A fehérjék nagy molekulatömegű komplex vegyületek melyek mérete 14.6-250 kDalton között oszlik el (Clarkson et al., 1999), és nem oldódnak, illetőleg ülepednek különösebben a szennyvízben. Az előülepedésnél a nyersvíz ülepedő anyagához kapcsolódva kerül kis hányaduk (10 % körüli) a primer iszapba. A szekunder iszapba kerülő részük részben átalakítva sejtfehérjeként és EPS-ként jelentkezik. Ezek is döntően partikulárisak, bár valamivel már jobb az oldhatóságuk, ami az anaerob rothasztóban a hidrolízis révén tovább javul. Ettől függetlenül döntő részük az egyéb lebegő részekhez, a mikroorganizmusokhoz tapadva lesznek jelen az iszapkeverékben, így felületi aktivitásuk egyértelműen érvényesülhet. A rothasztóban működő mikroorganizmusok exoenzimjeikkel (proteasok és peptidázok) az eredeti fehérjéket, zsírokat tovább darabolják, majd hasznosítják sejtjeik építésére (szaporodás) elsősorban szerves szénforrásként. A sejtekben az aminosavak

szerves savakká és ammóniummá alakítják, melyek azután részben visszakerülnek a folyadékfázisba (Gerardi, 2003).

A fehérjék speciális micelláikkal ugyanakkor egyértelműen habképzők. Számos fehérje kritikus micellaképzési koncentrációját pontosították az elmúlt évtizedekben a kutatók. Ezzel együtt az a vélemény az uralkodó, hogy a rothasztókban a fehérjék ilyen értelmű hatása jóval erősebb, mint a zsíroké, mert a felületi aktivitásuk nagyobb, lebomlásuk pedig lassúbb azokénál. A cellulóz, hemicellulóz lebomlási termékei e tekintetben kevésbé felületaktívak, s lebomlásul még lassúbb is. Sok kutató állította már, hogy a rothasztók túlterhelése egyik oka lehet a habzásuknak (Pagilla et al., 1997; Barjenbruch et al.; Barber, 2005). Az ok talán elsősorban a lebomlásuk üteme, amely felületaktív termékek felhalmozódását

eredményezheti. A **2. táblázatban** láthatók a hagyományos mezofil lakossági iszaprothasztók terhelési tartományait.

Ez nagyon szélesnek tűnik (0,7–7,2 kg szerves anyag/m³.d), de Brown (2002) véleménye alapján 4,5 kg szerves anyag /m³.d fölött egyértelműen habzás várható. Ez persze a lakossági iszapra igaz, s lehet, hogy kevés zsír, netán jól bontható szénhidrát adagolásával ezen a határon is túl lehet lépni. Más közlemények ilyen egyértelmű összefüggést a terhelés és habzási hajlam között nem állapítottak meg. Ennek megfelelően nincs egyértelmű határ, hiszen a rothasztókba bevitt szennyvíziszap összetétele sem tekinthető mindenütt azonosnak. Nyilvánvalóan minden egyes rothasztóra a terhelési határ az alapanyagon túl a rothasztó kialakításától is nagymértékben függ.

2. táblázat: Mezőfil szennyvíziszap rothasztók jellemző fajlagos terhelési tartományai (Hivatkozott szerzők Ganidi et al. (2009) cikkében)

Forrás	Tipikus szerves anyag terhelés (kg VS m ³ .d ₋₁)
Handbooks of UK Wastewater Practice (1996)	0.8–1.6
Water Pollution Control Federation (1996)	1.5–6.2
Metcalf and Eddy (2003)	1.6–4.8
Brown (2002)	<4.5
Lamelot (2004)	<2.5
Harrison et al. (2004)	Max. 2.75
Bolzonella et al. (2005)	1
Braguglia et al. (2007)	0.7–1.4
Zupancić et al. (2008)	0.8
Cartmell and Chinaglia (2009)	1.7–3.4

Talán egyértelműen megállapítható, hogy a keverés, és a rothasztó alakja is meghatározó a rothasztó működésében. Egyértelműnek tűnik, hogy a gázfáklyás keverés, illetőleg bármilyen túlzott mértékű keverés növeli a habzás veszélyét, de óvatossá kell lenni a felületaktív anyagokkal történő terhelésre is, mert a gázbuborékokhoz tapadva azok stabilitását megnövelik, s így stabil habképződéshez vezethetnek. Ugyanez igaz részben a finom részecskékre is, különösen, ha az anyaguk felületi aktivitást is biztosít.

Ennek megfelelően, bár igen széles terhelési tartományt ajánl az irodalom, a mindenkori tápanyag, sőt a rothasztási maradék minősége (összetétele) erősen befolyásolja a rothasztók terhelhetőségét, pontosabban azt a terhelést, melynél a habzás üzemzavart okozhat. Ezen túl, mint láthatták a rothasztó kialakítása, keverése, netán felső habtörés, vagy habzástóló vegyszerek adagolása is meghatározó, bár az utóbbiak már inkább az üzemeltetés kényyszerű módosításait jelentik.

Ehhez alapvető a segédtápanyag, vagy tápanyagok összetételének ismerete, s beérkezésük, bekeverésük, adagolásuk pontos hangolása az üzemeltetés egyenletességének biztosításához. A fenti három tápanyagcsoport ugyanis eltérő sebességgel hidrolizál, alakul illó savakká, ecetsavvá, majd metánná és széndioxidá. Ezek az átalakítások legjelentősebben a pH esetenkénti ugrásszerű változtatásával zavarhatják a biogázzá alakulás utolsó lépcsőjét, a metanizációt. A savasságot okozó vegyületek között a nagyobb

molekulatömegű illósavak közvetlen hatása fokozottan káros a metanizálók sejtmembránjának blokkolásával a folyamat haszonanyag termelő utolsó lépcsőjére.

EGYEDI ROTHASZTÓK HAZAI TAPASZTALATAI

Az alapvető kérdés, a fentiek alapján, hogy a szennyvíziszap keverék „fehérje” tartalmát milyen mértékben szabad növelni a rothasztáshoz külső fehérjével, hogy az még ne okozzon üzemeltetési problémát (kivédhetetlen habzás, ill. elviselhetetlen vízteleníthetőség romlást). Ezt elég kevés ilyen anyagot fogadó üzem gyakorlatából értékelhetjük. Valójában csak a két pesti tisztító rothasztása, illetőleg a soproni tisztító példája lehet iránymutató. Valamelyest hasznosítható még a veszprémi rothasztás tapasztalata is, de az ott adagolt flotált zsíríziszap összetételét eddig még senki nem pontosította, becslés alapján elfogadják el fele zsír, fele fehérjének.

A veszprémi vegyes rothasztás

Ezt az utóbbi adatot azért felhasználva megállapítható, hogy ott napi 5,1 t szerves anyag kerül a rothasztóba a tisztításból és a környező tisztítók iszapbeszállításából, s ehhez napi 450 kg zsír és ugyanennyi fehérje, összesen 0,9 t tejipari eredetű szerves anyag kerül még bevitelre. Nyilvánvalóan adott a lakossági szennyvíziszap „fehérje” tartalma, amihez a tejipar 450 kg fehérje adódik hozzá. Az együttes szerves anyag bevitelre számolva a külső fehérje okozta fehérjetartalom

növekedést, az 7,5 %. Látszólag ez a növekmény ugyanakkora zsírtartalom növekménnyel együtt már éppen az üzemeltethetőség határára viszi csak az egyébként folyamatosan működő rothasztót.

Nem is annyira a rothasztó üzemeltetése látszik gondnak, hanem a rothasztó nagy szerves anyag terhelése, vagy HRT-je, amin persze nehéz változtatniuk. A szerves anyag (VS) terhelés összességében jelenleg 6 t/d a 3500 m³ ösztérfogatú rothasztóra. Ez a rothasztó hasznos térfogatára mintegy 2 kg VS/m³d, vagy KOI-ben ennek a másfélszerese, 3 kg KOI/m³d. A HRT egyébként 3500/185=19 nap, de ez valójában a gázterek miatt ennél 1-2 nappal kevesebb. Ez a kellő lebontáshoz kevésnek tűnik, amiért is romlik a rothasztott iszap vízteleníthetősége az üzemeltetők szerint. Ez túlzott víztelenített iszaphozamot és növekvő elhelyezési költséget jelent. A napi 450 kg tejzsír az irodalmi adatok alapján (Mata Alvarez et al., 2014) nem látszik ilyen vízteleníthetőség romlást okozni, a gázhozamot pedig egyértelműen javítja. Ez utóbbit Veszprémben is így érzékelik.

A soproni vegyes rothasztás

Talán ez a tapasztalat mutatja, hogy a vízteleníthetőség tekintetében nem is a zsírbevitellel, hanem a túlzott fehérjebevitellel lehet kritikus. Az ATEV által előállított biogáz alapanyag a korábban említett három hazai üzemben feltehetően a fehérjebevitellel okoztak elsősorban problémát. A kisebb terheléssel működő soproni üzemnél csak a vízteleníthetőséggel,

a dél pesti telepnél viszont emellett a veszélyes habzással is.

A soproni lakossági iszap rothasztóba 4,8 t VS/d a terhelés a primer és szekunder iszapból. Ebbe az üzembe olyan állati eledel gyártásból származó maradék érkezett pár évvel ezelőtt, amely döntően fehérjét tartalmazott. Ennek az anyagnak is ezért vehetjük mintegy három-negyedét fehérjének, a többi zsírnak, szénhidrátoknak és szervesetlen résznek. A beszállított, átlagosan napi 15 m³, 13,5 % szárazanyag tartalmú állati melléktermékkel így a mintegy 2 t napi többlet szárazanyagban 1,8 t volt a szerves, melyből 1350 kg lehetett a fehérje. Ez a fehérjemennyiség a rothasztóba került 6,6 t szerves anyagban 20,5 %-kal növelte a fehérjemennyiséget. Ez a veszprémi 7,5 %-hoz képest jelentős növekmény. Ráadásul nem kazeinnel és globulinnal történt a fehérje mennyiségének a növelése, hanem egy nehezen behatárolható fehérje keverékkel. Ilyen fehérje részarány növekedés a soproni iszaprothasztásnál olyan mértékű vízteleníthetőség romlást eredményezett, hogy le kellett állni a segédanyag adagolásával.

Meg kell ugyanakkor jegyezni, hogy a soproni rothasztóban a fajlagos szerves anyag terhelés az ATEV anyagának a bevitelére esetén is jóval kisebb volt, mint a veszprémi rothasztókban. Itt a napi 6,6 t szerves anyag került be a 4500 köbméteres rothasztókba. Ez csak 1,5 kg VS/m³.d, illetve 2,25 kg KOI/m³.d. terhelés. A rothasztási idő, vagy HRT tehát kedvezőbb volt ott a szerves anyag lebontásának. A vízteleníthetőség problémája ennek ellenére jelentkezett.

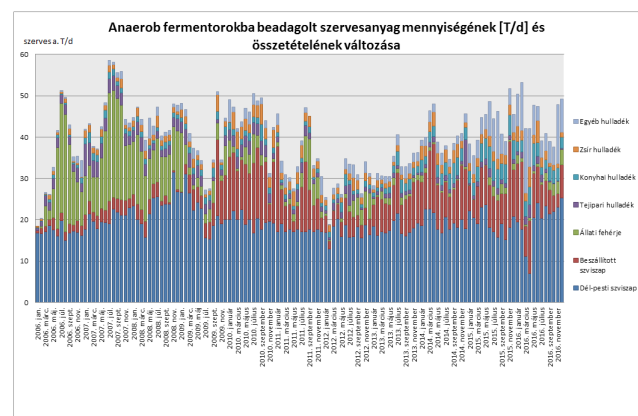
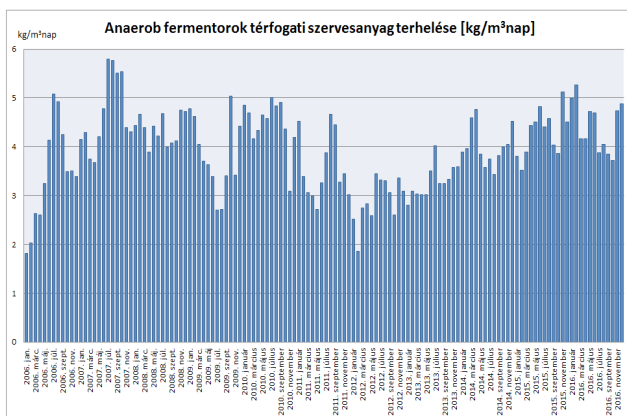
Észak-Pest és Dél-Pest

Az ATEV elmúlt évtizedben, s jelenleg is általános termelési gyakorlatában ugyanakkor folyamatosan keletkezik a fehérjében dús biogáz alapanyag. Ennek a fehérje tartalma talán még az állati eledel gyártásénál is nagyobb, mert az alapanyaguk zsírtartalmát más utakon hasznosítani tudják. A fehérje koncentrációja mintegy 15 % körül van. Ez azonban a számításokhoz nem lényeges, mert az ilyen folyadékkal bevitt szerves anyag teljes mennyisége így fehérjének is vehető. Két hazai lakossági szennyvíziszap rothasztó használ fel nagyobb mennyiségben ilyen mellékterméket, az észak-pesti és a dél-pesti szennyvíztisztítók.

Az **észak pesti** messze kisebb arányban és viszonylag folyamatosan fogad együttrothasztásra segédanyagokat. Esetükben ez mintegy 7 % ATEV fehérje a teljes szerves anyag bevételre. Mellette hasonló hányadban fogad a rothasztó ecetsavat, valamint zsír és törköly

maradék keveréket is. Ez a 7 % fehérjetartalom növekedés nem jelent problémát az üzemnek, hiszen a fajlagos szerves anyag terhelése összességében is mindössze 2,4-2,5 kg/m³d.

Más a helyzet a **dél-pesti** rothasztóknál. Az együttrothasztás ennél a telepnél került először bevezetésre, így a problémáit is ők kellett, hogy először érzékeljék. 2006 júniusától 2009 márciusáig (amikor aztán az az észak-pesti beindult, s az ATEV terhelést jelentősen csökkentette) a dél-pesti rothasztóknak nagyon nagy mennyiségű ATEV hulladékot kellett feldolgozniuk. A fajlagos terhelésük átlagosan elérte a 4 kg VS/m³.d értéket, s annak átlagosan a harmada az ATEV-től érkezett. Volt néhány hónap a 2007 július-szeptember időszakban, amikor szinte a fele terhelés az ATEV-től jött. Ekkor vált kritikussá a helyzet, s az erős habzás mellett a rothasztott iszap víztelenítése is nagyon rosszul ment. Ezek a fajlagosok és megoszlásuk az **5. ábrán** látható.



5. ábra: A dél-pesti szennyvíztisztító rothasztóinak a terhelése az utóbbi években.

Megállapítható az adatokból, hogy a telep erősen túlterhelt még napjainkban is, de ezt folyamatosan fejlesztéssel, korszerűsítéssel, elsősorban a keverés jelentős javításával igyekeztek stabilizálni. Esetükben az ATEV részarány nagyon nagy volt, de a fehérjekoncentráció növekedése azzal nem pontosítható, hiszen akkor is mintegy negyede-ötöde volt a fehérje koncentrátumnak zsír. Ez tehát a fehérje növekményt ilyen arányban csökkentette. Ennek ellenére az még átlagban mindig 25 % körül lehetett, sőt a 2007 július-szeptember időszakban 40 % körül is lehetett. Ekkor csúcsosodott ki az üzemeltetési probléma és kellett az ATEV behozatalt jelentősen csökkenteni. Ilyen arányokban tehát a lakossági rothasztók már nem vállalkozhatnak nagy fehérje tartalmú ATEV biogázlé fogadására.

A dél-pesti rothasztók adataiból az is megfigyelhető, hogy az ATEV termék részarányának drasztikus csökkentése, csaknem teljes kizárása mellett a szennyvíziszap mellett az egyéb, kis fehérje tartalmú hulladékok (zsír, konyhai, hulladékok) arányát növelték jelentősen, mintegy a lakossági iszap mennyiségének a harmadáig. Ezzel az összeálló iszapkeverék C/N arányát elég jelentősen növelhették. Ez a lebontást bizonyára javította, nem csak mértékében, de sebességében is. Így tudnak jelenleg stabilan rothasztani 5-5-5 kg VS/m³.d iszapterheléssel is.

Egyértelmű azonban, hogy az alapanyag összetételének stabilizálásán, optimalizálásán túl olyan tényezők, mint a rothasztás hőmérsékletének stabilizálás, a folyamatos hatásos

homogenizálás, átkeverés is meghatározó tényezői az üzemeltetésnek. Igaz ez a megfelelő monitoringra, illetőleg szükséges pH és alkalinitás stabilizálásra is. Az fontos jellemzője az üzem stabilitásának a végtermékként keletkező biogáz széndioxid, valamint a fehérjék bomlásából keletkező ugyancsak végtermék ammónium koncentrációja. Ezek azonban nem adnak információt a habzás jelentkezésére, illetőleg a rothasztott iszap vízteleníthetőségére, melyek pedig az üzemeltetés zavarmentességét, gazdaságosságát a gázhozamhoz hasonlóan alapvetően meghatározzák.

VÁRHATÓ GÁZHozAM, ISZAPHozAM NÖVEKEDÉS ÉS A TÚLTERHELÉS ESETLEGES HATÁSAI

Az együttlrothasztások tervezésekor elengedhetetlen a várható gázhozam és iszaphozam növekedés pontosítása, s mint már említésre került, az iszapvíz nitrogéntartalma alakulásának a számítása is. Az együttlrothasztás gázhozamának számításánál legfontosabbra fogadásra kerülő segédanyag összes szárazanyagának, s azon belül a szerves anyagának a pontosítása. Emellett hasonlóan fontos a fehérje és zsirtartalmának a meghatározása is. A fehérje tartalom az iszapvízbe kerülő ammónium mennyiségének számításához kell. A gázhozam számításához a zsír és fehérje tartalma alapján megfelelő átlagos lebomlásukat számolva a korábban megadott fajlagosokkal számolható a gázhozam. Ez a lebomló KOI mennyiségéből is számolható, ha a keletkező metánt a keletkező

biogáz mintegy két-harmadának vesszük. A szerves anyag tartalom biogázzá alakulására egyébként 0,5-0,75 m³/kg betáplált szerves anyag között várhatók a fajlagosok. A villamos energia termelés növekedésének a számításánál figyelembe kell venni, hogy a metán energiájának csak 40-45 %-a alakítható azzá. A nagyobb része hőenergiaként lehet majd hasznosítható.

Az együttlrothasztásra kerülő szerves anyag átlagos lebomlásának mértéke után jelentkező szerves anyag maradék az inert résszel együtt adja meg az abból keletkező iszapmaradék mennyiségét. Elvileg feltételezhető, hogy ez ugyan olyan mértékben vízteleníthető, mint a lakossági iszaptól megmaradó rész. Ez azonban nagyon kérdéses. A hazai tapasztalatok azt mutatják, hogy a rothasztók segédanyaggal történő túlterhelésekor a keletkező vegyes iszap vízteleníthetősége jelentősen romolhat. Ennek a mindenkori mértékét természetesen a víztelenítéshez adagolt polielektrolit dózisa is jelentősen befolyásolja. Ez éppen a segédanyag részarányának a növekedésével az 5-6 kg/t mértéktől akár 10 kg/t szárazanyag mértékig is változhat. Emellett persze a centrifuga típusa, teljesítménye is meghatározó.

A vizsgált közleményekben a rothasztó habzására, s a rothasztott iszap vízteleníthetőségének alakulására nem közölnek adatokat. Elsődleges kérdésük a gázhozam növelhetősége a terhelés, illetőleg segédanyagok bevitelének növelésével. Hazai tapasztalatok ugyanakkor azt bizonyítják, hogy a víztelenített iszapok szárazanyaga túlzott zsír/fehérje adagoláskor 4-6 %-al is csökkenhet. Ez azért kellemetlen, mert a víztelenített iszap mennyiségét 15 -30 %-al is növelheti az átlagosnak elfogadható 25 % szárazanyag tartalmú termékhez képest. Ez viszont az iszapszállítási, elhelyezési költségében igen komoly növekedést okozhat (Czakó és társai, 2017).

A SEGÉDTÁPANYAGOK HATÁSA AZ EGYÜTTROTHASZTÁS ISZAPVÍZÉRE

Alapvető probléma a rothasztásnál, hogy az iszap víztelenítésekor keletkező iszapvizet, amely jelentős nitrogén és foszforkoncentrációval rendelkezhet, ezek, valamint a szerves anyag tartalma miatt is vissza kell vinni a szennyvíztisztítás főágára.

A nyers iszap esetében a lakos egyenértéknek megfelelő 60 g/fő.d lebegőanyagból 60-70 %-a várható primer iszapként abba. Ez 36-40 g/fő.d. Ebbe kerül a befolyó víz

nitrogéntartalmának a 10 %-a, mintegy 1,3 g TKN/fő.d. Ezzel a szerves anyagának a 3 %-a körüli lesz a nitrogéntartalma. A szekunder iszap nitrogéntartalma ezzel szemben az iszapkor függvénye. Sedlak (1992) szerint a szekunder iszap szerves anyagának 7,5 % körüli lesz a nitrogéntartalma 10-30 napos iszapkornál. Mivel a két iszap mennyisége közelítőleg azonos, a szerves anyagokra számított érték 5 %. A szennyvízzel érkező TKN tartalomnak általában 30 %-a kerül a szennyvíziszapba. Ennek a fele oldódik vissza az iszapvízbe a rothasztásnál. Tehát a szennyvízzel érkező TKN terhelés 15 %-a ami a centrifugavízzel növeli a biológiai lépcsőre kerülő N-terhelést. Ezen túl az is kiszámolható, hogy a segédanyag rothasztása mekkora főági nitrogénterhelés növelést eredményez. Ezekből valamelyest az is becsülhető, hogy az adott főági tisztításkor megoldható-e a jogszabályi előírások által megkövetelt denitrifikáció betartása. Ez természetesen a nyers szennyvízzel érkező oldott szerves anyagok és ammónium KOI/TKN arányának lesz a függvénye. A nagy fehérjetartalmú segédanyagokkal történő együttrothasztás tehát mindenképpen rontja a tisztított víz öN határértékének a betarthatóságát. A probléma nyáron és télen is egyaránt várható, mivel télen a nitrifikáció lassul jelentősen, nyáron viszont a szerves anyag oxidációja

lesz fokozott. Ezen esetlegesen javítani lehet a denitrifikációhoz történő könnyen bontható, nitrogénmentes szerves anyag, például cukoradagolással, vagy mellékágon történő szeparált, autotrof nitrogéneltávolítás (Anammox) kiépítésével.

ÖSSZEFOGLALÁS

A segédanyagokkal, lakossági folyékony, vagy iszapszerű hulladékokkal és egyéb élelmiszeripari hulladékokkal történő együttrothasztás jelentős energianyereséget jelenthet a lakossági szennyvíztisztítóknak, de vigyázni kell ilyenkor a rothasztó terhelésére, a rothasztásra kerülő segédanyagok minőségére, összetételére. Túlzott fehérje és zsírterhelés is káros lehet a rothasztásra. A fehérjék túladagolása a rothasztó fokozott habzását generálhatja, míg a zsíroké a hosszú szénláncú zsírsavak koncentrációjának növekedését, s azzal metanizáció befékeződését. Mindegyik nehezen kezelhető probléma, leginkább a nyersanyag bevitel leállításával, csökkentésével orvosolható. Jól bizonyítja ezt a megfelelő keveréssel kiépített dél-pesti rothasztók jelenleg is elég nagy fajlagos terhelése, melyben azonban az ilyen hatást okozó anyagok részarányát az utóbbi években drasztikusan csökkentették.

HIVATKOZÁSOK

- Arnell, M., Astals, S., Àmand, L., Batstone, D.J., Jensen, P.D., Jeppsson, U. (2016) Modelling anaerobic co-digestion in Benchmark Simulation Model No. 2: parameter estimation, substrate characterisation and plant-wide integration. *Water Res.* 98, 138–146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2016.03.070>.
- Astals, S., Batstone, D. J., Mata-Alvarez, J., Jensen, P. D. (2014) Identification of synergistic impacts during anaerobic co-digestion of organic wastes. *Bioresour Technol* 169:421–7.
- Barber, W.P. (2005) Anaerobic digester foaming: causes and solutions. *Water* 21, 45–49. IWA. Avail.: <<http://www-uk1.csa.com/ids70/results.php?SID=40o9hnlkd4c223a8lr72q3vbb1&id=2>>.
- Barjenbruch, M., Hoffmann, H., Kopplow, O., Tränckner, J. (2000) Minimizing of foaming in digesters by pre-treatment of the surplus-sludge. *Wat Sci Tech*, 42, 235–241
- Batstone, D.J., Keller, J., Angelidaki, I., Kalyuzhnyi, S.V., Pavlostathis, S.G., Rozzi, A., Sanders, W.T.M., Siegrist, H., Vavilin, V.A. (2002) IWA Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1). IWA Publishing, London.
- Boe, K., Batstone, D.J., Steyer, J.P., Angelidaki, I. (2010). State indicators for monitoring the anaerobic digestion process. *Water Res.* 44, 5973–5980. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2010.07.043>.
- Brown, S. (2002) Operating a high-rate digester: the Southern Water experience. *Water and environment. CIWEM Journal* 16, 116–120.
- Clarkson, J.R., Cui, J.F., Darton, R.C. (1999) Protein denaturation in foam. *Journal of Colloid and Interface Science* 215, 333–338.
- Cook, S. M., Skerlos, S. J., Raskin, L., Love, N. G. (2017) A stability assessment tool for anaerobic codigestion. *Water Res.* 112 (2017) 19–28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2017.01.027>
- Czakó, L., Mészáros, I., Varga, Á. (2017) Állateledelgyári hulladék és szennyvíziszap együttrohasztása a soproni szennyvíztisztító telepen – Esettanulmány Vízmű Panoráma (2) 20–25.
- Davidsson, A., Lovstedt, C., la Cour Jansen, J., Gruvberger, C., Aspegren, H. (2008) Codigestion of grease trap sludge and sewage sludge. *Waste Manag.* 28 (6), 986–992. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2007.03.024>.
- Ganidi, N., Tyrrel, S., Cartmell, E. (2011) The effect of organic loading rate on foam initiation during mesophilic anaerobic digestion of municipal wastewater sludge. *Bioresour Technol* 102, 6637–6643.
- Ganidi, N., Tyrrel, S., Cartmell, E., (2009) Anaerobic digestion foaming causes – a review. *Bioresour. Technol.* 100, 5546–5554.
- Gerardi, M.H. (2003) The microbiology of anaerobic digesters. *Wastewater Microbiology Series*. Wiley-Interscience, New Jersey, US.
- Kabouris, J.C., Tezel, U., Pavlostathis, S.G., Englemann, M., Dulaney, J.A., Todd, A.C., Gillette, R.A. (2009a) Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of municipal sludge and fat, oil, and grease. *Water Environ. Res.* 81 (5), 476–485.
- Kabouris, J.C., Tezel, U., Pavlostathis, S.G., Englemann, M., Dulaney, J., Gillette, R., Todd, A.C. (2009b) Methane recovery from the anaerobic co-digestion of municipal sludge and FOG. *Bioresour. Technol.* 100, 3701–3705. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2009.02.024>.
- Kárpáti, Á. (2018): Lakossági szennyvíziszapok és rohasztásuk tapasztalatai I., *MaSzeSz HÍRCSATORNA*, 3. szám, pp 3–
- Kim, M., Chowdhury, M.M.I. Nakhla, G., Keleman, M. (2017) Synergism of co-digestion of food wastes with municipal wastewater treatment biosolids. *Waste Management* 61 (2017) 473–483 <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.010>
- Luostarinen, S., Luste, S., Sillanpää, M. (2009) Increased biogas production at wastewater treatment plants through co-digestion of sewage sludge with grease trap sludge from a meat processing plant. *Bioresour. Technol.* 100, 79–85.
- Miot, A., Guevarra, K., Ajedegba, J., Jones, B.M., Ving, K., Jolis, D. (2013) Restaurant trap waste characterization and full scale FOG Co-Digestion at the San Francisco oceanside plant. In: *Proceedings of the Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference (WEFTEC)*. Chicago, IL, pp. 1–18.
- Moeller, I., Goersch, K., Neuhaus, J., Zehnsdorf, A., Mueller, R. A., (2012) Comparative review of foam formation in biogas plants and ruminant bloat. *Energy, Sustainability and Society* 2(2)2–9.
- Nghiema, L. D., Koch, K., Bolzonellac, D., Drewes, J. E. (2017) Full scale co-digestion of wastewater sludge and food waste: Bottlenecks and possibilities *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 72 354–362
- Nguyen, D., Gadhamshetty, V., Nitayavardhana, S., Khanal, S. K. (2015) Automatic process control in anaerobic digestion technology: A critical review. *Bioresour Technol* 193:513–22.
- Noutsopoulos, C., Mamais, D., Antoniou, K., Avramides, C. (2012) Increase of biogas production through co-digestion of lipids and sewage sludge. *Global Nest J.* 14 (2), 133–140.
- Noutsopoulos, C., Mamais, D., Antoniou, K., Avramides, C., Oikonomopoulos, P., Fountoulakis, I. (2013) Anaerobic co-digestion of grease sludge and sewage sludge: The effect of organic loading and grease sludge content. *Bioresour Technol* 131 (2013) 452–459.
- Oelsner, E. (2007) Vergärung von Gülle und Hühnermist in der Mörsdorfer Agrar GmbH. *Biogas im Wandel, Tagungsband zur 16. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., 2007, S. 131–139.*
- Oláh, J., Palkó, Gy., Szilágyi, M., Barabás, Gy., Gyarmati, I., Tuba, L. (2010) Rothasztók üzemeltetése. *MaSzeSz HÍRCSATORNA 2010 (máj-jun)* 3-13.
- Pagilla, K. R., Craney, K.C., Kido, W.H. (1997) Causes and effects of foaming in anaerobic sludge digesters. *Wat Sci Tech* 36, 463–470.
- Ross, R.D., Ellis, L.M. (1992) Laboratory-scale investigation of foaming in anaerobic digesters. *Water Environment Research* 64 (2) 154–162.
- Sedlak, R. I. (1992) Phosphorus and nitrogen removal from municipal wastewater: principles and practice. (Ed.) 2nd Ed. Lewis Publishers
- Stroot, P.G., McMahon, K.D., Mackie, R.I., Raskin, L. (2001) Anaerobic codigestion of municipal solid waste and biosolids under various mixing conditions. *Digester performance. Water Res.* 35 (7) 1804–1816.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D. (2003) *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, fourth ed. McGraw Hill, New York, NY.
- Volf, B. (2017) Tejipari szennyvíziszap együttrohasztása lakossági szennyvíziszappal. Ipari szennyvízek tisztítása. *MASZESZ Seminar, Budapest, 2017 június 22.*
- Xie, S, Hai, F, Zhan, X, Guo, W, Ngo, HH, Price, W. E., Nghiem L. D. (2016) Anaerobic codigestion: a critical review of mathematical modelling for performance optimization. *Bioresour Technol.* 222:498–512.
- Xie, S., Wickham, R., Nghiem, L. D. (2017) Synergistic effect from anaerobic co-digestion of sewage sludge and organic wastes. *Int Biodeterior Biodegrad* 116:191–7.

ENERGIAÜLTETVÉNY ÖNTÖZÉSE TERMÁLVÍZ EREDETŰ HASZNÁLVÍZ FELHASZNÁLÁSÁVAL

KUN ÁGNES¹ ÉS BOZÁN CSABA¹

¹ NEMZETI AGRÁRKUTATÁSI ÉS INNOVÁCIÓS KÖZPONT (NAIK),
ÖNTÖZÉSI ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI ÖNÁLLÓ KUTATÁSI OSZTÁLY (ÖVKI),
5540 SZARVAS, ANNA-LIGET UTCA 35.
(EMAIL: KUN.AGNES@OVKI.NAIK.HU, BOZAN.CSABA@OVKI.NAIK.HU)

Kulcsszavak: szennyvízöntözés, talajvédelem, öntözővíz minőség

1. BEVEZETÉS

A szélsőséges vízháztartási helyzetek fokozódásával a változó környezeti feltételekhez való alkalmazkodás megköveteli az eddigi hazai mezőgazdasági gyakorlat módosítását. Az éghajlatváltozás következményeként hazánkat is sújtja a leginkább arid régiók sajátosságainak tekintett csökkenő és kedvezőtlen eloszlású csapadékmennyiség. Az éghajlatváltozás kisvizeket apasztó hatása már most is kimutatható, ezért a kisvízfolyásaink hasznosítható hozamának jelentős csökkenésére kell számítani, ezáltal növekszik a vízhiány nyal küzdő, és ezért ökológiai szempontból is érzékeny víztestek köre [1]. A vízfolyásokból, tavakból történő felszíni vízkivételek közül leginkább a kisvízi időszakban jelentkező öntözés, és – ha van – a halastavak frissvíz igénye, valamint a hűtési- energetikai célú vízkivétel lehet kritikus [1].

A klíma adaptáció egyik fontos eleme lehet az öntözéses gazdálkodási formák kiszélesítése, a víz- és energiatakarékos öntözési módok és módszerek előtérbe helyezése és nem utolsósorban a használt vizek (szennyvizek, hulladékvizek, elfolyóvizek, stb.) öntözéses hasznosítása (Francés et al., 2017; Singh, 2015). Az utóbbi jelentősége felértékelődik napjainkban, ugyanis az előbbieken bemutatott klímaváltozás hatásai miatt a legszárazabb nyári periódusokban a felszíni vizek kihasználtsága mellett jelentős értéket képviselhet a szennyvíz által biztosított öntözővízforrás is. Vermes (2017) szerint a szennyvízhasznosítás jövőjére nézve, a bioenergia nyerés térhódítása kapcsán létesülő energia ültetvények új perspektívát jelenthetnek, a szennyvíz alkalmas az ültetvény víz- és tápanyagszükségletének kielégítésére. Mezőgazdasági felhasználásra elsősorban a magas szerves anyag tartalmú élelmiszer- és könnyűipari szennyvizek alkalmasak (Vermes, 1977, Bognár és Vermes, 1980).

Ugyanakkor a klímaváltozás hatásai, a népességnövekedéssel együtt járó vízigény növekedés vagy a szektorok közötti vízért folyó küzdelem is hozzájárulnak ahhoz, hogy olyan vízforrások vizei is mezőgazdasági felhasználásra kerüljenek, amelyek minősége (mai ismereteink szerint) nem felel meg az öntözővízzel szemben támasztott követelményeknek. A napjainkra jellemző vízkonfliktusok időszakában a kutatás nem, vagy csak kevésbé tartott lépést a vízminőség szabályozásával és a vízminőségből eredő károk mérséklését biztosító módszereinek fejlesztésével, ezért számos területen már észlelhető a gyenge vízminőség felhasználásából eredő talajdegradációs folyamatok következménye. Az egyik ilyen leggyakoribb, hosszantartó terhelés következtében kialakuló, talajt károsító folyamat az öntözővíz minőségének hatására bekövetkező szoloncsákosodás (sófelhalmzódás) és szolonyecesedés (nátriumosság, nátriumfeldúsulás), amely folyamatok az antropogén szikesedés egy-egy típusának tekinthetőek.

A kutatásunk célja egy szarvasi, intenzív üzemű (afrikai harcsa) halnevelő-telep rétegvíz eredetű elfolyóvíze mezőgazdasági hasznosítási lehetőségének megtalálása volt, egy lehetséges alternatívát mutatva ezzel a napjainkban még „hasznosíthatatlannak” minősített szennyvíz felhasználására. A kutatás a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) Öntözési és Vízgazdálkodási

Önálló Kutatási Osztály (ÖVKI) és az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) Mezőgazdasági eredetű szennyvizek öntözéses hasznosítása fászszerű energiaültetvényben c. közös projekt keretében valósult meg. Hipotézise: a víz tápanyagtartalma hasznosul a növények felvétele által és a talaj tápanyag-ellátottságának növekedésével, mialatt (az öntözéses hasznosítás nélkül felszíni befogadóba érkező) vízkincs hozzájárul a víz helyben tartásához és az öntözött mezőgazdasági kultúra számára elérhető talajvízkészlet növekedéséhez. A víz azonban rétegvíz kutakból származik, amelynek jellemzője magas összes oldott sótartalom, nátrium és hidrogén-karbonát koncentrációja, valamennyi a talaj szikesedésének előidézőjeként számon tartott paraméter. A kutatás során ezért hosszútávú céljaink között szerepel:(1) olyan adaptálható vízkezelési módszert kidolgozni és alkalmazhatóságát kísérleti körülmények közt igazolni, amellyel az öntözésre alkalmatlan vizek is mezőgazdasági felhasználásra alkalmassá tehetőek (2), szennyvíz öntözést követően a talajban bekövetkező változásokat és a növényekre gyakorolt hatásokat azonosítani (3), megítélni a szennyvíz mezőgazdasági elhelyezésének és hasznosításának a fenntarthatóságát (4,) a különböző összetételű öntözővizek (nyers, javított) hatására bekövetkező talajtani változások alapján visszacsatolást megfogalmazni a magyar öntözővíz minősítő rendszer fejlesztéséhez.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A magas sótartalmú, nem hagyományos vízzel történő öntözés stratégiája olyan elemek összessége, amelyek segítségével (az egyébként öntözésre kevésbé alkalmas) marginális vizek válhatnak felhasználhatóvá. A módszerek közé tartozik a természetes vagy mesterséges kilúgozás, drénezés, megfelelő talajművelés és termesztéstechnológia alkalmazása, talajjavító anyagok kijuttatása, sótoleráns és sóakumuláló növények kiválasztása, a talajfelszín párolgásának csökkentése és az öntözővíz kezelése.

Ganjegunte et al. (2017) magas só- és nátrium tartalommal rendelkező (SAR: 9,3; EC: 2,6 dS/m) kommunális szennyvízöntözés mellett a talaj kimosását javasolja jó minőségű vízzel és mellette gipsz talajjavítóanyag alkalmazását három évente. Ritzema (2016) szerint a drénrendszer hatékony eszköz a talaj sótartalmának csökkentésében; túlóntözés vagy kilúgozó öntözés alkalmazása esetén a szivárgó víz elvezetésével a gyökérszóna öntözés következtében felhalmozódott só-tartalma csökkenthető. Shaygan et al. (2017) eredményei szerint a fizikai javítóanyagok (homok, vagy növényi maradvány) javítja a talaj vízgazdálkodási tulajdonságait, ezáltal kedvező feltételt teremt a sók kilúgozásához. Lokhande és Suprasanna (2012) szerint a sótűrő növények kiválasztásával helyettesíthetők a hagyományos mezőgazdasági növények, ezáltal sós talajok és sós öntözővizek válnak

növénytermesztésre felhasználhatóvá. Chen et al. (2015) szerint a szalma mulcsként való alkalmazása a vízfelhasználást 12 és 27%-kal csökkentette csepegtető öntözéssel folytatott kísérletében, ezen kívül a hatásos volt a sófelhalmozódás megakadályozásában is az észak-kínai sós-tengerparti városi környezetben, ahol a nátrium-klorid tartalmú talajvíz és a szél párologtató hatása miatt a sófelhalmozódás állandó probléma. Jesus et al. (2015) szerint a halofita növények vagy rizs vetésforgóba illesztésével, (amit valamilyen gazdaságosan termesztendő növény követ) a másodlagos szikesedés megelőzhető vagy mérsékelhető.

Az öntözővíz hígításának lehetősége igen hosszú múltra tekint vissza; Szabolcs (1961) szerint az öntözővizek mechanikai vagy más szóval fizikai javításának egyik formája, hogy a nagy sótartalmú vagy nagy szikesedési hányadossal rendelkező vizet jó minőségű vízzel keverjük, ezáltal felhígítjuk. Ugyanakkor a mai öntözővízzel kapcsolatos kutatások is számos esetben vizsgálják a hígítási módszer eredményességét. Malash et al. (2005) szerint a legnagyobb paradicsom termés-hozam felszín édesvíz (0,55 dS/m) és sós öntözővíz (4,2-4,8 dS/m) 3:2 arányban történő keverése mellett volt elérhető. Yu et al. (2012) szerint a magas sótartalmú szennyvizek kezelésére megoldás lehet a szennyvíz és édesvíz keverése, melyek optimális

keverési aránya szerinte 2:1 és 1:2 között van a növények növekedéséhez. Simmons et al. (2010) szerint a szennyvíz édesvízzel való együttes öntözése megvalósulhat hígítás által vagy a két különböző víz ciklikus alkalmazásával. (Sajátos példák erre, amikor egymás után kerül felhasználásra az édes és sós, pl. csirázáskor édesvíz, később sós víz a növény sótoleranciájától függően vagy, amikor funkció szerint kerül kiválasztásra az öntözővíz pl. öntözéshez sós víz a vegetációs időszakban, de kilúgozáshoz édesvíz a betakarítás után a csapadékmennyiség kiegészítésére (Beltrán, 1999). Costa és Aparicio (2015) szerint a magas só (0,8-2,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$) és hidrogén-karbonát tartalmú (452-763 mg/l) öntözővíz alkalmas lehet kiegészítő öntözésre rain-fed növénytermesztés esetén, amennyiben a maximális öntözővíz mennyiséget a csapadék függvényében és a víz SAR értéke alapján állapítják meg, megfelelő hígulást elérve. Alrajhi et al. (2017) kísérletében az öntözésre felhasznált nyers szennyvizet magas EC érték (2,6 dS/m) és nátrium tartalom (275 mg/l) jellemezte, amelyet ezért esővízzel keverve használt fel öntözésre.

Az öntözővíz kémiai úton történő javítása közül az egyik legismertebb a nátriumosság csökkentése érdekében hozzáadott kalcium-szulfát javítóanyag alkalmazása. Filep (1999) szerint a lúgosan hidrolizáló Na-sókat (Na_2CO_3 -ot és/vagy NaHCO_3 -ot) tartalmazó szikes vizek kémiai javítása kalciumot tartalmazó javítóanyag hozzáadásával történhet.

A javítóanyag szükséglet számítása:

$$(1) \quad x = Sz_e * E$$

összefüggés javasolható,

ahol x = a javítóanyag mennyisége (mg/l vagy g/m^3),

Sz_e = szódaegyenérték,

E = a javítóanyag egyenérték tömege (gipsz esetén 86,1).

Hopkins et al. (2007) szerint az alacsony EC értékű víz beszivárgási problémát okoz az aggregátumok szétesésén keresztül, amely megelőzhető ha gipsz hozzáadásával növeljük a víz EC értékét 0,2-0,3 dS/m értékre. Simmons et al. (2010) a magas sótartalmú vizek hosszú távú öntözéses felhasználása esetén a víz hígítását és ahol elérhető, Ca tartalmú anyag hozzáadását javasolja hely-specifikus, megelőző gyakorlat és kezelési stratégia részeként. Vyas és Jethoo (2015) szerint az öntözővíz magas nátriumtartalmú víznek tekinthető az indiai vízminőség osztályozás szerint, ha 18 és 26 közötti SAR értékkel rendelkezik, azonban jó drénviszonyok, megfelelő kilúgozás és gipsz hozzáadásával alkalmas öntözésre.

A gipsz jótékony hatását sós vízzel történő öntözés esetén számos szerző leírja már az 1900-as évek elejétől, azonban az elmúlt évtizedek során a gipszezett öntözővízzel végzett kísérletek eredményei hiányosak a hazai és a nemzetközi szakirodalomban is. Kutatásunk egyik legfontosabb célkitűzése két módszer (hígítás és kalcium-szulfát együttes alkalmazása) alkalmazásának megítélése használt termásvíz öntözéses felhasználása esetén.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A NAIK ÖVKI Liziméter Telep 1971-ben létesült 1 hektáros területen. Öt blokkból épült fel, egy blokkhoz 64 db liziméter edény tartozik, összesen 320 edény. A fémedényeket 8x4 m-es, 32 m² területű parcellák közepére helyezték el. Az edények térfogata 1 m³. A liziméterek alján 10 cm kavics-, fölötté 80 cm talajréteg helyezkedik el, a talaj feletti perem 10 cm. A kísérlet növénye NAIK ERTI energiafűz klónjai. Ligetvári et al. (2014) szerint a tisztított szennyvizek mielőbbi hasznosítása elengedhetetlenné válik a jövőben. A szennyvíz-felhasználással biztonságosabbá tehető az energiafű vagy erdő vagy akár közvetlen emberi fogyasztásra nem kerülő mezőgazdasági termékek előállítására. Az ideális energianövény jellemzőit az alábbiakban foglalják össze:

- nagy szárazanyag tartalom, betakarításkor tüzelésre való alkalmasság;
- évelő, sarjadzó típus;

- jó betegség-ellenállóság;
- jó víz- és nitrogénhasznosítás;
- az elméletileg elérhető szárazanyag termelés 33-55 t/ha/év.

Az öntözéses kísérlet elindítása 2015-ben kezdődött kétféle öntözővízzel (64 db edényben): a szennyvíz egy szarvasi intenzív afrikai harcsanevelő-telepről, míg a másik víz a Hármas-Körös Bikazugi-holtágából származik. A kísérletben nyolcféle kezelést alkalmaztunk: (1) Kontroll (öntözetlen), (2) szennyvíz 15 mm, (3) szennyvíz 30 mm, (4) szennyvíz 60 mm, (5) Körös víz 15 mm, (6) Körös víz 30 mm, (7) Körös víz 60 mm öntözési dózissal és végül (8) a kezelt szennyvíz kizárólag 60 mm öntözési dózissal (**1. táblázat**). A kezelt szennyvíz létrehozása a szennyvíz és Körös víz 1:3 arányú hígításával és gipsz javítóanyag hozzáadásával (312 mg/l) történt. Az öntözés mikroszórófejes öntözési móddal valósult

1. táblázat: A NAIK ÖVKI Liziméter Telepen beállított fűz kísérleten beállított kezelések és jelölésük, valamint az első két öntözési periódus alatt kijuttatott öntözővíz mennyiségek összefoglalása

Kezelés neve és jele	Öntözések száma		Kijuttatott öntözővíz mennyiség (mm)	
	2015	2016	2015	2016
Körös 15 mm (K15)	13	6	195	90
Körös 30 mm (K30)	13	6	390	180
Körös 60 mm (K60)	13	6	780	360
Szennyvíz 15 mm (H15)	13	6	195	90
Szennyvíz 30 mm (H30)	13	6	390	180
Szennyvíz 60 mm (H60)	13	6	780	360
Hígított, gipszesített víz 60 mm (HG)	12	6	720	360
Kontroll (öntözetlen)	0	0	0	0

meg. Az öntözési fordulók száma időjárástól függően változott. 2015 évi rendkívüli száraz nyárnak köszönhetően 13 alkalommal valósult meg öntözés, azonban 2016-ban a rendkívül csapadékos június és július hónapok miatt csak 6 alkalommal **(1. táblázat)**.

Az öntözővíz mintavétel a szarvasi intenzív afrikai harcsanevelő telepről közvetlenül elfolyó, kezelés nélküli elfolyóvízből történt és a Hármaskörös Bikazugi-holtágából (Körös víz). A hígított és kémiaileg javított nyers elfolyóvíz (hígított+gipszesített elfolyóvíz) mintavétele a NAIK ÖVKI Liziméter Telepén történt a kezeléseket követően. A mintavételezés 2015-ben kezdődött, az elemzéshez a 2015. és a 2016. évi vízminták vizsgálatának eredményeit használtuk fel. A mintavételek az öntözési idény alatt, havi gyakorisággal történtek. A vizsgálatok a NAIK ÖVKI Környezetanalitikai

Központ Vizsgáló Laboratóriumába (KAK) készültek el. Az öntözővíz vizsgált paraméterei voltak: a fajlagos elektromos vezetőképesség, az ammóniumion-, hidrogén-karbonát-tartalom és a Ca, K, Mg és Na koncentráció **(2. táblázat)**. A csurgalékvíz mintavétel 2016. és 2017. évek január és február hónapjaiban történt, a vizsgált paraméter a víz nitrát koncentrációja volt (táblázat). A csurgalékvíz mennyiségek mérése folyamatosan történt a kísérleti évek alatt, amelyek eredményei a kilúgozott nitrogén mennyiségének számításához lettek felhasználva. A talajvizsgálatok között szerepelt (az öntözővízben vizsgált paramétereknek megfelelően) a kicserélhető kationok mennyiségének és a nitrit- nitrát koncentrációnak a meghatározása **(2. táblázat)**. A talajmintavétel az öntözési idények előtt és után történt bolygatott talajmintákkal 0-20 cm, 20-60 cm, 60-80 cm mélységekben.

2. táblázat: Laboratóriumi vizsgálati módszerek összefoglaló táblázata

Vizsgált paraméter	A vizsgálat típusa	A vizsgálati módszer	Műszer
Víz (öntözővíz, csurgalékvíz)			
Fajl. elektr. vez. kép. (20 °C)	konduktometria	MSZ EN 27888:1998	INOLAB Cond Level 2P
Ammóniumion	FIA spektrofotometria	MSZ EN ISO 11732:2005	LACHAT QC 8500
Hidrogénkarbonát	acidimetria	MSZ ISO 9963-1:1998	szabvány szerint számítással
Ca, K, Mg, Na	AAS-láng	MSZ 1484-3:2006	Thermo SOLAAR M6
Nitrát koncentráció	FIA spektrofotometria	MSZ EN ISO 13395:1999	LACHAT QC 8500
Talaj			
Kicserélhető kationok (Na, Ca, Mg, K)	AAS-láng	MSZ-080214/1-78	Thermo SOLAAR ICAP 6500 DuoView
KCl-NO ₂ -+NO ₃ -N („nitrát” koncentráció)	FIA spektrofotometria	MSZ 20135:1999	LACHAT QC8500

4. EREDMÉNYEK

4.1. Vizminőség

A kísérletben két vízforrásból származó, négy különböző minőségű víz öntözéses felhasználása valósult meg. A használt víz/szennyvíz egy szarvasi halnevelő telep szennyvize, amely (rétegvíz eredete miatt) nagy nátrium tartalommal, szódaegyenértékkel és nátrium adszorpciós aránnyal rendelkezik **(3. táblázat)**.

Valamennyi tulajdonsága kedvezőtlen talajtani szempontból, mivel a nátrium ionok talajkolloidokon való adszorpcióját segíti elő, ezért hosszú távú öntözés esetén a talaj szolonyecsesedése következhet be a felhasználása során. A szennyvíz hátrányos jellemzőit tovább súlyosbítja az összes oldott sótartalma **(3. táblázat)**, amely meghaladja a hazai gyakorlatban javasolt 500 mg/l határértéket (90/2008. (VII.18.) FVM rendelet). A stabilizációs tóból származó víz minősége a vizsgált paraméterek alapján nem különbözik jelentősen a halnevelő telepről közvetlenül kifolyó víz minőségétől. A Körös holtágából

származó víz ezzel szemben kiváló öntözővíz minőséggel rendelkezik, valamennyi vizsgált paraméter esetében az ajánlott határértékek alatti értékek voltak mérhetőek (Na%: 35%, SAR: 1,5, szódaegyenérték: 1,25). A szennyvíz Körös vízzel való hígításával és kalcium-szulfát hozzáadásával kezelt szennyvíz már öntözésre alkalmas lehet a kémiai paraméterek javított értékei miatt. A vízjavításnak köszönhetően valamennyi öntözővíz minőség mutatója megközelítette a javasolt határértékeket **(3. táblázat)**.

A Filep György által javasolt osztályozási rendszer szerint a kezeletlen szennyvíz „öntözésre nem használható és nem javítható”, míg a Körös víz „öntözésre minden esetben használható” **(1. ábra)**, (Filep, 1999). A kezelt szennyvízre jellemző Na% érték (51%), SAR érték (3) és szódaegyenérték (3 mgé/l) olyan mértékben csökkent a vízjavítás következtében, hogy a minősítő rendszerben kedvezőbb

3. táblázat: A kísérletben felhasznált öntözővizek legfontosabb jellemzői

	Körös	Szennyvíz	Stabilizációs tó	Hígított szennyvíz + gipsz
Nátrium százalék (Na%) ^a	34	86	83	51,4
Nátrium adszorpciós arány (SAR) ^b	1,3	12,3	11,0	3,0
Szódaegyenérték ^c	0,4	13,3	11,8	2,8
Összes oldott sótartalom (mg/l) ^d	259	838	755	662
Ammónium tartalom (mg/dm ³)	0,4	23	20	10

Megjegyzés: ^a Na%=Na/(Ca+Mg+Na+K)*100, ^b SAR=Na/((Ca+Mg)/2)^{1/2},

^c Szódaegyenérték= (HCO₃+CO₃)-(Ca+Mg), ^d Összes oldott sótartalom (mg/l)= EC (dS/m)*640

kategóriába (nem szikes talajok öntözésére csak hígítás és/vagy kémiai javítás után alkalmas”) került, mint az eredeti szennyvíz.

Nemzetközi öntözővíz minősítő rendszerek szerinti értékeléséhez felhasználásra került az Amerikai Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma (USDA, 1954) által kiadott, a szikes talajok kezeléséről és javításáról szóló kézikönyv ötödik fejezet, amely az öntözővíz minőségének legfontosabb szempontjait tárgyalja (USDA Handbook 60), (Richards, 1954). Valamint, az Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet (FAO, 1989) mezőgazdasági útmutatója szerint szikesség, beszivárgásra ható tényezők, elem toxicitás és egyéb speciális hatások értékelése is megtörtént az öntözővíz minőségének megítélése érdekében (Ayers és Westcot, 1989). Míg az utóbbi osztályozási rendszer azonos csoportba

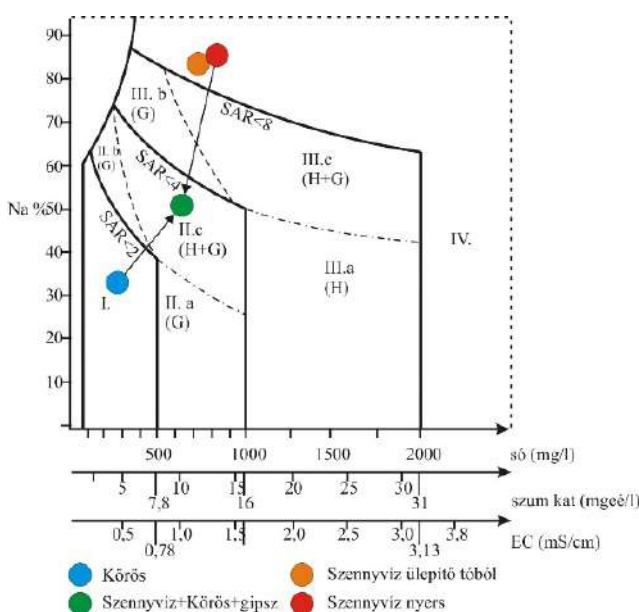
sorolja a szennyvizet és kezelt szennyvizet (FAO: „korlátozások mellett használható”), addig az amerikai rendszer öntözésre alkalmasnak ítéli meg a kezelt szennyvizet, „megfelelő drénviszonyok” mellett.

A vízminőség vizsgálatok eredményei szerint a szennyvíz vízkezeléssel alkalmassá tehető öntözésre, a vízjavítás következtében csökkenthetőek voltak a talaj szolonycesedését előidéző paraméterek értékei. A kezelt szennyvíz mezőgazdasági felhasználása esetén a talaj kémiai degradációjának kockázata mérsékelte a nyers szennyvízhez képest, a módszer alkalmazásával a hasonló összetételű, különböző forrásból származó szennyvizek felhasználása is elősegíthető a jövőben.

4.2. Szoloncsákosodás mértéke

Az öntözés hatására a talajban két év alatt bekövetkező vízben oldható össz só-tartalom változás részletes vizsgálata érdekében sómérleg számítását végeztünk. Az eredményeink szerint két kezelésben lett pozitív a vizsgált szelvény (0-60 cm) sómérlege: a H15 és HG kezeléseknél átlagosan 0,08 t/ha-ra növekedett a talaj só készlete 2015-2017 között. Az összes többi kezelésben a sómérleg negatív lett a vizsgált két év alatt, amely a gyökérzóna sókészletének csökkenését jelenti. A csökkenés -0,7 és -2,89 t/ha érték közötti mértékű volt a többi kezelésben.

Filep (1999) korábban megállapította, hogy jó szerkezetű vályog talajon vagy laza homok talajon 800-1000 mg/l koncentrációjú



1. ábra. A kísérletben felhasznált öntözővizek elhelyezkedése a Filep-féle öntözővíz minősítési diagramon

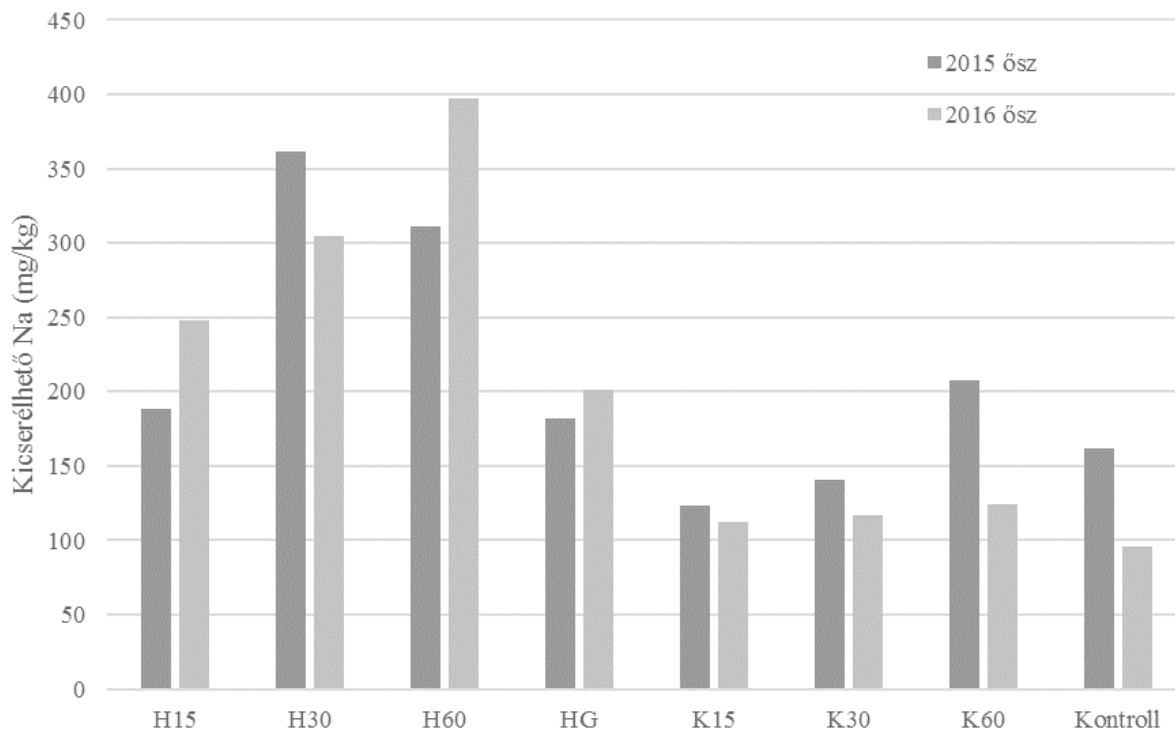
víz alkalmazása is megengedhető, ha a talajvíz mélyen van, mivel ilyen területen a légköri csapadék kilúgozó hatása képes megakadályozni a sófelhalmozódást. Az eredmények szerint a 0-60 cm mélységű, agyag fizikai féleséggel jellemezhető gyökérzóna sófelhalmozódása nem következett be annak ellenére, hogy az öntözővíz sókoncentrációja (~800 mg/l) 60%-kal meghaladja az agyagos talajra maximálisan javasolt értéket (500 mg/l). Zsembeli et al. (2017) hasonló eredményei szerint 600 mg/l sótartalmú öntözővíz alkalmazása mellett nem következett be sófelhalmozódás a talajban, így a magyar szabályozás szerint javasolt 500 mg/l határértéket túl szigorúnak itéli. *Az eredmények arra engednek következtetni, hogy az agyagtalajon javasolt maximális 500 mg/l sókoncentrációjú öntözővíz minőség határérték tovább emelhető, mivel a téli időjárás hatására az öntözési idény alatt a gyökérzónában történt sófelhalmozódás képes volt kilúgozódni a vizsgált időszakban* (Kun, 2017a).

4.3. Szolonyecsedés mértéke

Az öntözés hatásának értékelése során a kicserélhető bázisok (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+) mennyiségét vizsgáltuk meg, mert elsődleges célunk volt meghatározni, hogy a különböző minőségű öntözővizek, hogyan befolyásolják a talajkolloidok felületén adszorbeálódott nátrium kationok mennyiségét. Darab (1958) a kicserélhető nátriumionok arányának megnövekedését a művelt talajrétegben az öntözött talajok másodlagos szolonyecsedésének nevezi, amit az öntözés hatására bekövetkező

talajdegradáció egyik formájának tart. A talajban található kationok sorrendje az öntözés előtt, növekvő mennyiségük szerint az alábbiak szerint alakult: nátrium < kálium < magnézium < kalcium. Ez az eloszlás optimálisnak tekinthető, mivel a mért $\text{CaS}\%$ meghaladta a 70%-ot, így Ca^{2+} kedvező hatása érvényesülhet, a $\text{MgS}\%$ nem haladta meg a 30%-ot, így kevésbé aszály-érzékeny a talaj, a $\text{NaS}\% < 5$, ezért a kedvezőtlen kolloidikai hatások nem jelentkeznek (Stefanovits, 2010).

Mindkét öntözési idényt követő őszi vizsgálati időpontokban a szennyvízzel öntözött kezeléseknél volt mérhető a legnagyobb kicserélhető nátrium tartalom (**2. ábra**). Az öntözési norma növekedésével növekedett a felhalmozott kationok mennyisége, amely az öntözővízzel kijuttatott nagyobb nátrium mennyiségnek köszönhető. A legnagyobb kicserélhető nátrium mennyiség abszolút értéke megközelítette a 400 mg/kg-ot a 60 mm-es öntözési norma esetén, a szennyvízzel öntözött kezelésben. Sione et al. (2017) szerint 321 mg/kg határérték felett már számolni kell a nátrium hatására bekövetkező kedvezőtlen vízgazdálkodási talajtulajdonságok kialakulásával. Konvencionálisan a nátriumok relatív arányával (az összes kation százalékában kifejezve) is lehet jellemezni az öntözés hatására bekövetkező változásokat. Az első öntözési idényt követően a kicserélhető nátrium százalék az alábbiak szerint alakult a különböző kezeléseknél: szennyvízzel öntözött talajban: 3,5-5,2 NaS%, Körös vízzel öntözöttekben és kontrollban 1,2-1,5 NaS%, ill. a kezelt szennyvízzel öntözött kezelés esetében 2,3 NaS%.



2. ábra. A talaj kicserélhető nátrium tartalma (mg/kg) 2015 őszén és 2016 őszén a 0-60 cm-es talajrétegben

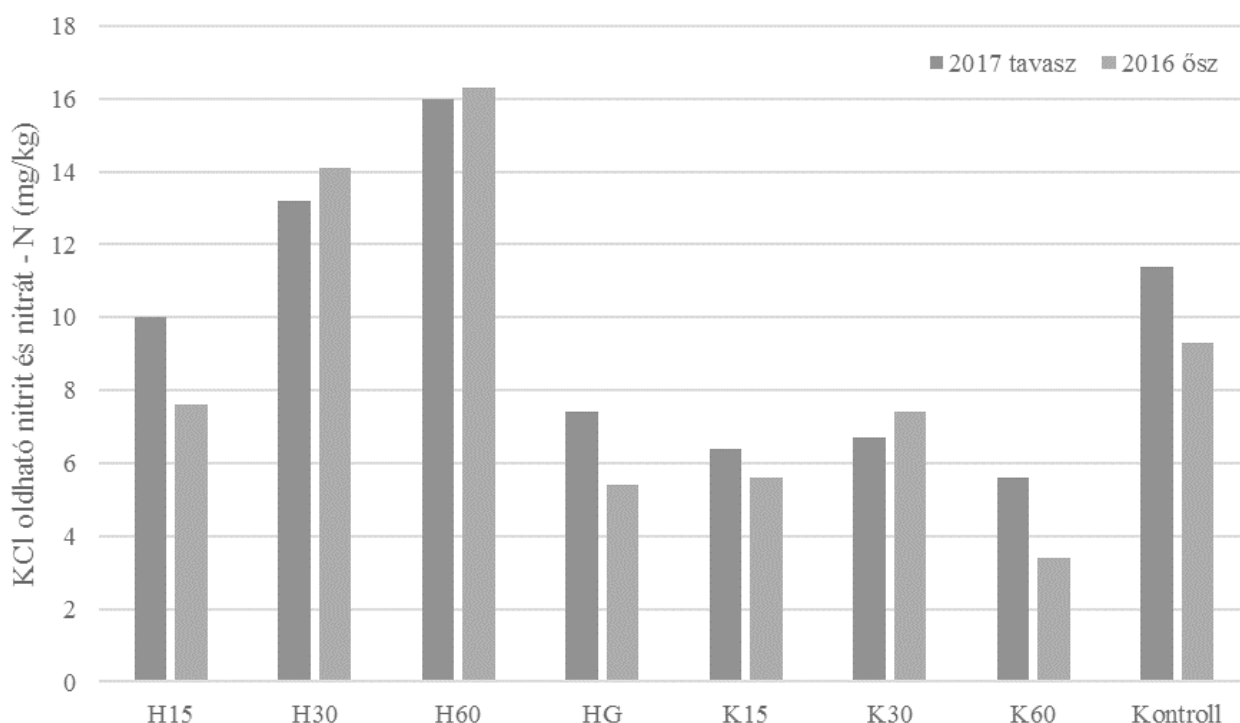
Hirzel et al. (2017) szerint a homokos vályog és vályog fizikai féleségű szőlőültetvény talajában 517% és 382%-kal növekedett a kicserélhető nátrium koncentrációja a borászatból származó szennyvíz öntözése mellett (Na: 425 mg/l). Izraeli tenyészedényes kísérlet során megállapították, hogy homok (<1% agyag), vályog (6% agyag), lösz (20% agyag) talajon szennyvízöntözés (Na: 154 mg/l) hatására 580%-kal növekedett a NaS%, míg a homok

és lösz talajon 30%-kal csökkent, illetve 6%-kal növekedett (Travis et al., 2010). Kísérletünkben a vizsgált időszak alatt a kezelt szennyvíz esetében az adszorbeálódott nátrium ionok mennyisége szignifikánsan nem változott, így a nátrium adszorpció tekintetében kedvezőbb talajtani hatások várhatóak a kezelt szennyvíz hosszú távú felhasználása esetén, mint nyers szennyvízzel történő öntözés során (Kun et al., 2017b; Kun et al., 2018a).

4.4. A talaj nitrit- és nitrát tartalma

A szennyvíz igen nagy szervesetlen nitrogén koncentrációja a növények számára felvehető tápanyagtartalmat jelent. A szennyvíz talaj tápanyagtartalmára gyakorolt hatását az azonos időpontokban mért, eltérő kezelésekből származó talajminták nitrát koncentrációja alapján vizsgáltuk (**3. ábra**). Az második öntözési időpontot követően a szennyvízzel öntözött kezeléseknél nagyobb nitrát tartalom volt mérhető közvetlenül az öntözési időpontot követően és a téli kilúgozási időszakot követő mintavétel során is. A 30 mm öntözési norma

esetén igazolható, hogy a szennyvízzel öntözött kezelésben nagyobb a talaj nitrogén koncentrációja, mint a Körös vízzel öntözöttben (Kun, 2017a). Az öntözetlen kezelésben mért nagyobb nitrát koncentráció oka, hogy a növények öntözött körülmények között több tápanyagot képesek felvenni, ezért az öntözetlen kezelés talajában több nitrogén marad, amely a téli időszakban a kilúgozási folyamatok által nagyobb nitrát koncentrációt eredményez a csurgalékvizekben (Szalókiné és Szalóki, 2003).

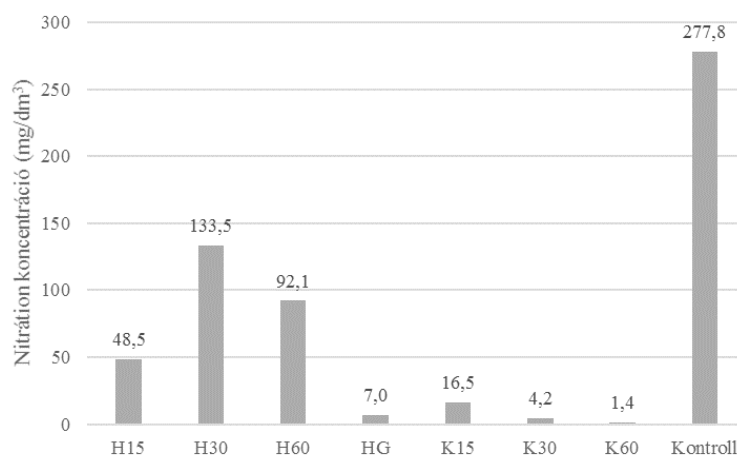


3. ábra. A talaj KCl oldható nitrit- és nitráttartalma (mg/kg) a 0-30 cm-es talajrétegben 2016 őszén és 2017 tavaszán

4.5. A talajvíz nitrát-terhelésének mértéke

Adrover et al. (2017) szintén a talaj nitrát koncentrációjának növekedését tapasztalták a nem öntözött értékekhez képest (6,5–9,3 mg/kg) Phaeozem (27,9 mg/kg) és Calcisol (31,2 mg/kg) talajokon egyaránt, másodlagosan kezelt kommunális szennyvízzel öntözve. A növekedés egyaránt lehet következménye az öntözővíz nagy nitrogén koncentrációjának és az szennyvízöntözésnek köszönhetően a szerves anyagok megnövekedett mértékű ásványosodásának (Adrover et al., 2017). Ezzel szemben Quaye et al. (2011) szerint a rövid vágásfordulójú fűz ültetvény talajának nitrogén ellátottságban nem okozott változást a papírgyári melléktermék (120 kg N/ha) kijuttatása, aminek oka a talaj eredetileg nagy tápanyag-tartalma volt. *Eredményeink szerint igazolható, hogy a halnevelő telepről származó használt víz a talaj nitrát koncentrációjának növekedését eredményezte ezzel hozzájárult a növények számára hozzáférhető nitrogén készlet növekedéséhez.*

Az öntözésre használt szennyvíz nitrogén tartalma és a talaj szervesen nitrogén tartalmának növekedése miatt a talajvíz nitrát szennyezésének kockázatát is vizsgáltuk. Az öntözési kísérlet liziméter edényekben zajlott, az eszköz alkalmas a talajoszlopon (1 m³) átszivárgó víz összegyűjtésére, amelynek így mérhető a mennyisége és a kémiai analízisek érdekében mintázható. Az elemzés során a kísérlet mindkét öntözési idényét követő tél végi/tavaszi időszakban (2016, 2017) mintáztuk a megjelent csurgalékvizeket. Az eredmények szerint a szennyvízzel öntözött talajokon átszivárgó csurgalékvíz nagyobb nitrát koncentrációval rendelkezik, mint a Körös vízzel és a kezelt szennyvízzel öntözöttek, ugyanakkor az öntözetlen (kontroll) kezelés talaján átfolyt víz jelenti a legnagyobb kockázatot a talajvíz nitrát szennyezésének szempontjából, mivel annak koncentrációja többszöröse valamennyi vizsgált kezelésben mért értékeknek (4. ábra).



4. ábra. A kísérletben előfordult csurgalékvizek átlagos nitrát koncentráció értékei a különböző kezelésekre szerint

ÖSSZEFOGLALÁS

Az eredmények igazolják az előző szakaszban hivatkozott megállapítást, mely szerint az öntözetlen területen kevesebb nitrogén hasznosul a vegetációs időszakban, amely a téli időszakban a kilúgozási folyamatok által nagyobb nitrát koncentrációt eredményez a csurgalékvizekben (Szalókiné és Szalóki, 2003). A 27/2006.(II.7.) „a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről” szóló kormányrendelet szerint „nitrátszennyezéssel szemben érzékeny víz..., az a felszín alatti víz, amelynek nitráttartalma meghaladja az 50 mg/l értéket. Három kezelés csurgalékvizének átlagos nitrát koncentráció értéke haladta meg a hivatkozott határértéket **(4. ábra)**. A csurgalékvíz nitrát tartalma alapján az éves, becsült, kilúgozás általi nitrogén veszteség: a szennyvízzel öntözött kezelésekben 5,6-15,9 kg N/ha körül alakult, a kezelt valamint a Körös vízzel öntözöttekben 0,3-1,5 kg N/ha, míg az öntözetlen kezelésben 56,9 kg N/ha volt 2016-ban. *Az eredmények szerint a szennyvíz öntözéses felhasználása mellett a talajvíz nitrát szennyezése kisebb mértékű, mint egy hagyományos, csapadékgazdálkodással művelt területen és a kilúgozás általi nitrogén veszteség elhanyagolható mértékű a tápanyag-utánpótlás szempontjából. A kísérlet második évében az öntözetlen kezelés csurgalékvizében mért nitrogén veszteség kisebb volt, mint 2016-ban (8,1 kg N/ha), ugyanakkor a nitrát koncentráció értékek mindkét évben meghaladták a szennyvízzel öntözött kezelésben mért értékeket.*

A napjainkban jelentkező vízhiány miatt az alternatív vízforrások jelentősége felértékelődik. Jelenleg az ország egyik legnagyobb kiaknázatlan vízkészlete a rétegvíz eredetű szennyvizek (48 millió m³). Szintén felhasználás nélkül kerülnek a felszíni víztestekbe a halastavakból származó vizek, a feldolgozóipar, élelmiszeripar és szeszfőzdék szennyvizei, amelyek vízkibocsátása megközelítőleg évente 61, 41, 9 és 1 millió m³, rendre. A vízkincs felhasználása és a környezet terhelésének (tápanyag és ásványi anyag terhelés) elkerülése miatt fontos megtalálni ezeknek a vizeknek az alternatív hasznosítási módját (Kun, 2018b). Kutatásunkban a szarvasi intenzív afrikai harcsanevelő telepről származó szennyvíz öntözéses hasznosíthatóságát vizsgáltuk, öntözővíz minőség, talajdegradáció és talajvíz szennyezés témakörök mentén.

Eredményeink szerint a nyers szennyvíz vízminősége miatt (magas összes oldott só-tartalma és nátrium, ill. hidrogén-karbonát koncentrációja miatt), öntözés során a talaj kémiai degradációját idézheti elő a másodlagos szolonyecesedés folyamatán keresztül. A szennyvíz öntözővíz minőségének meghatározása alapján öntözésre nem vagy csak feltételesen javasolt a hazai és nemzetközi osztályozások szerint, azonban a kezelt szennyvíz (1:3 arányú Körös vízzel való hígítás és kalcium-szulfát javítóanyag hozzáadása) korlátozások mellett alkalmazható öntözésre a vízminősége alapján.

Két éves kísérleti eredményeink szerint a kezelt szennyvíz felhasználható öntözésre a talaj szikesedésének elkerülése mellett. Következtetésünk alapján a talaj nátriumossága elkerülhető az alkalmazott vízjavítási módszerrel és a termásvíz „vízkincse” is hasznosul, ezáltal csökkenthető a felszíni vizek és azok környezetének terhelése (eutrofizáció, másodlagos szolonyecsedés a csatornák mentén), valamint a korábban leírt vízkezelési módszerek alkalmazása a napjainkban jelentkező aktuális problémák (termásvíz elhelyezés, öntözésfejlesztés szükségessége) egy részére alternatív megoldást jelenthet, a kísérlethez hasonló körülmények esetén.

A talajtani vizsgálatok eredménye szerint a szennyvíz összes sótartalma nem okozott a 0-60 cm mélységű talajrétegben káros mértékű sófelhalmozódást, ami a téli csapadék kilúgozó hatásának volt köszönhető, annak ellenére, hogy a kísérlet talaja agyag fizikai féleségű, amely textúra a legnagyobb mértékben kockázatos a szolonyecsedés és szoloncsákosodás folyamataiban. Következtetésünk szerint a vizsgált talajtani paraméterek (kicserélhető nátriumtartalom, vízben oldható összessó tartalom) értékei előrevetítik az öntözővíz minősítő rendszerek további differenciálásának és a határértékek újradefiniálásának szükségességét.

A jövőben nemcsak a szennyvizek fenntartható öntözéses felhasználásához, hanem az öntözésfejlesztések elősegítéséhez is elengedhetetlen azon kutatások folytatása, amelyek célul tűzik ki:

- az öntözővíz minőség – talajtani változások – öntözővíz minősítő rendszerek közötti kapcsolatok, visszacsatolások leírását és számszerűsítését,
- vízkezelési módszerek kidolgozását,
- sós vízzel történő öntözés stratégiai elemeinek a fejlesztését,

ezáltal alapot képezve egy új, modern és a gyakorlatban is elterjeszhető öntözési eszköztárnak.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a „Mezőgazdasági eredetű szennyvizek öntözéses hasznosítása fás szárú ültetvényeken” c. Földművelésügyi Minisztérium által finanszírozott OD001 sz. projekt támogatja. A kísérletek beállításáért, fenntartásáért, illetve az analitikai vizsgálatok elvégzéséért külön köszönet a NAIK ÖVKI munkatársainak. Az országos szennyvízkibocsátásra vonatkozó adatokért köszönet illeti az Országos Vízügyi Főigazgatóságot.

IRODALOM

- Adrover M., Moya G., Vadell J. 2017. Seasonal and depth variation of soil chemical and biological properties in alfalfa crops irrigated with treated wastewater and saline groundwater. *Geoderma* 286: 54-63.
- Alrajhi A., Beecham S., Hassanli A. 2017. Effects of partial root-zone drying irrigation and water quality on soil physical and chemical properties. *Agricultural Water Management* 182: 117-125.
- Ayers R.S., Westcot D.W. 1989. *Water quality for agriculture*. FAO. Rome.
- Beltrán J.M. 1999. Irrigation with saline water: benefits and environmental impact. *Agricultural Water Management* 40: 183-194.
- Bognár Gy., Vermes L. 1980. A szennyvizek és hulladékok mezőgazdasági elhelyezésének, ill. hasznosításának hatása a mezőgazdasági vízgazdálkodásra. *Hidrológiai Közöny* 60/ 4: 145-153.
- Chen X., Kang Y., Wan S., Li X., Guo L. 2015. Influence of mulches on urban vegetation construction in coastal saline land under drip irrigation in North China. *Agricultural Water Management* 158: 145-155.
- Costa J.L., Aparicio V.C. 2015. Quality assessment of irrigation water under a combination of rain and irrigation. *Agricultural Water Management* 159: 299-306.
- Filep Gy. 1999. Az öntözővizek minősége és minősítése. *Agrokémia és Talajtan* 48/1-2, 49-65.
- Francés G.E., Quevauviller P., González E.S.M., Amelin E.V. 2017. Climate change policy and water resources in the EU and Spain. A closer look into the Water Framework Directive. *Environmental Science and Policy* 69: 1-12.
- Ganjegunte G., Ulery A., Niu G., Wu Y. 2017. Effects of treated municipal wastewater irrigation on soil properties, switchgrass biomass production and quality under arid climate. *Industrial Crops and Products* 99: 60-69.
- Hopkins B.G., Horneck D.A., Stevens R.G. Ellsworth J. W., Sullivan D.M. 2007. *Managing Irrigation Water Quality*. Pacific Northwest Extension Publication. PNW 597-E.
- Jesus J. 2015. Phytoremediation of salt-affected soils: a review of processes, applicability, and the impact of climate change. *Environmental Science and Pollution Research* 22/9: 6511-6525.
- Kun Á. 2017a. Intenzív üzemű halnevelő-telepről származó szennyvíz mezőgazdasági elhelyezésének és hasznosításának vizsgálata energiafűz kísérletben. Doktori értekezés. Szegedi Tudományegyetem
- Kun Á., Bozán Cs., Oncsik B. M., Barta K. 2017b: Használt termásvíz mezőgazdasági elhelyezésének (öntözés) hatása a talaj kicserélhető nátrium tartalmára és az összes oldott sótartalmára, *Agrokémia és Talajtan* 66/1:95-110.
- Kun Á., Bozán Cs., Oncsik B. M., Barta K. 2018a. Evaluating of wastewater irrigation in lysimeter experiment through energy willow yields and soil sodicity. *Carpathian Journal of Environmental Sciences* 13/1: 77-84.
- Kun Á. 2018b. Intenzív halnevelő telepről származó elfolyóvíz öntözésre való alkalmasságának vizsgálata. *Hidrológiai Közöny* 98/1.
- Lokhande V.H., Suprasanna P. 2012. Prospects of halophytes in understanding and managing abiotic stress tolerance. In: Ahmed P., Prasad M.N.V. (ed): *Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change*. Springer, New York, USA. p.29-56.
- Malash N., T.J. Flowers, R. Ragab 2005. Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. *Agricultural Water Management* 78: 25-38.
- Quaye A.K., Volk T.A., Hafner S., Leopold D., Schirmer 2011. Impacts of paper sludge and manure on soil and biomass production of willow. *Biomass and Bioenergy* 35: 2796-2806.
- Raveh E., Ben-Gal A. 2016. Irrigation with water containing salts: Evidence from a macro-data national case study in Israel. *Agricultural Water Management* 170: 176-179.
- Richards L.A. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agriculture Handbook No.60. USDA
- Ritzema H.P. 2016. Drain for gain: Managing salinity in irrigated lands – A review. *Agricultural Water Management* 176: 18-28.
- Shaygan M., Reading L.P., Baumgartl T. 2017. Effect of physical amendments on salt leaching characteristics for reclamation. *Geoderma* 292: 96-110.
- Singh A. 2015. Poor quality water utilization for agricultural production: An environmental perspective. *Land Use Policy* 43: 259-262.
- Szabolcs I. 1961. A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akadémiai Kiadó.
- Simmons R., Quadir M., Drechsel P. 2010. Farm-based measures for reducing human and environmental health risks from chemical constituents in wastewater. In: Rechsel P., Scott C.A., Raschid-sally L., Redwood M., Bahri A.: *Wastewater irrigation and health. Assessing and mitigating risk in low-income countries*. Ertscan. London. p.209-238.
- Sione S.M.J., Wilson G.M., Lado M., González A.P. 2017. Evaluation of soil degradation produced by rice crop systems in a Vertisol, using a soil quality index. *Catena* 150: 79-86.
- Stefanovits P., Filep Gy., Füleky Gy. 2010. *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó.
- Szalókiné Z. I., Szalóki S. 2003. Nitrátlemosódás vizsgálata liziméteres és szabadföldi tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan* 52/1-2: 35-52.
- Travis M.J., Wiel-Shafran A., Weisbrod N., Adar E., Gross A. 2010. Greywater reuse for irrigation: Effect on soil properties. *Science of the Total Environment* 408, 2501-2508.
- Vyas A., Jethoo A.S. 2015. Diversification in measurement methods for determination of irrigation water quality parameters. *Aquatic Periodica* 4: 1220-1226.
- Yu Y., Wen B., Yang Y., Lu Z.H. 2012. The effects of treated wastewater irrigation on soil health. In: Chen R. – Sung W.P.: *Biotechnology, Chemical and Materials Engineering*, Pts 1-3. Trans Tech Publications Ltd. Stafa-Zürich.
- Vermes L. 1977. Vízminőségi jellemzők és határértékek. In: Gál et al.: *Faültetvények szerepe a szennyvizek elhelyezésében és hasznosításában*. Vízügyi Gazdasági Tájékoztató 87. Budapest.
- Vermes L. 2017. Vízgazdálkodásunk mostoha gyermeke – a szennyvízöntözés. *Hidrológiai Közöny* 97, 66-75.
- Wang Q., Huo Z., Zhang L., Wang J., Zhao Y. 2016. Impact of saline water irrigation on water use efficiency and soil salt accumulation for spring maize in arid regions of China. *Agricultural Water Management* 163:125-138.
- Zsembeli J., Mori Y., Tuba G., Czeller K., Kovács Gy. 2017b. Complex effect of secondary salinization and composting on soil respiration. *Colymbella* 4.supp/1: 193-198.

Internetes hivatkozás: [1] Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv. 2015. Elérhető online 2017.09.10-én, http://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD9B8A6DBAB/OVGT_foanyag_vegleges.pdf

MIKROMŰANYAGOK A HAZAI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK ELFOLYÓ VIZEIBEN

DR. NÉMETH ZSOLT PHD.

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM, VÍZTUDOMÁNYI KAR,
FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS TANULMÁNYOK INTÉZETE

Kulcsszavak: mikroműanyag, elfolyó tisztított kommunális szennyvíz

ABSTRACT

A műanyagok, kémiai stabilitásuknak és általános elterjedésüknek köszönhetően, releváns környezeti tényezővé léptek elő az utóbbi 70 év során. Darabjaik a mikrométerestől a több méteresig megtalálhatók a talajban, levegőben és vizeinkben is. Jelen felmérés hét közepes méretű (50 000–120 000 LE) hazai szennyvíztisztító-telep elfolyó vizeinek első kvantitatív vizsgálata, melynek alapján nagyságrendi becslést adunk az innen kikerülő mikroműanyag-szennyezés mértékére. A telepek főleg a Dunántúlon, annak középső körzetében helyezkednek el. A méréseket mintavételek útján, szűréssel és főleg optikai kiértékeléssel végeztük. Az eredmények azt mutatják, hogy az elfolyó, tisztított vízben a mikroműanyag-koncentráció viszonylag alacsony, átlagosan mintegy 2.175 db/m^3 , azonban az utóbbi évek fogyasztói szokásai következtében ennek növekedése várható. Felmérésünkben a szemcsék anyagi minőségét egyelőre nem vizsgáltuk.

Mivel az elfolyó, tisztított vizek befogadói időszakos-, vagy állandó felszíni vizek, vízfolyások, különösen fontos, hogy e szennyezés jelentőségét konkrét mérések alapján tudjuk megbecsülni.

BEVEZETÉS

A műanyagok az elmúlt évtizedek során mindennapi életünk részévé váltak. Használati tárgyaink, ruháink, kozmetikumaink, étkeink csomagolása belőlük készül, s mivel a mikroorganizmusok nem tudják lebontani őket, hulladékká vált anyagaik évszázadokig a környezetben maradnak.

A világban 2016 folyamán nagyjából 335 millió tonna műanyagot gyártottak [Statista], melynek mintegy 40%-a csomagolóanyagként szolgált. A termelés mennyisége az utóbbi 10 év átlagában minden évben nagyjából 9%-kal növekedett. A hulladékká váló műanyagok

tömege pedig 275-290 millió tonnára tehető évente [LovetheOceans], melyből minden évben több tízmillió tonna kerül ki a természetbe, főleg az emberi gondatlanság következtében.

Természeti környezetünk egyébként is folyamatosan és sokféle veszélynek, terhelésnek van kitéve, a közlekedés és ipar okozta levegőszennyezéstől a mezőgazdasági kémikáliák, vagy szénhidrogén-termékek általi talajszennyezésig, azonban fiziko-kémiai sajátosságai miatt a legérzékenyebben a felszíni édesvizek és ökológiájuk reagál a szennyezésre. Jó példa erre a tiszai cianid-katasztrófa, a kolontári vörösiszap hatása a Torna-patakra, vagy a Balaton-felvidék, évtizedekkel ezelőtti műtrágya-terhelésének a tó élővilágára gyakorolt, szintén katasztrófális hatása.

A fenti példák egyszeri, vagy néhány évtizeden át fennálló szennyezések voltak, melyek elmúltával a helyi ökológiai közösségek legalább (részbeni) regenerációja következett, azonban a hosszan tartó és egyre növekvő szennyezések, melyek már rendkívül kis koncentrációban is *maradandó változásokat hoznak létre a vízi életközösségek genetikájában*, beépülnek a táplálékláncba, felhalmozódva a magasabb rendű élőlényekben, a jövőre nézve szinte beláthatatlan veszélyforrást jelentenek. Ilyen szennyeződések pl. a hormonok, vagy hormon-hatású anyagok.

Ugyan a gyógyszeripar által komoly mennyiségben eladott fogamzásgátlók és egyéb

gyógyszerek, kommunális szennyvíztisztítóknak nem lebomlott hatóanyag tartalma is gyakran vizsgált genetikai és hormonális hatásokat válthat ki alacsonyabb rendű élőlényeknél, megdöbbentő módon napjainkra a *műanyagokból kioldódó gyártási segédanyagok által okozott hormonhatás válik egyre dominánsabbá*. [Colborn et.al. 1996]

A hormonok fontossága a környezetszennyezésben könnyen érthető, hiszen ezen anyagokra receptorokkal rendelkezünk és már rendkívül kis koncentrációban (pár nanogramm/liter!) is komoly hatásokat váltanak ki az élő szervezetekből.

Mindennapi műanyagaink, mint pl. a polietilén, polipropilén, polikarbonát, vagy a PVC gyártásához több száz adalékot használnak (pl. festékeket, biszfenolokat, ftalátokat, polibrómozott difenil-étereket... stb.), melyek az utóbbi évtized kutatási eredményei szerint hormonrendszerünkre, anyagcserénkre, viselkedésünkre jelentős hatással vannak. A vizeinkbe, vagy a talajvízzel kontaktusba kerülő, évi több tízezer tonna műanyag hulladékból ezen anyagok a kémiai-fizikai degradáció során folyamatosan kioldódnak.

A vizekbe került műanyagdarabok a fizikai mozgás, egymással és a part köveivel való súrlódás, illetve a fotodegradáció során folyamatosan aprózódnak és bekerülnek a táplálékláncba. A mikroszkopikus méretű polimer darabkák pedig beépülnek mind az alacsonyabb, mind

pedig a magasabb rendű vízi élőlények szöveteibe is, [Thompson, 2017] ahogy ezt egy közelmúltbeli kutatás megállapította. Itt a megváltozott kémiai környezet is felgyorsíthatja az adalékok kioldódását.

A mikroműanyagok forrásai leginkább a műszilas anyagok, a csomagolások, a kozmetikumok és a gumi. Egy mosógépből akár több százezer mikroszkopikus műanyagszál is a lefolyóba kerül egy 6 kg tömegű átlagos töltet mosása során [Napper, 2016], valamint egy átlagos kamion 100 km megtételekor kb. 20-22 g mikroszkopikus gumiport szór szét a levegőbe az abroncsok kopása miatt. A közlekedés során szétszóródott gumipor jó része a városokban, utak mentén leülepszik és a csapadékkal bemosódik a talajba, illetve a szennyvíz-csatorna hálózatba. Ugyancsak ide kerül a kozmetikumokban alkalmazott mikroműanyag szemcsék nagyrésze, melyek a fogkrémekben, bőrradírokban, krémekben és festékekben találhatók **(1. ábra)**.

A szennyvízzel elfolyó mikroműanyag mennyiségét a világban éves szinten 1 millió

tonnára becsülik [Tyree]. Ennek jórésze nem jut be a szennyvíztisztítóba, de ami bejut, annak tekintélyes hányada sajnos ki is kerül onnan a környezetbe. A szennyvíztisztító telepek kifolyói ezért a felszíni vizekbe jutó mikroműanyag-szennyezés komoly forrásai. Ezek a mikroműanyagok aztán a vízzel bekerülnek szinte mindenhová, a felszín alatti vízbázisok egy részébe is.

Nem csoda, hogy a Minnesotai Egyetemen az ORBMedia által megrendelt kutatás 2017-ben a Föld öt lakott kontinensének ivóvíz hálózataiból gyűjtött több mint száz minta elemzése sokkoló eredményt hozott. [Tyree] A minták 83%-ában találtak mikroműanyag darabokat, átlagosan 4,8-at. Az USA mintáiban 94% volt ez az arány, míg az Európából származó 18 minta esetén „csak” 72%.

A fentiek miatt is fontosnak tartottuk tehát megbecsülni a hazai szennyvíztisztítókból kikerülő mikroműanyag-szennyezést, hogy a magyarországi helyzetre vonatkozó konkrétabb adatok birtokába jussunk.



1. ábra: Mikroműanyag a fogkrémekben és nagyobb darabok elhullott albatrosz emésztőtraktusában. [NPR]

MINTAVÉTEL, VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Felmérésünk során hét, közepes méretű hazai szennyvíztisztító-telep kifolyóját vizsgáltuk. A telepek hazai viszonylatban közepesnek mondható, 50-120 ezer LE kapacitásúak, négy közülük a nyári turizmus által különösen terhelt körzetekben helyezkedik el.

Az elfolyók vizét egy 450 W teljesítményű búvárszivattyúval továbbítottuk a 25, illetve 77 mikron résméretű, rozsdamentes szűrőkre **(2. ábra)**. A fémházba zárt szűrők felülete kör alakú volt, nagyságuk 254 cm^2 . A szűrőház és a hozzá vezető tömlő együttes térfogata kb. 3 litert tett ki, ami a vizsgált minták térfogatának töredéke.



2. ábra: A mintavevő rendszer elemei: A fehér szűrőház állványon, a kifolyó vízmennyiséget 1/2 collos vízórával mértük.

A mintavételek során addig pumpáltuk a vizet a szűrőre, míg az vagy teljesen el nem tömődött, vagy el nem értük az 1 m^3 átfolyt térfogatot.

A szűrőház kiképzése nem engedte meg, hogy a beszívott szemcsék a rendszerből más úton távozzanak, a szűrőbetét átszakadását pedig a nyomás mérésével és szabályozásával előztük meg.

A szűrőket telítődés után a laboratóriumban üveglapon, felső megvilágításban, 25-szörös nagyításban kiértékeltük. Így a 25-30 mikrométeres szemcsék is jól láthatóvá váltak, méretük pedig a 25- és 77 mikronos szűrőrések segítségével könnyen behatárolható volt **(3. ábra)**. Problémát legtöbbször inkább az anyagi minőség meghatározása jelentett, ugyanis ebben a mérettartományban egy műanyag forgácsot egy másik anyagdarabtól pusztán optikai úton nem mindig lehet egyértelműen megkülönböztetni.



3. ábra: Szűrőbetét (balra) és műanyag szemcsék (jobbra) nagyított képe

Sajnos ezen első vizsgálathoz nem állt rendelkezésre FFT-IR-Mikroszkóp, így a műanyagokat optikailag és termikus vizsgálattal tudtuk azonosítani, hőre való lágyulásuk alapján.

EREDMÉNYEK

A vizsgált telepek név szerinti megjelenítésére szóló engedély híján a telepeket számokkal láttuk el.

Az egyes telepeken vett minta mennyiségeit és az azonosított műanyag szemcsék számát az **1. táblázatban** foglaltuk össze.

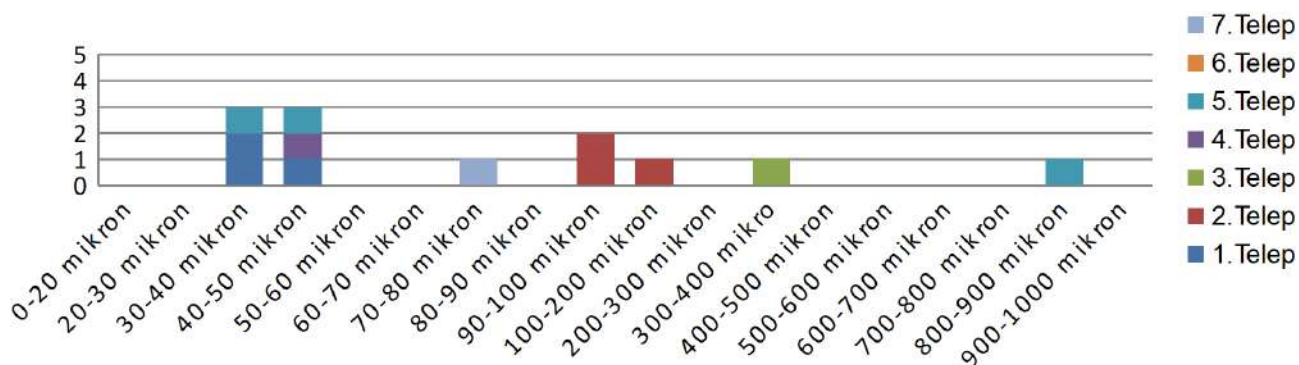
Látható, hogy a mintákban csak elenyésző számú részecskét találtunk, a 30 mikrontól az 1000 mikronig terjedő mérettartományban.

Az egyes telepek kifolyóinak tisztasága között sajnos hatalmas eltérések voltak tapasztalhatók. Volt olyan telep, mely esetén még a 25 mikronos szűrőn is 970 liter vizet tudunk átszűrni, ugyanakkor más esetben a minta térfogata még a 77 mikronos szűrő esetén is csak 8 liter volt. Itt és néhány más esetben a mérést a kifolyó vízminőségének javulása után meg szeretnénk ismételni tekintettel arra, hogy az iszapból a mikroműanyag szemcsék nem, vagy csak igen jelentős erőfeszítések árán, nagy hibalehetőséggel mutathatók ki, illetve a vizsgált minta mérete folytán nem reprezentatív.

A talált mikroműanyagokat méretük szerint is osztályoztuk, ezt mutatja a **4. ábra**.

1. táblázat

	Átszűrt víz mennyisége (liter)	Talált mikroműanyag darabszáma
1. telep	1970	3
2. telep	831	3
3. telep	500	1
4. telep	1965	1
5. telep	920	3
6. telep	8	0
7. telep	131	1

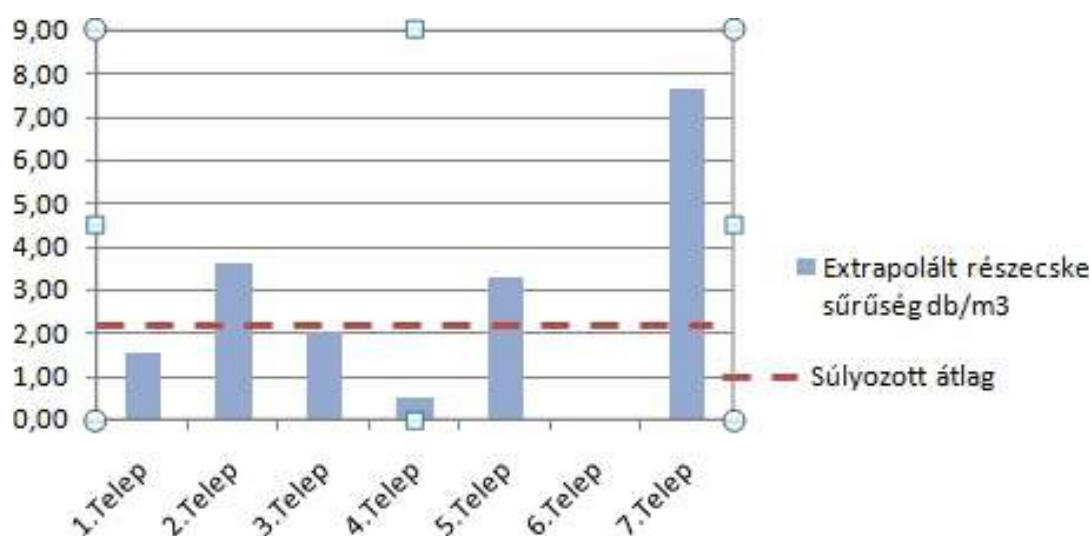


4. ábra: Talált mikroműanyagok száma és mérete telephelyek szerint

Látható, hogy a mikroműanyagok mérete az eddigi mérések szerint a 30-1000 mikron tartományban jórészt egyenletesen oszlik el. Ennek egyik oka valószínűleg a vizsgált telepek technológiai változatossága, másik oka a viszonylag csekély mintatérfogat. Figyelemre méltó, hogy még az 1 mm-es tartományban is megjelennek részecskék, valószínűleg a szűrés hiányában, vagy a homokszűrőn való

áthatolás következtében. Utóbbi effektusnak jelentős hatása lehet a parti szűrésű ivóvíz kutakra nézve, ezért alaposabb vizsgálata része kutatási programunknak.

A mérési eredményeket extrapolálva 1m^3 mintára megkaphatjuk a telepek kifolyóinak átlagos részecske-sűrűségét (5. ábra).



5. ábra: Extrapolált részecske sűrűség az egyes telepek kifolyóiban és súlyozott átlaguk. db/m^3

Az ebből számolt súlyozott átlag 2.175 db/m^3 , ami az első mérések pontatlansága miatt csupán nagyságrendi becslésnek mondható, de felette van az eddigi külföldi vizsgálat eredményének. [Murphy, 2016] Ennek oka lehet a jelen vizsgálatok mérési hibája mellett, mind a viszonylag kis mintamennyiségekből eredő szórás, mind pedig a vizsgált szennyvíztisztító-telepek technológiai különbözősége.

Az eddigi eredmények alapján általánosságban talán elmondhatjuk, hogy bár a vizsgált telepek naponta valószínűleg több ezer mikroműanyag darabot bocsátanak ki a befogadóba, ez a szennyezés, rendkívül csekély tömegénél és vélhetően magas poliolefin-arányánál fogva egyelőre nem jelent talán komoly környezeti veszélyt. A tömegre vonatkozó becslés során a legnagyobb, 900 mikronos szemcsékkel és 10^3 kg/m^3 közelítő sűrűséggel számolva sem lépi túl a napi kibocsátott mennyiség a 8 grammot a legnagyobb telep csúcsterhelése alatt sem. Ennél egyetlen PET-palack, vagy gumibroncs felszíni vízbe kerülése is komolyabb környezeti hatást jelent.

Mivel a befolyó szennyvíz az eddigi mérések és józan észrvek alapján [Murphy, 2016]

jóval magasabb arányban tartalmaz mikroműanyag szemcséket, ezek tekintélyes hányadának a szennyvíziszapban kell maradni. A **mikroműanyag szemcsék** általában **dielektrikumok**, így részt vesznek a Van der Waals-kölcsönhatásban és **jórészt beépülnek az iszappelyhekbe**. Ezen állítás kísérleti igazolásán dolgozunk. **Ez és mérési eredményünk egyben azt is jelenti, hogy a telepek kifolyóinak műanyag szennyezése egyelőre csak olyan körzetekben tekinthető valamelyest releváns környezeti hatásnak, ahol a befogadó közvetlen kapcsolatban van az ivóvízbázissal.**

Összehasonlításként: a közlekedésből származó, köbméterenként sokezer mikroszkopikus gumi- és korom részecskét tartalmazó levegő közvetlen belégzése az utak mentén és a városokban például nyilvánvalóan sokkal komolyabb egészségügyi kockázatot jelent, melynek problémájára technikai megoldást adni ráadásul sokkal nehezebb, mint a szennyvíztisztító-telepek kifolyóinak fizikai szűrésére. Utóbbi jó hatásfokkal csökkentené a mikroműanyag részecskék mennyiségét a kifolyókban és ezáltal a befogadók műanyag-terhelését is.

ÖSSZEFOGLALÁS

Hét magyarországi szennyvíztisztító-telep elfolyó vizeinek vizsgálatát végeztük szűréssel és optikai módszerekkel. A vizsgálat során a 30-1000 mikrométeres tartományban találtunk műanyag szemcséket, melyek sűrűségének súlyozott átlaga 2.175 db/m³ volt.

A mérések eredménye a mintavételi problémák és kiértékelési módszer hiányosságai miatt közelítő jellegűnek tekinthető, belőle nagyságrendi becslések adhatók a környezet terhelésére. **Az eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a vizsgált telepek mikroműanyag kibocsátásai egyelőre nem jelentenek komoly környezeti kockázatot.** Méréseinket folytatjuk, hogy nagyobb minták és még több hazai szennyvíztisztító-telep kibocsátásának vizsgálatával pontosabb eredményeket nyerhessünk.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben ismertetett munkához anyagi támogatást nyújtottak:

- a kitűnő magyar fejlesztésű tüzelőberendezéseket gyártó HALEX3 Kft. és
- a professzionális víztechnikai megoldásokat kínáló HIDROFILT Kft. ,
- melyet a Szerző ezúton köszön meg.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

Colborn T., Dumanovsky D., Myers J.P.: Our Stolen Future: Are We Threatening Our Fertility, Intelligence, and Survival? DUTTON 1996, ISBN: 978-0-525-93982-5

LovetheOceans <https://lovetheoceans.org/2018/06/05/world-environment-day-beat-plastic-pollution-if-you-cant-reuse-it-refuse-it/>

Murphy, F. et. al.: Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment, Environ. Sci. Technol., 2016, 50 (11), pp 5800–5808

<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b05416>

Napper, I. E., Thompson, R.C. : Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions, Marine Pollution Bulletin, Volume 112, Issues 1–2, 15 November 2016, Pages 39–45

NPR National Public Radio: <https://www.npr.org/blogs/pictures-how/2011/10/31/141879837/how-soda-caps-are-killing-birds>

Statista <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>

Thompson, Richard: Plastic pollution and the planet, <https://www.plymouth.ac.uk/news/pr-opinion/plastic-pollution-and-the-planet> 08.12.2017

Tyree, Chris, Morrison, Daan: Invisibles, the plastic inside us, ORB MEDIA, https://orbmedia.org/stories/Invisibles_plastics/multimedia



FONALASODÁS, ÚSZÓISZAP ÉS LEBEGŐISZAP PROBLÉMÁK SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEKEN SZAKMAI NAP

A MaSzeSz 2018. május 3-án tartotta meg a „Fonolasodás, úszóiszap és lebegőiszap problémák szennyvíztisztító telepeken” címmel szakmai napját a Lurdy házban.

A nagy érdeklődést kiváltó témájú Szakmai Nap előadásait **Prof. Dr. Juhász Endre** alelnök vezényelte le a fonolasodás, az úszóiszap és lebegőiszap okozta szennyvíztisztítási problémák okairól és az elhárítás lehetséges megoldásairól.

A bevezető előadást **Dr. Patziger Miklós**, a BME VKKT docense tartotta. Az előadó kitért az úszóiszap képződés okaira és leküzdési módjaira. Ismertette a jól ülepedő és a rosszul ülepedő iszapszerkezetek alapstruktúráit. Úszóiszap képződést nemcsak a fonalas mikroorganizmusok túlszaporodása, hanem azok hiánya is okozhat. Elsődleges kezelési lehetősége ennek nem a vegyszerek használata (persze gyakran ez sem elkerülhető), hanem a technológiai folyamatok helyes beállítása. Külön figyelmet érdemel az iszapkornak, a levegőztetésnek és az eleveniszapos medencében tartott iszapkoncentrációnak a tökéletes összhangban történő beállítása. Az előadás esettanulmányokon keresztül mutatta be a szennyvíztisztító telepek gondos átvizsgálásának a sikerességét az úszóiszap leküzdése

terén. Vegyszerezés alkalmazása esetén a legjobb először laboratóriumi kísérletek során megkeresni az adott típusú iszappelyhek által okozott úszóiszap leküzdésére alkalmazott vegyszerféleséget. A vegyszer adagolás dózisát előzetes kísérletek alapján lehet meghatározni. Ennek pontosítása és a beadagolás helye helyszíni próbaüzem során határozandó meg.

Prof. Dr. Jobbágy Andrea (BME ABÉT) előadásának a témát felölelően tág témaköre az alábbi volt:

- iszapfelúszás a spontán elő- és utóülepítőbeli denitrifikáció következtében,
- fonolasodás felúszó iszap visszatartással,
- a fonolasodás kinetikai gátlása levegőztetett szelektorokkal,
- a fonolasodás metabolikus gátlása nem levegőztetett szelektorokkal,
- a rosszul tervezett szelektorok kedvezőtlen hatásai,
- a flokkulensek metabolikus előnyének biztosítása megfelelő tápanyaggal és oxigén kizárással.

Nagyivű előadásában az elvi alapokból kiindulva szemléltette laboratóriumi, félüzemi és üzemi kísérleteinek ide vonatkozó eredményeit, kiemelve az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen elért eredményeket, az ott világelsőként alkalmazott, nem levegőztetett szelektorokra helyezett úszó fedlapok hatását.

Dr. Bakos Vince (BME ABÉT) egyetemi adjunktus és **Nagy Göde Péter** (DMRV) biológus „Gyakori tipikus hibák és jól alkalmazható, korszerű megoldások az eleveniszap ülephetőségének és szerkezetének vizsgálatára” c. közös előadásuk során Dr. Bakos Vince részletes képet adott az iszap-ülepedési index (SVI) mérés tipikus hibáiról és kihívásairól. Kutatásaiban az SVI, mint az iszap ülephetőségét jellemző fontos paraméter függéseit tanulmányozta a hőmérséklet, a levegőztetés, a nitrát koncentráció, az eleveniszap fonalasság és a hígítás hatásairól. Nagy Göde Péter a DMRV szennyvíz biológiai laboratóriumában kidolgozott, a fonalasság számszerűsítését célzó eleveniszap pehelyszerkezet vizsgálati módszerét mutatta be. Az eljárás iszapmintánként több száz kép elkészítését teszi lehetővé, és így a kiértékelés hibája minimálisra csökken. Nagy Göde Péter a módszer üzemeltetésben és a technológia támogatásában való jó alkalmazhatóságát esettanulmányokon szemléltette, majd Dr. Bakos Vince egy folytonos üzemű laboratóriumi modellkísérlettel végzett kutatás eredményeit osztotta meg, amely igazolta, hogy az eljárás jól alkalmazható a kutatásban, és a fonalasság gyakoriság megbízható számszerűsítésében.

Kiss Katalin (FCSM) Zrt) technológus mérnök „Microthrix parvicella megfékezése – üzemi tapasztalatok az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen” c. előadásában a telep biológiai lépcsőjében és a rothasztóban tapasztalt habzásra tért ki. Ennek megfékezése érdekében végzett beavatkozások során csökkentették az iszapkört és az iszapkoncentrációt. Üzem szerinti optimális oldott oxigén koncentrációt biztosítottak az eleveniszapos medencékben és optimalizálták a polimerek adagolását a víztelenítő centrifugáknál. Ennek során csökkentették a polimer felhasználást és növelték az iszap szárazanyag tartalmát az SD-RTC modul segítségével. Javították a polimer beoldást, áthelyezték a vasklorid adagolási pontját és alumínium tartalmú vegyszereket (Alcofloc-C-t és Pirat 6-ot) 3,5 Al(kg TS.d) adagolással alkalmaztak.

Az első rész előadásainak befejezése után, feltett kérdések és válaszok után következett az ebéd.

A második részt **Ditrői János** (Debreceni Vízmű Zrt) nyitotta meg, „Szennyvíztisztítás energetikai kérdései a fonalasság és téli üzem tükrében” című, **Fülöp Zoltánnal** együtt előkészített előadásával. Ismertette a 2010-2015 közötti technológiai fejlesztéseket az energiahatékonyság növelése érdekében tett lépéseket, az előüleptető intenzifikálását és a buktatókat. A hatékonyság fokozása érdekében tett lépések következtében nőtt az energiafelhasználásuk. A kiadások racionalizálása miatt megállapodtak a Globus konzervgyárral, hogy a gyár leállítja az üzemi előtisztítását, aminek



következtében a telep külső szénforrás nélkül is üzemeltethetővé vált. A téli üzemvitel során háttérbe szorult a *Microthrix parvicella* és az összes fonalasság egész évben optimalizálható lett.

Garai György (Érd és Térsége Csatornaszolgáltató Kft) „Iszapülepítési problémák szakaszos üzemű telepeken” c. előadásában a jó iszap tulajdonságait ismertette, majd kitért az ülepítési problémákra. Foglalkozott a hőmérsékleti hatásokkal, a Beisgauer Bucht szennyvíztisztító telepi mérésekkel. A levegőztető membránok működésére vonatkozó méréseinek tapasztalatai alapján, ismertette a javításokat. A szakaszos technológiáknál a független szekcióknak a saját eleveniszappal történő beoltása során a szabályozás hatásait, a fonalasságok visszaszorítását, és a *Microthrix parvicella* visszaszorítása érdekében tett lépéseket tárgyalta. A teljes csurgalékvíz gazdálkodás során az előülepítő elé vezetéssel és a csapadékvíz tárolóból a vízhozam kiegyenlítéssel, az F:M arány csökkentésével, vas és alumínium tartalmú vegyszerek nanotechnológiai adagolási módszerekkel történő bevezetésével, baktérium készítmény- adagolással, az ülepítési

problémák megelőzésével és megoldásaival tudták elhárítani a technológiai gondokat.

Böcskey Zsolt (Zalavíz Zrt) „Előülepítés nélkül rothasztani, avagy az iszapkezelés tapasztalatai a Zalavíz Zrt-nél” címmel tartott előadása során megállapította, hogy az ultrahangos roncsoló berendezések a rothasztó torony működését nem befolyásolják, ennek működését az üzemi paraméterek betartásával lehet befolyásolni. A szerves anyag terhelés egyenletes elosztása a meghatározó a habzás elkerülése érdekében. Tisztán fölősiszap rothasztás csak ott alkalmazható, ahol a szerves anyagra a tisztítás során szükség van. A hulladék fogadásakor kiemelt figyelmet kell fordítani a csurgalékvizek hatásaira a tisztítási technológiák során.

Az előadások végeztével a feltett kérdések és válaszok után az **elnöklő Prof. Dr. Juhász Endre** alelnök nagyra értékelte az elhangzottakat és sok sikert kívánt a további tapasztalatok megszerzéséhez.

Lejegyezte: az előadók segítségével Prof. Emerita Dulovics Dezsőné dr.

EURÁZSIAI VÍZÜGYI KONFERENCIA

VÁROSI MEGOLDÁSOK,
GLOBÁLIS KIHÍVÁSOK

2018. SZEPTEMBER 13-14.

Az **Ázsiai-Európai Vízügyi Együttműködés** (ASEM Water) több mint 50 tagországát képviselő **magas rangú** állami, kormányzati vezetőknek, az eurázsiai vízipari, tudományos és technológiai intézetek, szakmai szövetségek, ipari kamarák, nemzetközi pénzügyi intézmények **legfelsőbb vezetőinek és szakértőinek** részvételével **Eurázsiai Vízügyi Konferencia** kerül megrendezésre Budapesten 2018. szeptember 13-14-én.

A konferencia **fővédnöke:** Áder János, Magyarország köztársasági elnöke, szervezője a Magyar Vízipari Klaszter és az ASEM Water, **társszervezője a MaSzeSz.**

A nemzetközi tanácskozás **kiemelt jelentőségű,** hiszen a magyar vízipar és vízdiplomácia aktív nemzetközi szerepvállalásának köszönhetően több mint 200 szakértő, potenciális üzleti partner érkezik két napra Budapestre, hogy a kontinenseken átívelő vízügyi kihívások mentén tapasztalatot és eszmét cseréljenek, valamint kiszélesítsék piaci, gazdasági kapcsolataikat.

Regisztráljon és legyen résztvevője konferenciánknak!

Ne mulassza el a különleges alkalmat!

Jegyezze be a naptárába: az Eurázsiai Vízügyi Konferencia várja Önt 2018. szeptember 13-14-e között Budapesten!

További információ és jelentkezés:

www.asemwaterbudapest2018.hu



ÚJ IRODÁBA KÖLTÖZTÜNK!

Örömmel tájékoztatjuk, hogy a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség Titkársága a nyár során új irodába költözött, és fennakadás nélkül végzi munkáját!

A Fővárosi Vízművek Zrt. irodaházának értékesítésével, a MaSzeSz Titkársága is új bérleménybe költözött, az újpesti P+P Irodaház színvonalas épületébe. Elektronikus és telefonos elérhetőségeink változatlanok, míg levelezési címünk a következő:
1046 Budapest, Kiss Ernő u. 3/A, 4. emelet 419.

Titkárságunk a jövőben is örömmel áll rendelkezésére!

Nézzen be hozzánk!



MASZESZ JURTA – HÍREK, AKTUALITÁSOK

Csapatunk a nyári időszak alatt sem pihen – megkezdtük a 2018-as őszi időszak JurTa programjainak megszervezését. A tervezett programok erősen kapcsolódnak a jelenleg nagyon aktuális, vizes szakmát megmozgató témákhoz, mint például a mikroműanyagok témaköre és a hozzá kapcsolódó vízanalítka. Labor és gyárlátogatásokat tervezünk, melyre minden kedves érdeklődőt szeretettel várunk.

Július hónapban sor került az első ma!szeszelésre, mely kötetlen formájában próbál közösséget építeni, a „vizes” témák boncolgatása mellett szakmai és baráti kapcsolatok kiépítését is lehetővé teszi. Szeretnénk, ha ez az esemény havonta, két havonta megrendezésre kerülne, akár egy-egy tapasztaltabb kolléga bevonásával szakmai vitafórumra és tapasztalatcserére is lehetőséget adna.



A pontos időpontokról és helyszínekről a hírlevélben (melyre bármikor feliratkozhattok a maszeszjurtahirlevel@gmail.com e-mail címen), [facebook oldalunkon](#), a [facebook csoportban](#) (érdemes csatlakozni) és a Hírcsatornában is találhattok majd tájékoztatást. Az eseményekre jelentkezni a maszeszjurtaelnokseg@gmail.com címen tudtok. Továbbra is várunk ötleteket, hogy milyen szakmai és közösségépítő programokon vennétek részt. Építő javaslataitokat a maszeszjurtahirlevel@gmail.com címre.

KORRESPONDENZ ABWASSER 2018. JÚLIUSI ÖSSZEFOGLALÓK

HOMOKFOGÓK HITELESÍTETT VIZSGÁLATI ELJÁRÁSA

Wolfgang Branner (Berching) és Markus Roediger (Stuttgart)

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, kommunális, homokfogó, vizsgálati eljárás, EN 12255-3, DIN 19569-2 kísérletek

ÖSSZEFOGLALÁS

A 119-05-36 számú, szennyvíztisztító telepekkel foglalkozó DIN/NAW- (Német Szabványügyi Intézet/Vízgazdálkodási Szabványügyi Bizottság) munkabizottság munkájának támogatására számtalan kísérletet végeztek a homokfogók vizsgálati eljárásának kifejlesztésére, optimalizálására és hitelesítésére. A fejlesztés során a következő eredményeket kapták: szűk szemcseméret-eloszlású vizsgálóhomokot volna célszerű használni, mely eloszlásnál a vizsgálóhomok tömegének legalább 90 százaléka abba a szemcsefrakcióba

esik (általában 0,2 mm - 0,25 mm), melynek leválasztási hatásfokát vizsgálni kívánjuk; szitaelemzésre ekkor már csak a vizsgálóhomok minőségének ellenőrzésére van szükség. A mintát közvetlenül a homokfogó túlfolyó szélén, kb. 2 cm-rel az elvezető vályú feneké felett kell vételezni, a művelethez szívótömlővel felszerelt excentrikus csigaszivattyút kell használni. A vizsgálatot kétszer kell elvégezni. A vizsgálati eredmények abszolút toleranciája vonatkozásában 5 százalékos értéket kell lehetővé tenni.

AZ EGYESÍTETT CSATORNARENDSZER ZÁPORKIÖMLŐ MEDENCÉINEK TEHERMENTESÍTÉSI FOLYAMATÁRA VONATKOZÓ RANGSOROLÁSI GÖRBÉK ÁTDOLGOZÁSA

Gebhard Weiß, Christine Wöhrle (Bad Mergentheim), Wolfgang Lieb és Benjamin Giebl (Mühlacker)

Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Brombach úr 75. születésnapja alkalmából készült

Kulcsszavak: vízelvezető rendszerek, kevertvíz, záportároló medence, túlfolyási időtartam, túlfolyási gyakoriság

ÖSSZEFOGLALÁS

A záportároló medencék (késleltető és átfolyó medencék az egyesített csatornarendszerben) vonatkozásában a szövetségi tartományok különböző műszaki szabályzatai és önellenőrzési rendeletei ajánlják, ill. megkövetelik a túlfolyási időtartamok és gyakoriságok automatikus ellenőrző berendezések segítségével való rögzítését. A műtárgy így kiszámított túlfolyási aktivitásának értékelésére szolgáló egyszerű módszer a rangsorolási eljárás, melynek során a műtárgy adatai számos más záportároló medence túlfolyási adataival kerülnek összehasonlításra. Ezeket a rangsorolási görbéket 2016 végén az aktuális adatsorok felhasználásával ismét összeállították. A frissített görbék

azt mutatják, hogy az egyesített csatornarendszerek záportároló medencéi manapság jóval ritkábban és rövidebb ideig folynak túl, mint múltban. Ennek oka feltételezhetően a csatlakoztatott terület aktuálisan alacsonyabb átlagértéke medencénként, mivel az 1990-es évek óta a záportároló medencék száma jelentősen megnövekedett. Továbbá, létrejött egy eszköz ugyanazon szennyvíztisztító telep-gyűjtőterületen lévő több záportároló medence párhuzamos kiértékelése elvégzésére. Megfelelően alkalmazva ez a műtárgyak együttműködésébe való értékes betekintést tesz lehetővé, és a rendszer optimalizálásának lehetőségeit is megmutatja.

ALKOTMÁNYBÍRÓSÁG ELŐTT A VÍZGAZDÁLKODÁSI TÖRVÉNY MÓDOSÍTÁSA

Az Országgyűlés július 20-án fogadta el a Vízgazdálkodási Törvény azon módosítását, amelynek alapján nem kellene engedélyeztetni, sem bejelenteni a 80 m-nél sekélyebb, és csak a házi vízellátást kielégítő kutak létesítését. **Áder János** Köztársasági Elnök úr ezt nem írta alá és az **Alkotmánybírósághoz** utalta, mivel ez a módosítás visszalépésnek minősül az ivóvízbázis jelenlegi védelméhez képest. Ez pedig sérti az egészséges környezethez alaptörvényben garantált jogot. A Magyar Tudományos Akadémia az Államfő javaslatával egyetértett. A Bökényi Hatokban melynek a Magyar Víz és Szennyvíztechnikai Szövetség is tagja- résztvevő több szakmai testület állásfoglalását is tartalmazza az összegző szakvélemény. E szerint az ellenőrizetlen és többnyire kontár fúrások veszélyeztetik hazánk fokozódó értékű kincsét, a felszín alatti vízkészlet mennyiségét és minőségét. Ez pedig veszélyezteti az ivóvízellátás biztonságát, mert fokozza a vízkészlet csökkenését és átjárást biztosít egyes víztartó-rétegek között. Ugyanakkor csökkenti a részben felszíni vízkészletekre telepített meglévő termelő és ellátó kapacitások kihasználását.

Dr. Bándi Gyula, a jövő nemzedékének védelmét ellátó ombudsman helyettes, egyetértve a MTA alapos véleményével, szintén azt hangsúlyozza az Ab-hoz írott levelében, hogy az engedély és bejelentés eltörlése egyrészt kockáztatja a felszínalatti vízbázis túlhasználását, másrészt a módosítás hatására az eddig védett, és a közműves vízellátás által szakértelemmel és biztonságosan használt jó minőségű és ivóvízellátásra alkalmas vízkészlet szennyezése bekövetkezhet.

A **MaSzeSz** fontosnak tartja a Köztársasági Elnök úrnak a felszín alatti vizek védelmében tett intézkedését. Szövetségünk javaslata szerint öntözésre az ún. "új vizet" kell elsősorban használni, melyet az Európai Unió a klímaváltozás miatt is előtérbe helyez, és amely a körforgásos gazdaság megvalósítását is elősegíti.

Az Alkotmánybíróság nyári szünete után, 2018. augusztus 22-i ülésén tárgyalja az Áder János Köztársasági Elnök úr által kifogásolt Vízgazdálkodási Törvenymódosítást - derül ki az Alkotmánybíróság honlapjáról.

A HÍRCSATORNA következő számában részletesen beszámolunk az Alkotmánybíróság döntéséről.

Főszerkesztő

A TERVEZÉSI ALAPOK MEGÚJÍTÁSÁNAK FELADATAI A TELEPÜLÉSI CSAPADÉKVÍZ-GAZDÁLKODÁSBAN

AZ MTA KÖRNYEZETVÉDELMI ELNÖKI BIZOTTSÁGA VÍZ- ÉS KÖRNYEZET BIZOTTSÁGÁNAK SZAKMAI AJÁNLÁSAI

- A települési csapadékvíz-gazdálkodás terén az utóbbi két évben megtartott tudományos tanácskozások, fórumok a problémák megoldásához szükséges feladatokat mintegy 45-50 pontban foglalták össze. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság felajánlotta koordináló szerepét egy részletes meteorológiai, vízügyi, mérnöki, pénzügyi és jogi feladatleltár elkészítésében. E feladatleltár összeállításához – a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Vízutományi Karán tartott konferencia és az MTA szervezésében létrejött pódiumbeszélgetés tapasztalatai alapján – az alábbi kiemeléseket tesszük a települési csapadékvíz-gazdálkodás tervezési alapjainak megújítása terén:
1. Ki kell dolgozni a kalibrált, változó intenzitásokat használó, szimulációs modellezen alapuló, gazdálkodásra is alkalmas települési csatornarendszerek tervezésének módszertanát. Meg kell teremteni a szimuláció alkalmazásához szükséges digitális adatállományt.
 2. Folytatni kell a csapadékmaximum függvények aktualizálását. Át kell tekinteni a csapadékmaximum függvények méréseken alapuló statisztikai becslésének módszertanát, ahol indokolt, új, pontosabb becsléseket adó eljárásokat kell használni, figyelembe kell venni az éghajlatváltozás hatását, vagyis nem-stacionárius közelítést kell alkalmazni. Be kell építeni a releváns hazai és nemzetközi tudományos kutatások eredményeit is az adatfeldolgozásokba.
 3. A csapadékadatok statisztikai jellemzőinek pontosabb feltárásához az OMSZ éghajlati archívumában található mérések feltárása és feldolgozása szükséges. A térbeli reprezentativitás növeléséhez, illetve a vízgyűjtőnkénti feldolgozásokhoz a lehető legtöbb mérőhely adatát be kell vonni a feldolgozásokba és meglapozott interpolációs eljárással becslést adni a méréssel nem lefedett területekre is.

4. A mérőhálózatban jelenleg folyó méréseket, a mintavételezés gyakoriságát, a tárolt adatok jellegét át kell tekinteni, illetve értékelni kell abból a szempontból, hogy mennyire alkalmasak a csapadék intenzitás pontosabb számítására. Szükséges a mérőeszközök fejlesztése, de a több évtized óta működő monitoring rendszereket továbbra is fenn kell tartani.
5. Stratégia értelemben külön kell kezelni az egyesített rendszerben csatornázott, illetve az elválasztott rendszerben csatornázott területeket. Az egyesített rendszerben csatornázott területeken cél a lefolyás gyorsítása (hálózati kapacitásbővítés tehermentesítő gyűjtőkkel, szivattyútelepek kapacitásbővítése, záporvíz leválasztó kapacitásbővítése az élővíz befogadók irányába). Az elválasztott rendszerben csatornázott területeken az alternatív csapadékvíz kezelési módszereket (pl.: késleltetés, esőkertek, szikkasztás, stb.) minél szélesebb körben kell alkalmazni.
6. Támogatni kell a csapadék/idegenvíz túlterhelések csillapítására szolgáló átmeneti tározók létesítését, ill. a tervezett kiöntési pontok elfogadását/engedélyezését.
7. A jelenlegi elavult tervezési alapelveket tartalmazó segédleteket (műszaki irányelveket) felül kell vizsgálni és át kell dolgozni olyan „jó gyakorlat” útmutatókká, amelyek komplexen figyelembe veszik az adott vízgyűjtő egészének az adottságait, különös tekintettel a klímaváltozás következményeire. A jó gyakorlat részét kell képezze a csapadékvíz elhelyezés biztonságos módja.

MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG XXXVI. ORSZÁGOS VÁNDORGYŰLÉSE GYULÁN 2018.JÚLIUS 4-6.

A Magyar Hidrológiai Társaság XXXVI. Országos Vándorgyűlése 400 fő részvételével, kiemelten foglalkozott az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok (SDG-k) vízzel kapcsolatos feladataival.

Ennek szentelték a Plenáris ülés nagy ívű fő előadását, melyet Körösi Csaba és Szöllősi-Nagy András „Sorsfordító a fejlődésben, válaszút előtt a világ; feladatok és lehetőségek a magyar vízgazdálkodás számára” címmel tartottak meg. A Fő előadáshoz csatlakozott az 1. Szekció, melynek a „Fenntartható fejlődési célok és a hazai vízgazdálkodás” összefoglaló címet fogalmazták meg a Rendezők, melyet Szöllősi-Nagy András professzor úr vezetett le. A szekcióülés magas színvonalon,

az eredmények tükrében vizsgálta azokat az ellentmondásokat és problémákat, amelyek a politika és a szakma között feszülnek és világosan megfogalmazták a 6. SDG alpontjaihoz csatlakozó előadásokban azokat az irányokat, amelyeket be kellene ahhoz tartani, hogy teljesíteni lehessen az ENSZ által megfogalmazott elvárásokat. Ebben a Szekcióban felkért előadók szerepeltek, előre megfogalmazott előadási címeikkel, melyeket nagyszámú közönség érdeklődése kísért.

**XXXVI. Országos Vándorgyűlés
2018. július 4-6.**



A szekció témájának kiemelt jelentősége miatt részletezzük annak programját:

SDG. 6.1. Mindenkit egyenlő eséllyel látunk el ivóvízzel? Előadó: Kugler Gyula,

SDG. 6.2: Mit kell még tennünk ahhoz, hogy mindenkinek legyen méltányos szanitációja? Előadó: Prof. Emerita Dulovics Dezsőné,

SDG. 6.3. Hogyan javítható a térségi vízminőség? Előadó: Tahy Ágnes,

SDG. 6.4. A vízhasználat hatékonyságának jelentős növelését el lehet-e érni a korlátok felülvizsgálatával, újragondolásával? Előadó: Váradi József,

SDG. 6.5. Lehet-e integrált vízgazdálkodás intézményi integráció nélkül? Előadó: Prof. Emeritus Ijjas István,

SDG. 11.5. Mit tegyünk, amikor a 100 éves árvíz 20 évenként fordul elő? Előadó: Dobó Kristóf,

A Duna vízgyűjtő szintű nemzetközi szervezetek és projektek aktuális kérdései. Előadó: Gombás Károly,

Az SDG-k hazai megvalósítása, mit tehet a GWP? Gayer Józseffel együtt készített előadását Almássy András adta elő,

Az SDG-k és a Nemzeti Vízstratégia összeférnek? Előadó: Reich Gyula.

Az 1. Szekció üléssel párhuzamosan folytak az alábbiak

- 3./A Szekció: Az árvíz és belvízvédelem időszerű feladatai, elhangzott 13 előadás, és még négy tanulmány érkezett e témában, vezette: Göncz Benedek,
- 3/B Szekció: Árvíz és belvíz védelem folytatása, elhangzott 9 előadás, vezette Kisvári Péter Konrád,
- 7. Szekció: Vízépítés, elhangzott 12 előadás, vezette Rácz Tibor,
- 10. Szekció: Hidrogeológia és mérnökgeológia időszerű kérdései, elhangzott 10 előadás, vezette: Lénárt László,
- 12. Szekció: A vízgazdálkodás története, elhangzott 12 előadás, és még két tanulmány érkezett, vezette: Fejér László

Az első napot jó hangulatú **baráti találkozó** zárta.

A **második napon**, 2018. július 5-én folytatód-
tak a szekcióülések,

- 2. Szekció: A vízgyűjtő gazdálkodás idő-
szerű feladatai, elhangzott 9 előadás, ve-
zette: Jakus Tóth Erika, :
- 3/C Szekció: Árvíz és belvízvédelem idő-
szerű feladatai, elhangzott 7 előadás és
még két tanulmány érkezett e témában,
vezette: Dobó Kristóf,
- 4. Szekció: A területi vízgazdálkodás idő-
szerű feladatai, elhangzott 18 előadás és
még három tanulmány érkezett be, vezet-
te: Váradi József
- 5. Szekció: Vízellátás, ivóvizek biztonsági
kérdései, elhangzott 14. előadás és még
egy tanulmányt nyújtottak be, vezették:
Várszegi Csaba és Borsányi Mátyás,
- 6. Szekció: Csatornázás, szennyvíz-elveze-
tés, és -tisztítás, elhangzott 9 előadás, és
még egy tanulmány érkezett be, vezette:
Román Pál,

- 8. Szekció: Vízügyi beruházások tapaszta-
latai, elhangzott 14 előadás, vezette: Nagy
Tamás,
- 9. Szekció: Hidrológia, elhangzott 10 elő-
adás és még két tanulmány érkezett be, ve-
zette: Rátky István,
- 11. Szekció: Vizes élőhelyek védelme, el-
hangzott 8 előadás és még egy tanulmány
érkezett be, vezette: Pannonhalmi Miklós..

A **harmadik konferencia napot** szakmai ta-
nulmányi kirándulás színesítette, melynek
programjában a Tájvízház, a Kisdelta Árvízi
Szükségtározó megnyitási helyének megte-
kintése, a Gyulai Várfürdő vízgazdálkodásá-
nak bemutatása és a Békéscsabai Szennyvíz-
tisztító Telep és „bio-erőmű” meglátogatása
képezte.

Gratulálunk a társszervezetünknek a színvona-
las gazdag szakmai programhoz és a gondos
szervezéshez, melyhez a helyi vizes szakmai
szervezetek segítséget nyújtottak.

*Lejegyezte:
Prof. Emerita Dulovics Dezsőné dr.*

MIKROMŰANYAGOK A KÖRFORGÁSBAN

A Környezetvédelmi Gyártók és Szolgáltatók Szövetsége (KSZGYSZ) rendezte meg a Római Parton, 2018. június 28-án azt a rendezvényt, melyen széleskörű betekintést lehetett kapni a mikroműanyagok terjedésével, érzékelésével, a vizek általuk okozott szennyezettségi állapotértékelésével kapcsolatos helyzetről. A nagy érdeklődést kiváltó program célja az volt, hogy felhívja a jogalkotók, az állami-, a környezetvédelmi ipari szervezetek figyelmét a mikroműanyagokkal kapcsolatos kutatások eredményeire és a megelőzés lehetőségeire. A rendezvény kapcsolódott a Nemzetközi Duna Naphoz, valamint a Műanyag- továbbá a Duna-Stratégia célkitűzéséhez.

A rendezvényt **Hankó Gergely** (KSZGYSZ) vezette le, és köszöntötte a jelenlévőket **Orosz Viktor**, a KKM részéről, a Dunarégió Stratégia EU 2. makroregionális terv (Duna stratégia és JOIN TISZA Projekt) ismertetésével, mely az energia, vízminőség és kockázatkezelés témaköreit tartalmazza,

A következő előadó **Toronyi Zoltán** a KEX-PORT Klaszter részéről a „Műanyag stratégia

a körforgásos gazdaságban” című előadásával csatlakozott az előtte szólóhoz, és kifejtette, hogy a műanyag stratégiát tagállami szinten kell kezelni. A szabályozási folyamatban már 2018-2019-re konkrét eredményeket szeretne látni a visszatartott termékek palettáján és az újrahasznosításban.

Bordós Gábor a WESSLING Kft. projektvezetője „Mikroműanyagok édesvízi ökoszisztémákban” c. előadása során ismertette, hogy Európa hogyan áll a természetes vizek mikroműanyag szennyezésének észlelésében. Részletesen ismertette a Dunarégió (Németország, Ausztria és Magyarország) helyzetét. Kitért a Tiszán, a Rábán és az Ipolyon végzett mérések eredményeire, és szükségesnek tartotta a nemzetközi szabványosítást annak érdekében, hogy az egyes országokban végzett mérések eredményei összevethetők legyenek.

Gerencsérné dr. Berta Renáta (Soós Kutató Fejlesztő Intézet) előadásában teljes körűen tárgyalta a mikroszennyezők széles skáláját, a peszticidek, gyógyszerek, nehézfémek és

mikroműanyagok által okozott problémákat, valamint ezek megelőzését helyezte előtérbe. Majd **Dr. Németh Zsolt** szennyvízvizsgálati eredményeit közreadva megállapította, hogy az elfolyó szennyvízben kevés, az iszapban jelentős a mikroműanyag szennyezettség.

Hartay Mihály (TEXTRADE Kft) „A ruháktól az élővizekig, ruhaszálak a fókuszban” című előadása során felfedte, hogy ma már a természetes ruhaanyagokat keverik műszálakkal, amik másodlagos szennyeződést okoznak a mosás során tapasztalható degradációjuk miatt. Szerinte is a megelőzés a járható út, mivel a divatiparra nincs ráhatás.

Horváth István (Holofofon Kft) „Műanyag hulladék jó kezekben” c. előadásában kiemelte a körforgásos gazdaság jelentőségét, és a másodlagos hasznosítás fontosságát. Ismertette a többrétegű fóliák okozta gondokat e téren.

Kump Edina a „0 waste, élet hulladék nélkül” c. előadásában a zéró kibocsátáshoz vezető utakat részletezte. Kiemelte, a megelőzés, visszatartás, csökkentés, újrahasznosítás, javítás, komposztálás folyamatainak jelentőségét.

Az előadásokat **World Café Workshop** követte, ahol a résztvevők ütköztethették nézeteiket.

Délután angol nyelvű előadások hangzottak el az EU Dunarégió Stratégiájával kapcsolatos nemzetközi eredményekről, melyet **Jenei Gábor** (KKM), a régió koordinátora nyitott meg és **Horváth Balázs** (KKM) a Stratégia vízminőségvédelmi koordinátora folytatott. Az előadások sorát **Czippán Katalin** indította el, a tárgyalt szennyezők általános helyzetének ismertetésével. Majd **Ifka Vivien** áttekintette az EU mikroműanyag szennyezéssel kapcsolatos politikáját. Az Adria műanyag szennyezettségét **Uros Robic** mutatta be. **Bordós Gábor** a WESSLING által végzett hazai monitoring eredményeit ismertette. A műanyagmentes Duna program bevezetésével **Sabine Lenz** foglalkozott. A Tisza vízgyűjtőjén végzett JOIN TISZA projekt helyzetét **Heilmann Diána és Oroszi Viktor** elemezték. **Olena Marushevska** az „Ukrán Hulladék Management Stratégia a Tisza vízgyűjtőre készített Vízyűjtő-gazdálkodási Tervben” címmel adott elő. Majd **Hankó Gergely** moderálásával kerekasztal megbeszélés folyt az előadók és a résztvevők között. Ezt követően filmbemutató zárta a Tisza szennyezéséről a magas színvonalú nemzetközi workshopot.

Lejegyezte. Prof. Emerita Dulovics Dezsőné

AZ MHT CSATORNÁZÁSI ÉS SZENNYVÍZTISZTÍTÁSI SZAKOSZTÁLYA A HACH LANGE KFT ÉS A FŐVÁROSI CSATORNÁZÁSI MŰVEK TÁRSSZERVEZÉSÉBEN ELŐADÓÜLÉST RENDEZETT AZ ÉSZAK-PESTI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN

Az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep nagy tapasztalattal rendelkezik az online mérés-technikára támaszkodó technológiai folyamat-optimalizáció alkalmazásában, melynek köszönhetően a szerves anyag, valamint az aerob, anoxikus, és anaerob tápanyag eltávolítás, a kémiai foszforeltávolítás a HACH online analitikára támaszkodó vezérléssel van kialakítva. Legutóbbi fejlesztésként az iszapvonal a HACH valós idejű folyamatirányító rendszerével, az RTC-vel került kiegészítésre. A nagyszámú közönséget 2018. május 30-án fogadta az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep. A rendezvényen részt vett a HACH Lange Kelet- és Közép-európai képviselője, Dipl. Ing. Silvia Ondrus. Az ülést **Román Pál** a Magyar Hidrológiai Társaság nevében nyitotta meg, és köszöntötték a résztvevőket

a jelenlévő vezetők, **Geröffy Gerhát András** (FCSM) és **Dr. Tóth Gábor** (HACH Lange Kft).

Első előadóként **Kassai Zsófia** (FCSM) a „Nitrogéneltávolítás optimalizációja analízátoros vezérléssel az Észak-pesti Szennyvíztisztító telepen” című beszámolóját hallhattuk. Ismertette a telep technológiáját, majd a nitrogéneltávolítás analízátoros vezérlésére tért ki. A módszer kétévi előkészítést követően üzemszerűen 2011. óta működik. A cél 10 mg/l öN és 1 mg/l öP elfolyó koncentráció. A denitrifikáció során a nehezen bontható szerves anyagokat felhasználják. Vízterhelési Díj miatt optimalizálnak. Energia felhasználásuk, a szakaszos levegőztetés miatt 50%-ra csökkenthető, annak ellenére, hogy a terhelés növekszik, nem növekszik az energiaigény.

Kiss Katalin (FCSM) „Foszforeltávolítás folyamatainak optimalizációja az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen” c. előadása következett. A biológiai többletfoszfor eltávolításhoz a szerves szén koncentrációjának növelése mellett, szimultán kicsapatást is alkalmaztak. Az online vezérlés bevezetése során a vas-klorid adagolását télen a SEDIPAC-hoz rendelik, nyáron szimultán kicsapatás van. A biológiai többletfoszfor eltávolítása hozzá van rendelve a szimultán kicsapatáshoz és ez által a PO_4 eltávolítása az utóülepítőben történik meg. A foszforeltávolítás intenzifikálása ecetsav felhasználásával folyik. Rugalmas üzem az adagolásra és mérésre történik meg az online vezérléssel, melynek eredményeként a PO_4 elfolyó koncentrációja csökkent.

Majd szünet következett, és azután a második rész első előadásában **Bognár Ferenc** (HACH Lange Kft) „A HACH Valós idejű folyamatirányító rendszerének bemutatása” c. előadásában ismertette, hogy a cég hő-és mozgási energiahasznosítás, iszapterhelés, polielektrolit adagolás és folyamatos szennyvízkezelés során a folyamatos teljesítményigény mérésre alapozott vezérlést az online

méréstechnika alapján készített prognózisokkal éri el. Valós idejű vezérlés N, P eltávolítási, iszapkezelési, input folyamatokra és előnyök elérésére történik, a technológiába építve, mely SPSS statisztikai feldolgozásba csatlakozik. Észak- pesten a jelenlegi folyamatirányításba telepítve csatlakozik a PLC-hez. Megtérülési idő a tapasztalatok szerint 3,5 év, ahol nem kellett rekonstrukciót végezni.

Ezt követően **Kiss Katalin** (FCSM) második előadásában „A víztelenítő centrifugák valós idejű polielektrolit felhasználásának csökkentése az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen” című ismertetés. következett. Az SD RTC segítségével a polimer adagolás szükség szerint csökkenthető és növelhető is a két centrifugánál. A szárazanyag tartalom 12 g/kg. Az irányítást három havonként kalibrálják. Az RTC automatikusan idomul 4,5 g/kg adagolással, a polimer finomhangolása segítségével. A lebegőanyag tartalom növekedését a csurgalékvízben kútvízes kezeléssel ellensúlyozzák. A szerves anyag tartalomhoz polimer adagolást biztosítanak.

Kovács Gábor (HACH Lange Kft.) „Az online analitika fejlődési iránya” (Mobile Sensor

Management) c. előadásában kifejtette, hogy a részfolyamatok a főfeladatokra hatnak. A műszer – kalibrálás - karbantartás, tisztítás – folyamat láncolat követése megszünteti a bizonytalanságot és növeli az üzembiztonságot. A folyamatok azonnali elérése a megbízható mérést biztosítja és az emberi észlelési hibát kizárja.

Dunai Zsombor (HACH Lange Kft) „Kis szennyvíztisztító telepek költséghatékony távoli eléréssel” c. KEOP és KEHOP pályázatról tartott ismertető előadást 250-1000 LE terhelési határok közötti telepek nagyságrendjében távérzékeléssel alkalmazható műszerezésről és folyamatirányításról. Szólt az O₂ +áramlásmérő szenzorokról. Megállapítása szerint 150 LE felett már érdemes műszerezni. Ezzel lehetséges „Önjáró

telepet” kialakítani, mely esetben rugalmasan megvalósul az üzemállapot követése. Analizátorokkal történik a vezérlés, Rendelkeznek hordozható műszerekkel, spektrofotométerekkel, NH₄, KOI, öP, PO₄, NO₃-NO₂ mérésekre, gyors nedvességtartalom megállapítására alkalmas műszerekkel és pipettákkal is.

A teleplátogatás követte az előadásokat, ahol meg lehetett tekinteni az analizátorokat a mérési helyszíneken. A népes látogató közönség nagy érdeklődéssel tekintette meg a vezérlésnek ezeket a telepen tanulmányozható módjait, és tehették fel kérdéseiket, melyekre válaszokat kaphattak.

A látogatást követően **Zárszóval** fejeződött be a színvonalas rendezvény.

*Lejegyezte:
Prof. Emerita Dulovics Dezsőné dr.*



Zsiráf

Kreatív ügynökség

KÖLTSÉGKIMÉLÉS MAGAS FOKON

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

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

