



**RAAB  
GÁBOR**

Dunántúli Regionális  
Vízű Zrt.

raab.gabor@drv.hu

**KIVONAT** A projekt keretén belül arra törekedtünk, hogy a folyamatok monitoringozása által megtaláljuk és rögzítsük a legjobb gyakorlatot, az előzetesen kiválasztott három szennyvíziszap-hasznosítási (komposztálás, hőhasznosítás, szennyvíziszapmix-készítés) megoldás során. Elemezve a DRV Zrt. üzemi tapasztalatain keresztül az egyes hasznosítási megoldások gazdaságosságát, megvalósíthatóságát a telepi sajátosságok figyelembevételével.

**KULCSSZAVAK** szennyvíziszap-hasznosítás, komposztálás, energetikai hasznosítás, szennyvíziszap égetése kazánban, áramlástechnikai berendezés, kavitáció, fajlagos felület, szennyvíziszap-adszorpció

## SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

# Bionyersanyag-termékskála kialakítása lokális technológiai sor figyelembe vételével – Hasznosíthatósági vizsgálatok az üzemi körülmények optimalizálásával a DRV Zrt. területén

## A GINOP-2.2.1-15-2017-00069 számú projekt megvalósításának bemutatása

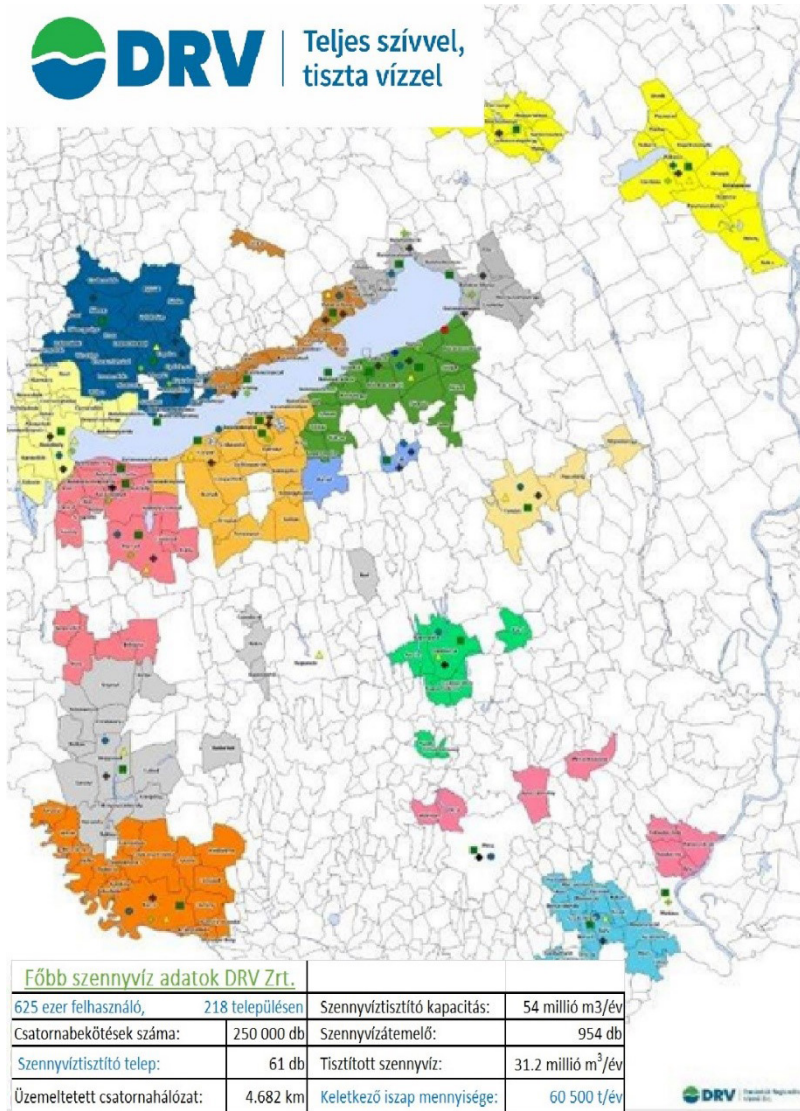
### 1. A DRV ZRT. HETEROGÉN SZOLGÁLTATÁSI TERÜLETE, FÖLDRAJZI VISZONYAI, EBBŐL ADÓDÓ SAJÁTÓSÁGOK – ELSZÓRTAN KIS ÉS KÖZEPES MÉRETŰ TELEPEK

A DRV Zrt. működési területe hat megyét érint (Somogy, Tolna, Baranya, Zala, Veszprém és Fejér megyék), és ahogy az 1. ábra (DRV Zrt. vezetékes szennyvízszolgáltatás lefedettsége) is mutatja, a szolgáltatási terület nem összefüggő, a települések többsége viszonylag nagy távolságra található egymástól. Nincs a szolgáltatási területen egy nagyobb lélekszámú nagyváros sem, ráadásul a domborzati viszonyok sem kedveznek nagyobb szennyvízrendszerek és több százezer fős lakos egyenértékű lefedő szennyvíztelepi kapacitás megjelenéséhez. Ez magyarázza, hogy jobbra kis és közepes méretű szennyvízrendszereket üzemeltetünk, amelyek nem teszik lehetővé olyan költséghatékony szennyvíziszap-kezelési megoldások gazdaságos megépítését, mint a rothasztótornyok (biogáz-előállítás és -felhasználás), sem a szolárszártási technológia, sem nagyobb központi komposzttelepek. Viszonylag magas fajlagos költségek mellett, a működési területünkre az elszórtan található telepek és a lakosegyenértékhez képest aránytalanul hosszú szennyvízvezeték-hálózat a jellemző, amihez párosul még közel ezer

darab közüzemi szennyvízátelő üzemeltetése és ezek költségei. A fenti kihívásokat tetézi még a főként a Balaton és a Velencei-tó térségére jellemző szezonális, amely a késő tavaszi hónapoktól a nyár végéig kiemelkedő terhelést jelent (közel megháromszorozódik a beérkező szennyvíz mennyisége), illetve a tavaszi és az őszi hétvégéken szintén pontszerűen kiemelkedő terhelés jelenik meg a két kiemelt üdülőkörzet térségében.

### 2. A KELETKEZŐ SZENNYVÍZISZAPOK JELENLEGI KEZELÉSI GYAKORLATA A DRV ZRT.-NÉL

A víziközmű-ágazatot az elmúlt években számos olyan törvényi előírás és gazdasági hatás érte, amely hátrányosan befolyásolta a vállalatok gazdálkodását (közműadó, rezsicsökkentés, energia- és anyagárak emelkedése, munkabér piaci emelkedése). Ebből adódóan mindent el kell, hogy kövessenek a mind költséghatékonyabb működés érdekében. Társaságunknál a szennyvízkezelés terén a bér- és az energia-költséget követően az egyik legnagyobb költségelem a szennyvíziszap kezeléséhez, elhelyezéséhez köthető. Társaságunknál ez éves szinten közel 500 millió forintos nettó költséget jelent. Jelenleg a szennyvíziszapot mint hulladékot tartjuk nyilván, és elhelyezésére – a keletkezés földrajzi helyétől függően – többfajta megoldást is alkalmazunk.



1. ábra: A DRV Zrt. vezetékes szennyvízszolgáltatásának lefedettsége

Ilyen például a

- biogáz-előállítás (Keszthely, ill. Siófok telephelyeken);
- víztelenítést követő szalmával történő keverés, amelyet a szántóföldi kihelyezés követ;
- víztelenítést követően lerakóba történő elszállítás, elhelyezés;
- a szolárszártást követő mezőgazdasági kihelyezés (Siófok és Balatonfűzfő telepeken).

#### 4. KONCEPCIÓ ÉS CÉLOK

Közösen kerültek megfogalmazásra a feladatok és a célok is, így három kutatási irányt meghatároztunk meg:

1. Komposztálás
2. Hőhasznosítás
3. Áramlástechnikai berendezésben történő kezelés (szennyvíziszap és adalékanyag mixelése)

A fenti eljárások során mindegyik esetében a szennyvíziszapot mint hulladékstátuszú anyagot kezeljük, és mindegyik módszer jelentős anyagi ráfordítást kíván a Társaságtól. Jelen gazdasági környezetben rendkívül fontos volna a szennyvíziszap-kezelés és -elhelyezés költségeit csökkenteni; ha ez elérhetővé válik, akkor az abból realizálódó megtakarítást, esetlegesen hasznot a társaság más területein tudjuk felhasználni, ezzel is javítva a Társaság gazdálkodását. A fentiekből kifolyólag indult meg 2015 évtől olyan pályázati lehetőség keresése, felkutatása, aminek segítségével üzemi körülmények között tudjuk vizsgálni a szennyvíziszap hasznosításának lehetőségeit, módszereit és azok költségeit.

#### 3. A K+F-PROJEKT ÉS A KONZORCIUM

Társaságunknak lehetősége nyílt egy K+F-pályázaton történő indulásra (GINOP-2.2.1-15), amiről közel két év előkészítést követően, 2017-ben kaptuk meg a pozitív támogatói döntést.

A projekt a Bionyersanyag-termékskála kialakítása lokális technológiai sor figyelembevételével – Hasznosíthatósági vizsgálatok az üzemi körülmények optimalizálásával a DRV Zrt. területén megnevezést kapta, ennek megvalósítása és már az előkészítése is a Miskolci Egyetemmel mint konzorciumi partnerrel közösen indult meg.

Konzorciumi partner szükségessége a pályázati kiírásban is nevesítésre került, ekkor már megtörtént a Miskolci Egyetemmel a kapcsolatfelvétel, mivel az egyetem hasonló K+F jellegű pályázatok megvalósításában, illetve szennyvíziszappal és annak hasznosításával kapcsolatos kutatásokban már számos tapasztalattal rendelkezett.

Fontos szempont volt még, hogy folyamatosan vizsgáljuk a fenti módszerekkel járó költségek alakulását, hogy a lehető legköltséghatékonyabb módon állítsunk elő szennyvíziszapból és esetleg hozzá adagolt anyagokból (ha az szükséges a termék minősítéshez) olyan biológiailag stabil terméket, amely kilép a hulladékstátuszából, és így akár értékesíthetővé is válik.

Az optimális megoldást az jelentette volna, hogyha a szennyvíziszapból adalékanyag nélkül tudunk létrehozni egy olyan minősített terméket (Nébih, ÉMI), amely mind a mezőgazdaságban, esetleg tüzelőanyagként egyaránt felhasználható, hasznosítható és gazdaságosabban előállítható, mint a mostani, szennyvíziszap-hulladék kezelésére irányuló gyakorlataink.

Technológiai értelemben részletesen vizsgáltuk az egyes eljárásokat, fő célként megjelölve az adott körülmények között megtalálni a legjobb gyakorlatot. Ehhez a DRV gyakorlata és az innovációs projektben vizsgált eljárások összevetése kínálta a lehetőséget.

#### 5. A MEGVALÓSÍTÁS LÉPÉSEI

A kísérletek és a mérések elvégzéséhez szükség volt egy kísérleti térre. Gyakorlati szempontokból a siófoki szennyvíztisztító telepre esett a választás, mert nyers iszap és rothasztott iszap is rendelkezésre áll, illetve már rendelkezésre állt szolárszártó is.



2. ábra: Siófoki szennyvíztisztító telepen megvalósított kísérleti terület

Nem utolsósorban rendelkezésre állt egy viszonylag nagy terület a kísérleti tevékenységnek helyet adó 1200 m<sup>2</sup>-es sáturnak és az előkészített szolgáló betonfelületeknek.

A hőhasznosítási kísérletekhez is rendelkezésre áll megfelelő hely is, a keletkezett hőt is sikerült felhasználni egy hőcserélőn keresztül a szolárszártó fűtésére.

A sátor 1200 m<sup>2</sup>-e pedig elegendő helyet biztosított az áramlástechnikai berendezéssel végrehajtott (kavitációs) kísérleteknek és a komposztálási kísérleteknek.

A projekt keretén belül beszerzésre kerültek a megvalósításhoz szükséges gépek és berendezések. A Miskolci Egyetem részére mérőműszerek és egy egyedi gyártmányú áramlástechnikai berendezés, a helyszíni kísérletekhez pedig egy komposztforgató, egy kalapácsos aprító, dobroszta, zsákoló berendezés. A hőhasznosítási kísérletekhez pedig egy 100 kW-os, szennyvíziszap-égetésre alkalmas kísérleti kazán, a hozzá kapcsolódó adagolósabályozó és hamukihordó berendezéssel, hőcserélővel.

### 5.1 KOMPOSZTÁLÁS

A kísérleti tevékenység, illetve a kutatási terv elkészítése során 24 fajta komposztprizma került megfogalmazásra, összeállításra (3. ábra) abból a célból, hogy a kísérletekkel meghatározzuk a számunkra legjobb komposztálási gyakorlat módszerét, folyamatosan mérve a komposztok főbb fizikai és kémiai jellemzőit (például hőmérséklet, pH, nedvességtartalom, redoxpotenciál, TPH stb.). A prizmaösszetételeknél jelentős időt és energiát fordítottunk arra, hogy meghatározzuk, hogy mennyi az a legkevesebb adalékanyag és legrövidebb érlelési idő (költséghatékonyság), amely alatt a Nébihnek megfelelő minőségű komposzt készíthető.

Extra célként fogalmazódott meg a Siófokon rendelkezésre álló és szintén hulladékstátuszú két lokális specialitás, a vízkezelőművi iszap, illetve a balatoni (lepelkotrásból származó) iszap mint adalékanyag hatásának vizsgálata a komposztálási folyamatra.

A komposztálási kísérletek során a költséghatékonyság jegyében agítált ágyas technológiát alkalmaztunk, az alkotóelemeket kalapácsos aprítást követően kevertük össze a víztelenített (kb. 22 m/m%-os) iszappal, majd komposztforgatóval homogenizáltuk. Az érést 2-3 naponként monitoroztuk, hogy meghatározhatjuk a keverések és esetleges víz adagolásának szükségességét. A folyamat végeztével a prizmákat kirostáltuk, a visszamaradt struktúraanyagot a következő prizmákhoz használtuk fel, a kirostált komposztot pedig betároltuk, egy részét csomagolási céllal, más részét további mérésekre, illetve tüzeléstechnikai kísérletekhez.

A szalmával történő komposztálást mint referenciaértéket vettük számításba (lásd 3. ábra, 5. csop.), ehhez hasonlítottuk a többi kom-

Csop.	Ssz.	Iszapfajta	Cellulóz tartalmú biohulladék	pótszubsztrát	Keverési arány	Időtartam
1	Ko1.	Rothasztott iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:3	két hónap
	Ko2.	Rothasztott iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:4	két hónap
	Ko3.	Rothasztott iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:5	két hónap
2	Ko4.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:3	két hónap
	Ko5.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:4	két hónap
	Ko6.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:5	két hónap
	Ko7.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:3	három hónap
	Ko8.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:4	három hónap
	Ko9.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék		1:5	három hónap
3	Ko10.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	balatoni iszap	1:4:0,1	két hónap
	Ko11.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	balatoni iszap	1:4:0,15	két hónap
	Ko12.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	balatoni iszap	1:4:0,2	két hónap
	Ko13.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	balatoni iszap	1:4:0,1	három hónap
	Ko14.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	balatoni iszap	1:4:0,15	három hónap
	Ko15.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	balatoni iszap	1:4:0,2	három hónap
4	Ko16.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	vízkezelőművi iszap	1:4:0,1	két hónap
	Ko17.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	vízkezelőművi iszap	1:4:0,15	két hónap
	Ko18.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	vízkezelőművi iszap	1:4:0,2	két hónap
	Ko19.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	vízkezelőművi iszap	1:4:0,15	három hónap
	Ko20.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	vízkezelőművi iszap	1:5:0,2	három hónap
	Ko21.	Kevert iszap	cellulóz tartalmú biohulladék	vízkezelőművi iszap	1:6:0,2	három hónap
5	Ko22.	Kevert iszap	szalma		1:3	két hónap
	Ko23.	Kevert iszap	szalma		1:4	két hónap
	Ko24.	Kevert iszap	szalma		1:5	két hónap

3. ábra: Kísérleti komposztprizmák összetételük

poszt idő- és minőségparamétereinek a változását. A legjobb gyakorlat megtalálása jegyében az első prizmák esetében térfogatarány szerint kerültek a mennyiségek a 10 m<sup>3</sup>-es prizmákba. Majd a klasszikus C/N arányú összeállítást vizsgáltuk, a gyakorlati tapasztalataink alapján a második bizonyult célravezetőbbnek, gyorsabb érést és homogénebb prizmát eredményezett.

A kísérleti prizmáinkhoz a szalmánál olcsóbban beszerezhető faaprítékot használtunk, amelyhez száraz falevelet, esetleg szénát is kevertünk szintén aprított formában. (Mivel ezek az adalékanyagok minden településen változó mennyiségben, de megtalálhatók, és a településnek is gondot, költséget jelent a kezelése, elhelyezése, ezért az eddig tömegével használt, de megdrágult szalma jó alternatívája lehet.) Megállapítható volt, hogy mindegyik kísérleti prizmánk esetében lezajlott a komposztálódás, és a balatoni iszap (lásd 3. ábra, 3. csop.), illetve a vízkezelőművi iszap (lásd 3. ábra, 4. csop.) sem jelentett problémát a komposztálás folyamata során az adagolt mennyiségben.

A Nébih-termékminősítés megszerzéséhez először a pH jelentkező problémaként – savasodtak a prizmáink –, ami idővel saját magától visszaállt a normális tartományba, de méshidráttal hozzáadagolásával viszonylag gyorsan, könnyen és olcsón kontrollálhatóvá vált a probléma. A nagyobb gondot a TPH okozta, itt összesen 4 fajta adalékanyaggal próbálkoztunk, amelyből csak a BioMass Kappa nevű oltóanyag használata hozott eredményt. A komposztáláshoz használt kevert iszapjaink egy részének a TPH-értéke eleve magas volt. A mérési értékek 300–3000 mg/kg tartományban szórnak, amit a komposztálás során a 100 mg/kg határérték alá kell csökkenteni. A komposztunk Nébih-termékké minősítéséhez ez az érték bizonyult a legfontosabb, egyben legkritikusabb premfeltételnek. Heti szinten monitoroztuk a TPH

változását a prizmáinkban. A TPH a szennyvíziszapban koncentráltan van jelen, ennek forrását mérésekkel próbáltuk meghatározni, vizsgáltuk a tisztítási technológia során használt szerek, azokból



4. ábra: Siófoki szennyvíztisztító telepi kísérleti tér és a komposztprizmáink

számottevő TPH nem került az iszapba, a hálózatról sem tudtuk adott mérés időpillanatában kimérni a TPH jelenlétét a nyers szennyvízben, de kizárásos alapon csak a hálózatról (pontoszerűen bebocsátva) kerülhet a szennyvíz-technológiára, ahol az (elvett) iszapban koncentrálnak.

A komposztálódás (időjárástól függően) 2,5-3 hónap alatt lezajlott, megállapítható, hogy a homogenitás is nagyban befolyásolja a komposztálás sebességét (inhomogén prizma közel egy hónap extra időt eredményezett), tehát mért fizikai paramétereken kívül a komposzt-adalékanyagok homogenizálásával (aprításával) jelentős idő nyerhető.

További eredményként nevesíthető, hogy a megfelelően aprított adalékanyagokkal készült komposzt esetében a dobrostálás is elhanyagolható, így egy nagy értékű eszközzel rövidebb technológiai soron is megvalósítható a komposztálási folyamat.

## 5.2 HŐHASZNOSÍTÁS

Három hőhasznosítási lehetőség realizálódott a pályázat előkészítése alatt:

- Hőhasznosítás a szolárszárító téli működésének javítására (megépült)
- Égéshő hasznosítása a szennyvíztelepi létesítmények fűtésére
- Esetleges szomszédos melegházak fűtési igényeinek kiszolgálására



5. ábra: Kísérleti kazán és a solárszárító

A siófoki szennyvíztelepen adott volt a solárszárított szennyvíziszap, ez tette kézenfekvővé, hogy kísérleti körülmények között vizsgáljuk az energetikai hasznosíthatóságát a kazánban történő égetéssel és a hő hasznosításával (napjainkban a víziközmű-szolgáltatók második legnagyobb költsége az energiaköltség). Adott volt még a keletkező komposzt, amelyet előzetes értékelés alapján szintén energetikailag hasznosíthatónak tekintettünk.

A projekt részeként beszerzésre került egy mobil kísérleti kazán (lásd 6. ábra), a hozzá tartozó tüzelőanyag-adagoló berendezéssel, va-



6. ábra: Kísérleti kazán



7. ábra: Szennyvíziszap égése

lamin az égésből visszamaradó hamu kihordására szolgáló csigás kihordó- és tárolóberendezéssel.

A szennyvíziszap égethető, labormérésünk alapján 11.138 kJ/kg (sz.a.) a fűtőértéke, míg a szennyvíziszapból előállított komposztunk fűtőértéke 11.468 kJ/kg (sz.a.). A kazánban történő elégetésükhöz legalább 80 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> feletti szárazanyag-tartalomra van szükség, ami jelentős probléma, mert a solárszárítóban nyáron elérhető a kívánt szárazanyag-tartalom, de jellemzően a kazán által előállított hőre nem a nyári időszakban van szükség, viszont mindkét anyagunk visszanedvesedik

kicsivel 80% alatti szárazanyag-tartalomra. Tehát meg kell oldani a tüzelés előtt a szárítás kérdését.

A szolárszártított iszap égetési próbái során kikísérletezésre került egy speciális égőfej, amelyhez hozzáprogramozásra került az adagolóberendezés és a levegőbefúvás mértéke. Ez jelentette a kiinduló állapotot a komposztal történő égetési kísérletekhez, amelyek eredményei alapján elmondható, hogy az égés lezajlik, de a megfelelő hatások eléréséhez át kell alakítani az égőfej keresztmetszetét, és hozzá kell igazítani az adagolóberendezést és a légbefúvást is, illetve szükségessé vált egy szikraleválasztó beépítése is a porszerű frakció égése során fellépő szikrák kéményből kijutásának a megakadályozására.

Kazánunk kísérleti kazán, csak pontszerű szennyezőforrásnak minősül, ezért a füstgáz kibocsátása jelen formában nem jelent környezetvédelmi problémát, de egy állandó berendezés mérettől és kapacitástól függően egy költséges füstgáztisztító és esetleg porleválasztó berendezés integrálását vonná maga után.

Továbbá megoldást kell keresni a keletkező hamura és annak további sorsára (jelenleg bevizsgálás alatt van az összetétele), mert ez határozza meg a hamu mint hulladék besorolását, valamint végül az ártalmatlanításának lehetőségeit és költségét. (Veszélyes hulladék vagy hulladék.) Ha hulladék, akkor esetleg komposztba mint adalékanyag felhasználható, és ha igen, akkor meg kell határozni a komposztáláshoz ideális mennyiséget, aminek terméké minősítéséhez újfent Nébih-engedélyezés lefuttatása szükséges. Ha viszont veszélyes hulladék, akkor annak az ártalmatlanítása mint jelentősebb költségtényező jelentkezni fog.

Az energetikai hasznosításhoz a tüzelőanyagot minősíteni kell, SRF-minősítés elérése volna a kívánatos, hogy tüzelőanyagként felhasználni vagy értékesíteni lehessen a szennyvíziszapot vagy a komposztot.

### 5.3 ÁRAMLÁSTECHNIKAI BERENDEZÉSBEN (ÁTB) TÖRTÉNŐ KEZELÉS

A cél az volt, hogy a kavitációt mint hasznos jelenséget felhasználjuk, és a segítségével állítsunk elő olyan biológiailag stabil szennyvíziszap-alapú anyagot vagy anyagokat, amely(ek) mezőgazdaságilag vagy energetikailag gazdaságosan hasznosítható(k).

Két irányból közelítettük meg az áramlástechnikai berendezéssel végzett kísérleteket:

A kavitációt hasznosítva a folyadék áramoltatása során a járókerék

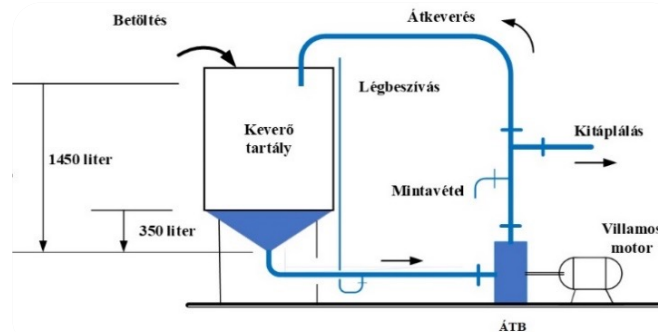
tüskéin keletkező gőzbuborékok hirtelen összeroskadásának hatását vizsgáltuk a szennyvíziszapra három kísérletsorozat keretében a 8. ábrán látható keverékek esetekben.

Vizsgáltuk, hogy a kavitációs jelenség hatására hogyan aprózódik (növekszik) a szennyvíziszapmix (szv. iszap és adalékanyag) fajlagos felülete, továbbá vizsgáltuk, hogy hogyan adszorbeálódik a szennyvíziszap a hozzá kevert adalékanyagokon (szén/zeolit). Ez az adszorpciós megkötés vezet az iszap stabilizálódásához.

Ssz.	A termék összetétele	Arány	Technológiai folyamat
Kev1.	Kevrt szennyvíziszap, dudari szénpor	5, 8, 10 m% ill. számítva	Intenzív aerob kezelés áramlástechnikai berendezéssel + szárítás
Kev2.	Kevrt szennyvíziszap, mészkőpor	5, 8, 10 m% ill. számítva	Intenzív aerob kezelés áramlástechnikai berendezéssel + szárítás
Kev3.	Kevrt szennyvíziszap, zeolitpor	5, 8, 10 m% ill. számítva	Intenzív aerob kezelés áramlástechnikai berendezéssel + szárítás
Kev4.	Rothasztott szennyvíziszap, dudari szénpor	5, 8, 10 m% ill. számítva	Intenzív aerob kezelés áramlástechnikai berendezéssel + szárítás
Kev5.	Rothasztott szennyvíziszap, zeolitpor	5, 8, 10 m% ill. számítva	Intenzív aerob kezelés áramlástechnikai berendezéssel + szárítás

8. ábra: Szennyvíziszap-keverékek (mixek)

Az első fázisban az áramlástechnikai (9. ábra) berendezés eredeti járókerékével végeztünk kísérleteket, folyamatosan mintáztuk a szennyvíziszapmix és a benne lévő mikroorganizmusok számának az alakulását. A kísérletek végeztével a későbbiekre előremutató eredményeink keletkeztek, kismértékben csökkent a szennyvíziszapmixünkben a mikroorganizmusok száma.



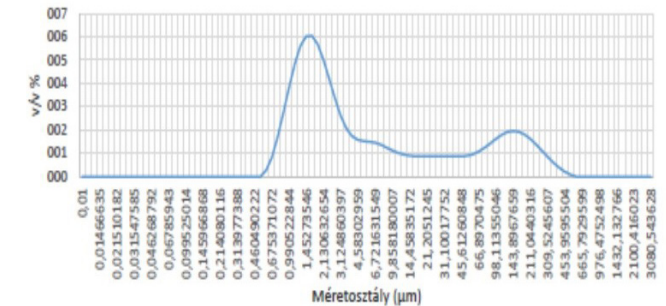
9. ábra: A kísérleti berendezés (ÁTB) elvi vázlata

A második számú kísérlet során a szennyvíziszapmixet fajlagosfelület-növekedés-vizsgálatnak vetettük alá, amely során elmondható, hogy a kavitáció hatására a szennyvíziszap és a hozzá adagolt adalékanyag részecskéi 1-2 nagyságrenddel aprózódtak, tehát a kezelés hatására megnövekedett a mix fajlagos felülete (10. ábra), és elmondható, hogy egy stabil, szagmentes anyagot kaptunk.

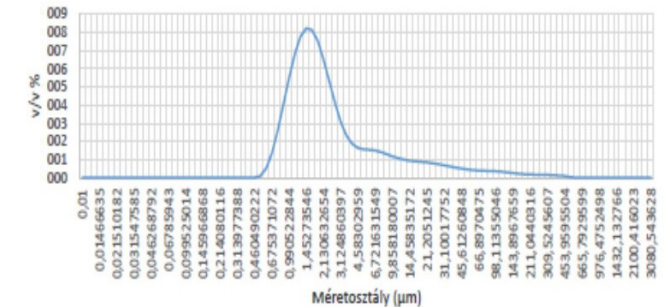
A legjobb gyakorlat megtalálása érdekében a Miskolci Egyetem számítógépes modellezés segítségével új járókereket tervezett, amely

a kavitációs jelenség felerősödése mellett a szállítási kapacitását, azaz a szivattyúzási határfokát is növeli az eszköznek, ezzel is hatékonyabbá téve a szennyvíziszapmixek kavitációs téren egységnyi időn belül történő átáramoltatását. Az új járókeres kísérleteket várhatóan még ez évben el tudjuk végezni.

10. ábra: Szennyvíziszapmix aprózódása a kavitációs kezelés előtt és után



Szemcse eloszlás a kezelés előtt



Szemcse eloszlás a kezelés után

## 6. ÖSSZEGZÉS

Tekintettel arra, hogy a keletkezett tetemes mennyiségű adat feldolgozása és egy-két helyen még az előállítás is folyamatban van, ezért szeretnénk a közeljövőben részletesebben is bemutatni külön-külön a komposztálás, a hőhasznosítás és az áramlástechnikai berendezés használata során keletkezett tapasztalatainkat, mérési eredményeinket, gazdaságossági számításainkat.

## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Először is szeretnénk köszönetet mondani a konzorciumi partnerünknek, a Miskolci Egyetemnek, dr. Bokányi Ljudmilla tanárnőnek és csapatának mind a projekt megtervezésében, mind az ÁTB-kísérletek megvalósítása során vállalt munkájukért. Illetve a DRV Zrt. GINOP-csapatának, mert egy emberként dolgozva hétről hétre derekasan helytálltak az érkező problémák megoldásában, de legfőképp Tolnai Béla külsős partnerünknek, Márványiné Károlyi Andreának, Cziráki Józsefnek, Mogyorós Árpádnak és természetesen a projektben részt vevő minden, itt külön nem nevesített projekttagnak, illetve a projekt menedzserének, Krizsán György fejlesztési főmérnöknek, aki összefogja a két csapatot, irányította és irányítja a munkát.

## 8. IRODALOMJEGYZÉK, HIVATKOZÁSOK

Kocsis I.: Komposztálás, Biogáztermelés. Egyetemi jegyzet. Szent István Egyetem, Gödöllő, 2014.

Dr. Bokányi Ljudmilla: Biológiai eljárások, Aerob lebontás komposztálással. Miskolci Egyetem, Hulladékgazdálkodás online tankönyv [hulladekonline.hu/Hullad%C3%A9kgazd%C3%A1llkod%C3%A1s](http://hulladekonline.hu/Hullad%C3%A9kgazd%C3%A1llkod%C3%A1s)

Kocsis I.: Szennyvízkezelés. Egyetemi jegyzet. Szent István Egyetem, Gödöllő, 2014.  
Takács János: Szennyvíziszap és hígtrágya stabilizálása kavitációs dezintegrálással.

GVOP – 3.1.1. – 2004 – 15 – 027 / 3.0. projekt-összefoglaló jelentés

OVF: Szennyvíziszap-kezelési és -hasznosítási stratégia 2014–2023.

1403\_2017. (VI. 28.) korm.-határozat

# AZ ÉV CIKKE

## „Év cikke” díjat 2022-ben második alkalommal ítéli oda a MaVíz és a Vízmű Panoráma!

2022-ben három kategóriában is:  
"Víz és tudomány", "Szolgáltatók szemével"  
és „Ipari újdonság” kategóriákban

A cikkekre a MaVíz honlapján lehet majd szavazni

**A díjak átadására a  
Víziközmű Konferencián kerül majd sor**

Információ és szavazás:

[http://www.maviz.org/fogyasztoi\\_hir/az\\_ev\\_cikke\\_dij](http://www.maviz.org/fogyasztoi_hir/az_ev_cikke_dij)

