

GAZDASÁGOS BIOGÁZ HASZNOSÍTÁS HATÁRAINAK FESZEGETÉSE SZENNYVÍZISZAPOKNÁL

Dr. Veres Zoltán

szennyvíztechnológiai csoportvezető

NYÍRSÉGVÍZ Zrt.

Kivonat

Magyarországon a legelterjedtebb hagyományos aktíviszapos szennyvíztisztító telepek jelentős fölösiszap mennyiséget termelnek. Az iszap biogázként való hasznosítása kézenfekvő megoldást jelenthet az üzemeltetőknek. A vizsgálat során kerestem az elméleti legkisebb szárazanyagban kifejezett szennyvíztisztító telepet, melynél a biogáz hasznosítás gazdaságossá válik. A kalkulációban három költség kategória került meghatározásra: Eszköz, Karbantartás, Működtetés. A dinamikus költségelemzés segítségével egy kellően távoli időintervallumra lehet méretezni a rendszer elemeit. Ezek közül a Működtetésben szerepelő Áram költségek valamint az Iszapkezelés adja a legfőbb hányadot. A kapott eredmények alapján szennyvíztisztító telepeken a szárazanyag terhelés szerint TDS-ben kifejezve megközelítőleg 1000 kg/nap adja a kritikus gazdaságossági szintet iszaprothasztók üzemeltetésére. Ezt árnyalja a Magyarországi jogi lehetőségek, mert a keletkezett iszap minősítése alapján további jelentős tételek kerülhetnek az üzemeltetés tágabb keretein belülre.

Kulcsszavak: biogáz, dinamikus költségelemzés, szennyvíziszap

BEVEZETÉS

A szennyvíztisztító telepeken keletkezett fölösiszap hasznosításában mindig is nagy lehetőség volt (*Juhász 2013*). Mezőgazdasági értéke mellett az energetikai opciók sokasága áll rendelkezésünkre. A korábban meghatározott szennyvíziszap hasznosítási stratégia alapján (*Stratégia 2017.*) nagy reménnyel töltött el mindenkit az ambiciózus tervek és azok lehetséges megvalósításai. Az ismert adatok alapján kézenfekvő volt, hogy fejlesztések sokasága fog elindulni, ennek tükrében különösen nagy figyelem esett a biogáz hasznosításra is. A felsejlett iszap hasznosítási központok méretei ugyanis pont egybeesnek a kategorikusan alkalmassá tehető telepekkel. Azóta tudjuk, hogy a legkiválóbb szándékok ellenére sem sikerült megvalósítani a grandiózus elképzeléseket. Ugyanakkor ezzel együtt is érdemes végig venni azokat a sarokszámokat, amikből kiderül vajon mekkora az a biogáz hasznosítására alkalmas létesítmény legkisebb mérete, amit még gazdaságosan üzemeltethetünk.

A VIZSGÁLAT TRÁGYA

A szárazanyag mennyiségben kifejezhető szám (TDS, kg/nap), adja meg a gazdaságosan üzemeltethető rothasztó tornyok elméleti és szerencsés esetben gyakorlati legkisebb méretét. Miként lehetséges ez? Forintra kell konvertálni minden feltételezhető költséget, ami az üzemeltést befolyásolja. Az ilyen rendszerek üzemeltetését szennyvizекnél 30 évre javasolják tervezni. A jövőbeli események érték korrekciójához a dinamikus költségelemzés tárgyköre ad támpontot (*MaSzeSz 2011.*).

A fiktív szennyvíztisztító telepnek rendelkeznie kell előmechanikai, biológiai és utómechanikai fokozatokkal. A tisztítás során keletkező iszapmennyiséget az iszapkezelés vonalon kell felhasználni. Két út áll előttünk. Az egyikben helyben beékelünk rothasztás biogázhasznosítási rendszert,

a másikban pedig csak szimplán víztelenítjük a keletkezett iszapot. Ezért fontos leszögezni, hogy két párhuzamos oldalon fog futni az elemzés, kiépített Biogázzal (B), és Biogáz Nélkül (N).

Itt Magyarországon speciális helyzetben vagyunk, mert fejlett országok közé tartozunk, de ahhoz nem elég tőkeerősek, hogy a nulla pontban felmerő építési költségeket is figyelembe vegyünk. Önerőből ez nem megy a vízi közműveknek. Az fenntartható üzemeltetéssel is épp elég foglalkozni.

Az adatsor öt darab szennyvíztelep alapjaira épül emelkedő sorrendben. A két legnagyobb telepnél már létező biogáz vonal adatai segítenek, és a nem biogáz verziót kell meghatározni. Míg a három kisebb telepnél a nem biogáz tény mellé kell a biogáz változatot számolni. A kiindulási alapértékek megtalálhatóak az *1. táblázatban*.

Telep	szv Q	BOIs	TDS	Biogáz esetén		
	m ³			mg/L	kg/nap	VS tonna
T1	2200	588	867	0,299	254	508
T2	4400	549	1618	0,558	474	949
T3	5672	700	2660	0,917	780	1559
T4	7000	600	2814	0,970	825	1649
T5	12000	1250	10050	3,465	2945	5891

1. táblázat. A kalkulációban részt vevő telepek alapadatai

Az iszap-torony –gázmotor kiszolgáló egységeihez tartozó felújítási/pótlási értéket **Eszköz** csoportba tartoznak (E). Tartalmazza a tapasztalati úton meghatározott futásteljesítmény és évekből adódó pótlást. Itt figyelembe kell venni a DFACIC 3%-s értéket (diszkont faktor egyedi költségekhez), az alábbi eszközökre (várható élettartam, év): fáklya (30), elősűrítő (15), szálprés (15), gázmotor (10), gáztartály (15), muncher (10), gázsűrítő (10), centrifuga (10).

A következő csoportba a **Karbantartáshoz** (K) köthető nem teljes felújítás néven futó javítások kerülnek. Ez a rendszer egészére vonatkozatható Kisjavítások, Nagyjavítások, valamint a Motorra külön vonatkozó javítási költségek DFACS 3%-s mértékben (diszkont faktor egyenletes költségsorozatokhoz) korrigálva.

A harmadik csoportba pedig a **Működtetéshez** tartozó költségek tartoznak. Áram, Poly-elektrolit, Vas (kén mentesítéshez), és a keletkező iszap kezelés Komposztálás költsége (M). DFACSP 2% kamatláb és 3% diszkontláb (diszkont faktor progresszíven növekvő költségsorozatokhoz) mellett.

EREDMÉNYEK

Eszközök

Az E csoportnál a B oldalon minden említett eszközt figyelembe kell venni a szükséges mennyiségben a megfelelő pótlási intervallumokkal. Ezzel szemben az N vonalon csak a szálprést és a centrifugákat. A centrifuga darab értékét ugyanakkor a rothasztás miatti nagyobb mennyiségi aránnyal szükséges növelni. Az elősűrítő működtetése arányosítható a centrifugával. Az arány a későbbiekben is vissza fog köszönni és jelentősen megkönnyíti a számításokat.

Millió Forint	T1		T2		T3		T4		T5	
	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N
Fáklya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elősűrítő	10	0	10	0	14	0	14	0	14	0
Szálprés	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Gázmotor	52	0	52	0	64	0	64	0	378	0
Gáztartály	15	0	15	0	19	0	19	0	19	0
Muncher	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0
Gázsűrítő	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Centrifuga	64	116	64	116	128	192	128	192	232	348
Összesen	165	127	165	127	249	203	249	203	667	359

2. táblázat. A Biogáz és Nélküli oldalak pótlási értékei Milliő forintban kifejezve 30 éves távlatban

Az öt szennyvíztelepre összesített felmerülő költségeket az E kategóriában a 2. táblázat tartalmazza. A telepek terhelési arányaival megegyezően kell a pótlási költségeket kiigazítani. Méretarányosan bizonyos eszközök (T1-T2; T3-T4) egy sávba esnek, míg a T5 külön kategóriát képvisel. Míg bizonyos kiegészítő egységek fixek (gázsűrítő, muncher), és jelentős mértékben nem skálázhatók le, addig például a gázmotor és centrifugák mint a legfőbb egységeket szükségszerűen muszáj. Sőt, utóbbi esetében kötelező is, mert a ki nem rothadt iszapmennyiségét ugyanúgy le kell vízteleníteni. A nagyobb telepeknél ezt plusz gép beiktatásával megoldhatjuk, a kis telepeknél viszont nem, ezért oda az N vonalra eleve nagyobb gépet nagyobb pótlási értékkel kell figyelembe venni. Ez a megoldás összességében gazdaságosabb, mintha két kisebb gépet kellene pótolni.

Karbantartás

A K csoport összegének pontos behatárolása és skálázhatósága összetett. Az elméleti szétválasztásnál figyelembe kell venni, hogy a biogáz vonal esetében a meglévő gépészeti bonyolultság méretarányosan nem változik számottevően. Mindenhova kell működtető egység, és ami el tud romlani az el is fog. A Kisjavítások az apróbb mindennapos dolgokat tartalmazzák, amit egyszerű TMK munkával előre nem tervezett módon végeznek. Szorosan összefügg azonban a Nagy javítással. Értéke az N vonalon az erősebb víztelenítés miatt növelt értéket tartalmaz, főleg T5 esetében (3. táblázat).

Ezt egészíti ki a Nagyjavítás, ami méretéből adódóan a T5-nél lesz a legnagyobb, de a csökkenő terhelés következtében nem lehet kisebb értéket megadni T4-T1 esetében, révén a gépek darabszáma indokolja azok javítási szükségletét. Az N vonalon az emelt Kisjavítás értéke igyekszik kiegyenlíteni a nagy javítások hiányát. T3-T1 méretarányban Nagyjavítási költségek N vonalon nem állnak rendelkezésre. Ez szintén a növelt Kisjavítás irányába tolja a költségeket.

T1-nél eredendően a kisebb munkaórák száma kevesebb T2-höz képest, ez feltételezhető kevesebb meghibásodást, a nagy időtávlatban azonban önbecsapás lenne egy az egyben csökkenteni az értékeit.

Millió Forint	T1		T2		T3		T4		T5	
Karbantartás	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N
Kis javítás	30	45	30	45	39	60	39	60	39	100
Nagyjavítás	100	0	100	0	100	0	100	0	117	0
Motor javítás	50	0	50	0	73	0	73	0	199	0
Összesen	180	45	180	45	212	60	212	60	355	100

3. táblázat. Karbantartási költségek millió forintban Biogáz és Nélküli verziókban

A Motoroknál sokkal egyszerűbben megadható a várható karbantartási költség. Méretük és üzemórájuk alapján a szerviz gyakoriság tervezhető. Ezek alapján T1-nél szintén inkább felfele szükséges kerekíteni hasonlóan a korábban említett időtényező miatt.

Működtetés

A felhasznált villamos energia esetében ki kell hangsúlyozni, hogy a számított értékek arra vonatkoznak, hogy mennyi a tényleges megvásárolni szükséges mennyiség napi szinten. A két sor között különbség adódik maga a tornyok létezésével és a kiegészítő plusz gépekkel (4. táblázat). Míg az N oldalon a centrifugák 50%-s növekedésével kellene számolni, ezt árnyalja, az elősűrítő gép megléte. Áramfelvételben közel arányos értéket jelent, ezért itt azok elhanyagolhatóak. Ezt leszámítva még így is közel 10% s többlet villamos energia kell a B vonal működtetéséhez, amit le kell vonni a termelés során kapott villamosenergia haszonból. Említést érdemel, de nem került számolásra a nyert hőenergia. Ez a tornyok fűtését adja, és kellő odafigyeléssel még bizonyos szociális épületeknél is használható, ami a földgáz vásárlást válthatja ki. Nyáron azonban a melegben vészhűtő alkalmazása lehet szükséges megfordítva a mérleg nyelvét.

Millió forint	T1		T2		T3		T4		T5	
Működtetés	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N
Áram	523	628	777	992	889	1277	688	1110	532	2232
Poly-E	82	82	158	158	214	214	200	200	543	543
VasIII	15	0	29	0	38	0	46	0	79	0
Komposztálás	81	123	151	229	249	377	263	399	940	1424
Összesen	701	833	1116	1379	1389	1868	1197	1709	2094	4199

4. táblázat. A működtetésnél felmerülő költségek becslése a Biogáz és Nélküli verziókban

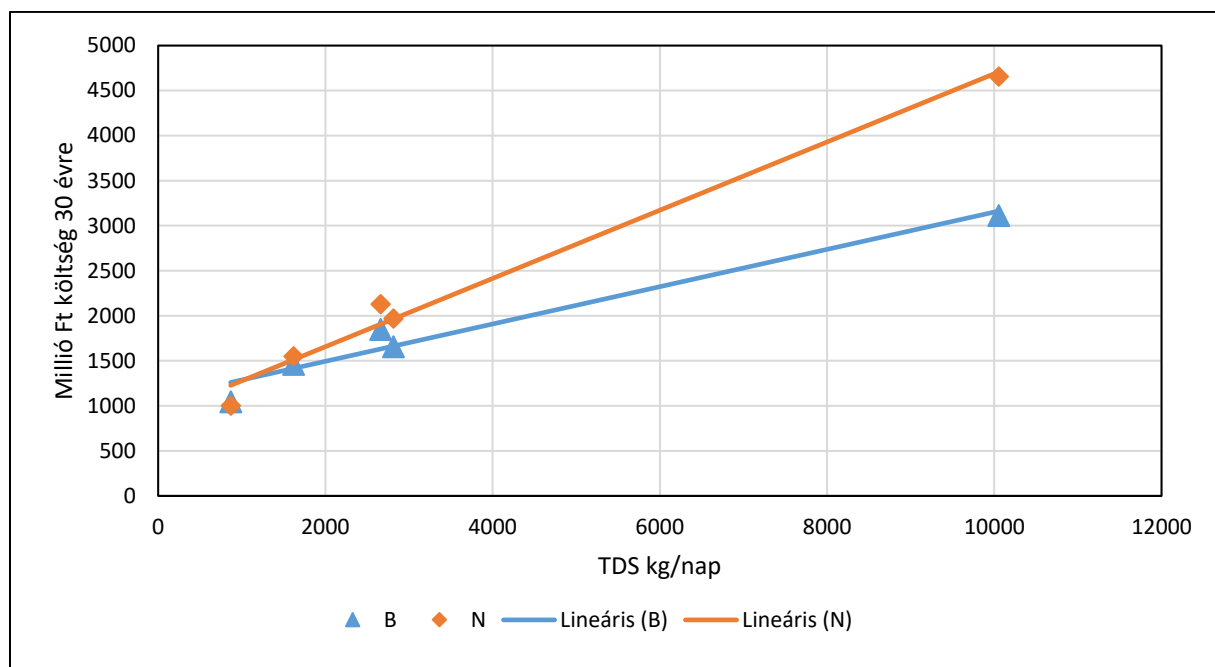
A tapasztalati úton gyűjtött információk alapján a Poly-e felhasznált mennyisége egy szerencsés helyzetet teremt. Az elősűrítés és víztelenítéssel kapott fajlagos vegyszerfelhasználás szárazanyag tonnánként 3,4 kg és 10 kg rendre. Ez ugyanannyi vegyszer fogyást jelent amennyiben elfogadjuk, hogy a tornyokban a biogázzá alakult szárazanyag mennyiség egyharmada a teljes értéknek. Ebből fakadóan teljesen mindegy melyik irányba billen a mérleg, azonos költséget kapunk.

A B vonalon lévő tornyokban szükséges kénmentesítés, ami ezeken a telepeken VasIII-kloriddal számolva került értékelésre. A biológiai megoldás működtetése lényegesen nagyobb telepeknél térül meg.

Legvégül a Komposztálás költségét kell tárgyalni. A mezőgazdasági viszonyok jelentenek kézenfekvő megoldást. Egyszerű fedett szalmás keverést feltételezve a bevitt munka függvényében hozzávetőlegesen ez 15000 Ft szárazanyag tonnánként számot ad. A keletkezett mennyiség 50% többletet okoz az N oldalon, így a költsége is teljesmértékben ennek az aránya. A hazai helyzet miatt többlet komposzt áll rendelkezésre a szolgáltatóknál.

ÉRTÉKELÉS

A három külön kategória egyesítése megadja a telepek terheléséhez kapcsolódó költségeket 30 éves intervallumban. Ahogy az elején szó volt róla, ezek csak az üzemeltetésből fakadó költség különbségek. Az előzetes várakozás szerint az alsó tartományban metszi egymást a B és N vonal (1. ábra).



1. ábra. Összesített költség sorozatok T1-T5 telepeken Biogáz és Nélküli esetben

A számítások alapján T1-nél 4% veszteség keletkezik a Biogáz vonalon. A következő T2-nél már 6% többlet figyelhető meg. T3-T4 esetében egyértelmű költségmegtakarítást eredményez, T5 pedig magáért beszél. A felvett lineáris értékek metszése pontja 1051 kg/napi TDS értéknél található. A számolási becslések miatt a +10%-s költség megtérülésnél, azaz körülbelül 1900 kg/nap TDS-nél nagyobb érték ad bizonyosságot. A fölött már egyértelműen megjelennek az üzemelési költségek pozitív hatása.

A dinamikus költségelemzés rendhagyó része az érzékenységi vizsgálat. A számítások eredeti forrása a korábbi évek relatíve kiszámítható költségéből indult ki. Az újabban elszabadult energiaárak mellett ugyanakkor nem lehet szó nélkül elmenni. A vízi közmű rendszerek sajnos nincsenek abban a szerencsés helyzetben, hogy kompenzációt kapjanak vagy hajtsanak végre. Az éppen aktuális, a korábbi évekhez képest, minimum két és félszeres villanyáram emelkedés mellett már 640 kg/nap TDS-nél is megérheti a biogázos rendszer kialakítása.

Jogi keretek adta lehetőségek

A közgazdasági hasznosság csak akkor képes megtérülni, ha a jogi környezeti feltételrendszer nem terel kényszerpályára bizonyos részegységeket. Most Magyarországon a szennyvíziszap hulladék versus termék kategóriája ég és föld viszonyban állnak egymással. Így azok kezelése is hasonló mértékű különbségeket hordoz. A hulladéktól mindenki szabadulna, a termékért pedig érte jönnek, mert korlátozás nélkül használható. A mezőgazdaságban hasznosítható 'hulladék' elhelyezése a földekre megköveteli monitoring rendszer kiépítését, talaj vizsgálatok elvégzését, engedélyeztetést valamint a kiszállítás is saját költségként jelenik meg. A fent számolt 10050 kg/nap TDS nagyságrendű telepnél érdemes filozofálni a gondolattal, hogy mi történik a költségekkel, ha az iszapból gáz lesz, illetve termék vagy hulladék 'készül'. Termék esetében a nagyobb fajlagos előállítás költsége figyelembevételre került, de bevétel is keletkezik. Míg hulladék esetében az összes terhelő költségé alakul. Ezt foglalja össze az 5. táblázat a már korábban számolt tételekkel. A könnyebb összehasonlíthatóság miatt ismét a 30 éves periódus kerül meghatározásra.

Millió Ft	N Termék	N Hulladék	B Termék	B Hulladék
<i>TDS kg/nap</i>	<i>10050</i>	<i>10050</i>	<i>6633</i>	<i>6633</i>
Áram	2232	2232	532	532
Poly-e	543	543	543	543
VasIII-Cl			79	79
Komposzt	1614	1424	1880	940
Eszköz	359	359	667	667
Karbantartás	100	100	355	355
Kihelyezés		932		621
ΣKiadás	4858	5600	4063	3744
Bevétel	275		182	
Összesített	4583	5600	3881	3744

5. táblázat. A víztelenített iszapok tovább hasznosítási költségeivel
Hulladék – Termék, Biogáz és Nélküli esetekben

Jól látszik a biogáz hasznosításában rejlő potenciál. A mezőgazdaságra berendezkedett országokban egyértelmű előnyt jelent a komposzt termék előállítása. Az erősen iparosodott országokban viszont, ahol már részben megvalósult a körforgásos gazdálkodás érdemes az iszapot primer állapotában éghető hulladékként kezelni. A benne rejlő energia optimális kiaknázása kulcsfontosságú. A szervesanyag biogázzá alakítása körülményes, ahogy az iszapégetés is. A potenciálisan hozzáférhető energiatartalom viszont nagyobb.

Egy ideális környezetben ahol a szennyvíztisztító telep és a települési hulladékégető erőmű egy kilométeres közelségben van egymástól ott a vegyes égetés adja a legköltséghatékonyabb és fenntarthatóbb energia + melegvíz szolgáltatást (Nakatsuka et al. 2020). A már meglévő telepeket érdemes tovább bővíteni energiahatékonyabb javító modulokkal, úgy, mint szolár szárítás, napelem park, éjszakai energiatároló NAS egységek, vagy akár a távozó vízre telepített generátorok; mert jelentős áttörést kombináltan képesek hozni.

IRODALOMJEGYZÉK

„Stratégia 2014” KONZORCIUM (2017): Szennyvíziszap Kezelési és Hasznosítási Stratégia 2018-2023. Országos Vízügyi Felügyelőség megbízásából 2017. 148. o. Budapest

MaSzeSz: Magyar Szennyvíz Technikai Szövetség (2011): Dinamikus Költségelemzés. Módszertani útmutató víziközmű beruházások költséghatékonysági vizsgálatához. 121. o. Budapest

Noriaki Nakatsuka, Yusuke Kishita, Tatsuya Kurafuchi, Fumiteru Akamatsu (2020): Integrating wastewater treatment and incineration plants for energy efficient urban biomass utilization: A life cycle analysis. *Journal of Cleaner Production* 2020. évi 243. kiadvány, cikkszám: 118448.

Juhász Endre (2013): Települési Szennyvíziszapok Kezelése. 164. o. Budapest.