

A cső jelenleg hosszú szakaszokon fekszik betemetve nyomáspróba nélkül. Nem hivatalos információk: a kb. 5 km hosszú NÁ 500-as vezeték nyomáspróbáján 8 hibát találtak. Jelenleg 1 km hosszú NÁ 600-as vezeték töltene, négy hibát észleltek a feltöltés során. További 22 km NÁ 500-as vezeték van feltöltés alatt.

A munkacsoport készített egy ajánlást, amelyet a MaVíz Elnöksége megtárgyalt, majd felkérte – és ezzel „legálissá” tette – a „Csőhálózati ad hoc Munkacsoportot” a munka további folytatására. A keretes írásban ezt az ajánlást ismertetjük.

A csoport felvette a kapcsolatot a Nemzeti Fejlesztési Programirodával, és a témában döntési helyzetben levő további intézményeket szándékozik felkeresni. Nehéz eredményt elérni, mert valószínűleg rendeletek megváltoztatása által lehet csak biztosítani a jövőbeni üzemeltető jogait az előkészítés és a kivitelezés stádiumában.

A munkacsoport tevékenységének azonban már most is van gyümölcse: minden érintett szerv megismerte a problémát, foglalkozik vele. Remélhető, hogy összefogással olyan intézkedések, ajánlások, esetleg

rendeletek kerülnek az önkormányzatok, fejlesztési intézmények, közműves szakemberek kezébe, melyek lehetetlenné teszik a fent említettekhez hasonló kivitelezéseket. Mert a cső jó. A fővárosban már mintegy 600 km gömbgrafitos cső fut a föld alatt, és sem a kivitelezés, sem az üzemeltetés folyamán nem találtak még hibákat.

A munkacsoport felvette a kapcsolatot a Nemzeti Fejlesztési Programirodával, és további, a témában döntési helyzetben levő intézményeket szándékozik felkeresni. Nehéz eredményt elérni, mert valószínűleg rendeletek változtatásával lehet csak biztosítani a jövőbeni üzemeltető jogait az előkészítés és a kivitelezés stádiumában.

Munkájának már most is van gyümölcse: minden érintett szerv megismerte a problémát, foglalkozik vele. Remélhető, hogy összefogással olyan intézkedések, ajánlások esetleg rendeletek kerülnek az önkormányzatok, fejlesztési intézmények, közmű szakemberek kezébe, mely lehetetlenné teszi az említettekhez hasonló kivitelezéseket. Mert a cső jó. A fővárosban már mintegy 600 km gömbgrafitos cső van a föld alatt, sem a kivitelezés sem az üzemeltetés folyamán nem találtak még hibákat.

# A KISKUNFÉLEGYHÁZI ISZAP-ROTHASZTÓ ÜZEMI TAPASZTALATAI

## Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kap a megújuló energia, mely a szennyvíztisztítás területén villamos energia formájában állítható elő a tisztítási melléktermékből nyert biogázból. A szennyvíztisztítási technológiában képződő különböző iszapok magas szervesanyag-tartalmú melléktermékekkel kombinálva jelentős biogáz-potenciállal bírnak, érdemes tehát ezek anaerob biológiai lebontásával, rothasztásával foglalkozni.

## Rothasztó műtárgyak

A szennyvíziszapok rothasztására általában nagyméretű, főként fűtött vasbeton műtárgyakat alkalmaznak, melyek méretét és kialakítását sok tényező befolyásolja: a tisztítótelep kapacitása és a képződő iszapok mennyisége, a rendelkezésre álló építési technológia, a talajvízviszonyok, a kivitelezés költségráfordítása, az építési hatóság előírásai stb. Ennek megfelelően a kialakítást tekintve az alábbi fajta műtárgyak terjedtek el (1. ábra):

- **Tojásforma:** Németországban gyakori és a létező legkedvezőbb kialakítás statikai és áramlási szempontból, igen esztétikus megjelenési forma;
- **Klasszikus kontinentális forma:** Európában a legelterjedtebb műtárgy-kialakítás, alul-felül

Az ország legkisebb iszaprothasztója több mint 10 éve üzemel a kiskunfélegyházi szennyvíztisztító telepen. A következő cikkben ezen időszak üzemeltetési tapasztalatait mutatjuk be.

csonka kúp, középen hengeres rész alkotja. Közelít az ideális tojásalakhoz;

- **Angolszász forma:** a nevéből adódóan az angolszász országokban terjedt el, nagyobb átmérő, lapos műtárgyfenék és kisebb magasság jellemzi.

A műszaki színvonal az egyes műtárgyknál jelentősen eltér, és elmondható, hogy fordított arányban van a kivitelezés költségráfordításával.

## Kiskunfélegyházi tapasztalatok

A kiskunfélegyházi telepen levő iszaprothasztó az angolszász típusba tartozik. Ez a műtárgy eredeti állapotában még medenceszerű kialakítású volt. A holland BTG (Biomass Technology Group) vállalat tervei alapján és részbeni

HERÉDI-SZABÓ PÉTER  
megbízott üzemvezető  
BÁCSVÍZ Zrt.



1. ábra  
Rothasztóformák összehasonlítása  
(tojás, kontinentális, angolszász)

finanszírozásával valósulhatott meg 2000-ben egy olyan projekt keretében, mely az üvegházhatást okozó gázok csökkentését célozta (1. kép).



1. kép: Holland tervek alapján épült rothasztó

Különböző konstrukciós problémák folytán ez a technológiai kialakítás nem volt működőképes, ezért a műtárgy 2004-ben, egy átalakítást követően nyerte el jelenlegi sajátos kinézetét. Az átalakítás során a korábban nyitott műtárgy lezárásra került egy hőszigetelő réteggel ellátott vasbeton födémmel, megváltozott az iszap keverésének módja, az iszaprecirkulációs fűtés, valamint a hőcserélő is. A műtárgyon kapott helyet a termelődő biogáz felfogására szolgáló korszerű, dupla falú gáztartály (2. kép).



2. kép: Átépítés utáni rothasztó

1. táblázat

A kiskunfélegyházi iszaprothasztó adatai

Hasznos térfogat	600 m <sup>3</sup>
Tartózkodási idő	~18 d
Átlagos hőmérséklet	~32 °C
Átlagos fajlagos terhelés	~2,2 kg SZEA/m <sup>3</sup>
Betáplált iszap jellemzői	5,5% SZÁA, 78% SZEA
Kivett iszap jellemzői	3,4% SZÁA, 67% SZEA
Termelt biogáz mennyisége	~500 m <sup>3</sup> /d

A beüzemelés óta eltelt több mint 10 év során sok üzemeltetési tapasztalat gyűlt össze.

### Különleges műtárgyforma

Első pillantásra látszik, hogy a műtárgyforma nem mondható ideálisnak. A szögletes forma kedvezőtlen a keverés szempontjából, mert áramlási holtterek alakulnak ki. A szinte sík műtárgyfenéknek köszönhetően az iszapban levő nehezebb részek képesek kiülepedni.

### Hőmérséklet-problémák

A hatékony rothasztáshoz elengedhetetlen a biomassza állandó hőmérsékleten tartása a kívánt 30–37 °C tartományon belül. Ezért főként a téli üzem során nagyon fontos a rothasztó fűtése és hõn tartása. Mivel a műtárgy fajlagos felülete nagy, 0,82 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, ebből adódóan nagy a hőleadó felület. Összehasonlításként lássuk a további műtárgytipusok felület-térfogat arányait a kiskunfélegyháziával azonos, 600 m<sup>3</sup> térfogattal számolva: klasszikus rothasztó esetében különböző magasság- és átmérőarányokat figyelembe véve 0,67–0,92 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, tojás alakú rothasztó esetében 0,54–0,65 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Az összehasonlításból észrevehető, hogy a jelenlegi kialakítás a legkedvezőtlenebb: minden más műtárgyformához képest nagyobb a fajlagos hőleadó felület, egyúttal a hőveszteség.

Az iszap fűtése ellenáramú cső a csőben, iszap-víz hőcserélőben valósul meg, ahol az iszapot recirkulációs szivattyú forgatja, a fűtővíz pedig a gázmotor hulladékhőjéből kerül leválasztásra. Bizonyára minden üzemeltető előtt jól ismert jelenség, amikor a fűtés hatékonysága folyamatosan csökkenni kezd. Ezt általában az okozza, hogy a hőcserélő belső csőfalán kirakódások képződnek, melyek rontják a hőátadást. Tapasztalatok szerint a kirakódások kb. 60°C hőmérsékletű előremenő fűtővíz esetén kezdenek kialakulni. Eltávolításukra bevált módszer a hőcserélő kiszakaszolása, ürítése, magas nyomású vizes tisztítása, majd a megfelelő savas jellegű vegyszer több órán keresztüli recirkulációja. Ez az eljárás hatékonyan bizonyult, és a tapasztalatok alapján évente legalább egy alkalommal szükséges elvégezni.

### Alacsony stabilizációs hatékonyság

Másképpen fogalmazva a kirothadt iszap átlagos szervesanyag-tartalma viszonylag magas, 65-70% körüli. Egy jól működő rothasztó esetében ez az érték kb. 55%. A számított tartózkodási idő kb. 18-20 nap, ami elengedőnek mondható, így a probléma oka az iszap tömeg nem megfelelő átkeverésében keresendő. A keverést 2 db, sarokban elhelyezett búvármotoros keverő végzi, melyek mindegyike az oldalfalhoz képest 20°-os szögben van elforgatva. A keverők elrendezése miatt áramlási holtterek keletkeznek, és így a rothasztótérfogat teljes átkeverése nem biztosított. Más jellegű vagy nagyobb méretű keverő beépítésére nincs mód, mivel az a búványílás, amin keresztül a berendezés bekerült a műtárgyba, a szoros értelmében szűk keresztmetszet. Komolyabb átalakítás nélkül ezen a téren nem lehet előrelépést elérni.

A keverés hatékonyságát nagyban képesek rontani a rothasztóba kerülő, ott összeálló, főként szálak szerkezetű anyagok, melyek rátekerednek az iszaprétegen levő gépészeti berendezésekre, és ellehetetlenítik azok működését. Ezt a jelenséget is jól ismeri minden üzemeltető. Sajnos kevés igazán jó módszer létezik az ilyen jellegű hibák kiküszöbölésére.

### Biogáz-kihozatal – energiatermelés

Természetesen a kiskunfélegyházi rothasztót nem csak kritizálni lehet. Az iszapstabilizálás összességében hatékony, mert a viszonylag magas kijövő szervesanyag-tartalom ellenére jelentős a biogáz-kihozatal. Közvetlen biogáz mérés nincs a telepen, de mivel a megtermelt biogáz hasznosítása

gázmotorban történik, a termelt villamos energia mennyiségével közvetett módon nyomon követhető a rothasztó hatékonysága. A termelődő biogázból 10 év alatt előállított villamos energia mennyisége nagyságrendileg megegyezik a paksi atomerőmű bő egy óra alatt termelt mennyiségével.

A telep önellátási rátája 40-45%. Ez egyrészt környezetvédelmi szempontokból fontos, ugyanis az iszapból megtermelt energia megújuló, és nem kell más erőműveknek megtermelniük fosszilis energiahordozókból, másrészt csökkenti a szennyvíztisztító telep üzemeltetési költségét is.

Nagy mennyiségű üledék a műtárgy fenekén Ennek a jelenségnek az előfordulásáért a fent ismertetett sajátos műtárgy-kialakítás és a kevésbé hatékony keverés tehető felelőssé. Tapasztalatok szerint a majdnem sík műtárgyfenéken képesek kiüledni az iszapban levő nehezebb idegen anyagok. Egy folyamatosan üzemelő, szinte teljesen zárt műtárgy esetében nehéz meghatározni ennek az anyagnak a mennyiségét, összetételét, kezdetleges módszerekkel mégis sikerült valamelyest megmérni a rétegvastagságot és megmintázni az üledéket. Bizonyossá vált, hogy a műtárgy fenekén kb. 70 cm vastagságú, főként szervesanyag jellegű üledék található, és ez az anyag csökkenti a hasznos műtárgytérfogatot, így a tartózkodási idő is kevesebb, és hosszú távon romlik a műtárgy hatékonysága.

### Nehézkes műtárgyürítés

A rothasztó a beüzemelés óta nem volt leürítve, a nagy mennyiségű felhalmozódott üledék eltávolítása érdekében azonban elkerülhetlenné vált a leürítés. A pontosan megtervezett műveletre 2014 nyarán került sor. Mivel a telepen csak egy rothasztó üzemel, teljesen át kellett szervezni az iszapkezelés normál üzemmenetét.

Több napi folyamatos iszapvíztelenítéssel sikerült kiüríteni a műtárgyból a rothasztott iszapot. A felhalmozódott üledéket azonban már nem volt célszerű feladni a víztelelítő centrifugákra, mert az iszapvonal gépészeti berendezései jelentős kopásokat szenvedtek volna el. Az üledék zárt műtárgyból történő kitermelésére a következő alternatívák kínálóztak:

1. Robbanásveszélyes körülmények között lapát és vödör segítségével, kézzel végzett nehéz fizikai munka, mely igen veszélyes és hosszadalmas.
2. Robbanásveszélyes körülmények között végzett vízsugaras mosás és az így keletkezett üledék-zagy kiszivattyúzása, melynek során a hígítás miatt az ott lévő üledéknél nagyobb mennyiség kerülne kitermelésre, ami további nehézségeket okoz a későbbi kezelés szempontjából.
3. Ipari szívótechnológia alkalmazása, mely korszerű, gépesített munka, gyors és hatékony, az üzemeltető számára veszélytelen, mert külső vállalkozó végzi.

A fenti lehetőségek közül a szükséges tapasztalat és technikai feltételek hiányában az ipari szívótechnológiára esett a választás.

Ez a technológia hazánkban még ismeretlen, de Nyugat-Európában széles körben alkalmazzák különböző speciális feladatokra, mivel a szívó-kotró gép szinte mindent képes felszívni, legyen az folyékony, iszapszerű vagy szilárd, esetleg nehéz, darabos anyag.

A felhalmozódott üledék kitermelése úgy zajlott, hogy a szívócső az egyik búvónyíláson keresztül lett levezve a műtárgyba, és belül szakaszosan került meghosszabbításra, ahogy a munka haladt előre (3., 4. kép). A tartály megtelte után a gép átköszkedett a telepen az erre a célra kialakított helyre, és ott ürítette a tartályt (5. kép).



3. kép: Üledékkitermelés az ipari szívó-kotró géppel



4. kép: Munka a műtárgy belsejében

Állagát tekintve az üledék hígabb volt, mint amire előzetesen számítani lehetett, ezért annak felfogására egy kisebb gát került felépítésre. Mivel improvizálni kellett, a gátépítéshez a telepen található víztelelített szennyvíziszapot használtuk fel.

A műtárgyba való lejutáskor látszott, hogy a felhalmozódott üledék vastagsága felülmúlta a várakozásokat, mivel helyenként elérte a 120 cm-t. Az ipari szívó-kotró géppel végzett 4 napos munka során kb. 200 m<sup>3</sup> üledék került kitermelésre, ami a műtárgy térfogatának közel harmada!

### Az üledék összetétele

Laboratóriumban történt meg az üledékből vett átlagminták vizsgálata, melynek eredménye 30% szárazanyag-tartalom és csupán 20% szervesanyag-tartalom lett. Szemrevételezéssel megállapítható volt, hogy konkrétan mi alkotja a rothadásra képtelen üledéket: főként hajszálak,



5. kép: A gép tartályának ürítése



6. kép: Apró csigaházdarabok a kiszáradt üledékben

homokszemcsék, illetve nagy meglepetésre apró méretű csigaházak vagy azok héjdarabkái.

Jogosan merülhet fel a kérdés a Tisztelt Olvasóban: Vajon hogyan kerülnek a csigaházak a rothasztóba? Hivatkoznék a Vízmű Panoráma 2010/8. számában megjelent egyik írásra, mely csepegtetőtestben elszaporodó csigákkal foglalkozott. A cikkben szó volt arról, hogy a biológiai csepegtetőtesten élő, onnan lemosódó csigák bekerülnek az iszapvonalra, és maguk az élő csigák ugyan elpusztulnak, de a házuk megmarad, majd a különböző keverési és szivattyúzási folyamatok során összetörnek,

és a rothasztóba kerülve ott akumulálódik. Az akkori feltételezés mostanra bizonyossá vált, és kiderült az is, hogy jelentős problémát képes okozni a nemkívánatos idegen anyag, legfőképpen a csigaház a rothasztóban (6. kép).

A rothasztó ürítése és teljes tisztítása egyúttal lehetőséget adott az állapotfelmérésre, melynek során komoly korróziós problémák is feltárára kerültek a műtárgy gázterében mind az acélszerkezetek, mind a vasbeton vonatkozásában. Ezek kijavítása további egy hónapig tartott. Ezután megkezdődött egy újabb több hetes folyamat, a rothasztó újbóli üzembe helyezése és bedolgozása, amihez oltóiszap beszálítására is szükség volt.

### Következtetések, összegzés

A rothasztó üzemszünete összességében több mint 100 napig tartott, mely időszak számos nehézséget okozott a telep üzemeltetésében, kezdve az adott időszakban kieső termelt villamos energiától a képződő stabilizálatlan iszap további kezelésén át a rothasztóbeoltás és -bedolgozás nehézségéig.

Leküzdvé minden akadályt megállapítható, hogy a folyamatokat nagyban megkönnyítette volna, ha a telepen 2 db ikerelrendezésű műtárgy áll rendelkezésre, és egy időben csak az egyik kerül üzembe kívülre. Ez a tény is megerősíti az iszaprothasztó műtárgyak párhuzamos alkalmazásának szükségességét.

A másik megállapítás a rothasztó műtárgyak kialakítására vonatkozik. Erre a célra kizárólag meredek, kúpos fenékekkel ellátott műtárgyakat szabad alkalmazni, ellenkező esetben számítani lehet hasonló kiülepedésekre, ami meghiúsítja az üzemeltetést.

A munkát elvégeztük, és akár hátra is dőlhetnénk, de nem tesszük, mert a problémára megoldást kell találni. Mint minden probléma esetén, itt is a megelőzés a fontos, és nem a tüneti kezelés. Ahhoz, hogy a későbbiekben ne legyen szükség ekkora volumenű műtárgytakarítást végezni, meg kell akadályozni az idegen anyagok bejutását a rothasztóba. Jelenleg kialakítás alatt áll az a technológia, amellyel leválaszthatók lesznek az idegen anyagok a rothasztóba töltés előtt. A későbbiekben remélhetőleg már nem arról kell majd beszámolni, hogy mennyi üledék került kitermelésre a műtárgyból, hanem arról, hogy mennyi került leválasztásra a betöltést megelőzően.