



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**A BIOGÁZ ELŐÁLLÍTÁSÁBÓL FAKADÓ
ENERGIA HATÉKONYSÁGI
LEHETŐSÉGEK**

A biogáz előállításából fakadó energia hatékonysági lehetőségek
The energy efficiency opportunities arising from the production of biogas

Kézirat lezárása: 2014. április 15.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
1. A biogáz szerepe a megújuló energia politikájában.	3
2. Szennyvíztisztító telepeken létesített biogázüzemek, és a keletkezett energiák és anyagok hatékony felhasználása.....	4
3. NYÍRSÉGVÍZ ZRT bemutatása.....	5
3.1 NYÍRSÉGVÍZ ZRT szolgáltatásai.....	5
3.1.1. Ivóvíz szolgáltatás.....	5
3.1.2. Csatornaszolgáltatás.....	6
3.1.3. Komposztálás.....	6
4. Biogáztermelés	8
5. Gáztárolás	9
5.1. Gázos akna	9
6. Rothasztók gépezete	12
7. A gázmotorgépház és házának gépészete	13
8. Gázmotorban történő gázhasznosítás	15
9. Villamosenergia termelés	17
10. Javaslataim a biogázüzemben keletkezett hőenergia téli időszakon kívüli felhasználására.....	18
10.1. Autómosó üzemeltetése.	18
10.1.1. Olajleválasztó berendezés.....	20
10.2.Hűtési rendszer kialakítása.....	21
10.2.1. Adszorpciós és Abszorpciós hűtés összehasonlítása	22
11. A biogáz előállításának gazdaságossági kérdései.....	24
Összefoglalás	26
Irodalomjegyzék	27

BEVEZETÉS

A TDK dolgozatom témáját a Sajóbáonyban működő családi vállalkozásunk és a NYÍRSÉGVÍZ ZRT-vel, és az ott folyó szennyvíztisztítás, biogáz előállítás, és komposztálás technológiákkal a közelmúltban kialakult kapcsolata ihlette.

1990 óta működik a Sajóbáonyi térségben családi vállalkozásunk, mely erdőgazdálkodással és bányászattal foglalkozik. A 2003-ban feltárt, és megkutatott területen 2010-ben nyitottuk meg Sajóbáony I. Bentonit véd nevű ásványbányát, mely azóta üzemszerűen működik.

A felszínre bukkanó Bentonitról (bentonitosodott riolittufa), az elvégzett vizsgálatok alapján beigazolódott, hogy a kőzetnek nagy a montmorillonit tartalma (31-60 %).

Bentonit és feldolgozott bentonitok alkalmazási területei, lehetőségei mezőgazdasági, talajjavítási alkalmazás: virágföld, kertészeti földkeverék, kertészeti és faiskolai termesző föld. Ezek egy része szennyvíz iszap komposztálásával készül. Építőipari alkalmazások: gátépítés, fűróiszap, résfalazás, mellett egyes építőipari kemikáliák, mint festékipar kerülnek megemlítésre. Volumene és értéke miatt külön szót érdemel a bentonit paplan építőipari alkalmazása: amely földalapok, gátak és hulladék lerakók ágyazati rétegében használt. Hobby és kisállat alom: „macskaalom”.

A pályázat keretében folytatott szabadföldi és tenyészedényes mezőgazdasági kísérletek, továbbá a hígrágya és szennyvíziszap bentonitos kezelésével és mezőgazdasági felhasználásával kapcsolatos kísérletek sikerei után Kelet-Magyarország térségében számos homokterület, mezőgazdasági nagyüzem, illetve szennyvíztelep vált potenciális bentonit felhasználóvá.

A Bányászati jogokkal rendelkező Társaságunk 2012-ben kötött szállítási szerződést a NYÍRSÉGVÍZ ZRT-vel. A szennyvíztisztítási, és komposztálási technológia megismerése során fogalmazódott meg bennem a Biogáz üzem gazdaságos üzemeltetésének TDK munkaként történő feldolgozása.

Tervezem, hogy a szakdolgozatomat is e témakörből kívánom elkészíteni, mivel ezzel tudok hozzájárulni a szennyvíz-komposztálási technológiai lánc hatékonyságának javulásához. A komplex rendszer hatékonyságának, és ez által gazdaságosságának növelésével, a tevékenység adaptálható a térség, hasonló üzemekben, ezáltal biztosítva az ásványeladásunk bővítési lehetőségét.

1. A BIOGÁZ SZEREPE A MEGÚJULÓ ENERGIÁK POLITIKÁJÁBAN

A III. évezred elején, a fenntartható fejlődés irányelveinek felértékelődésével párhuzamosan az emberiség mindinkább az alternatív energiaforrások felé fordul. Részben persze kényszerből teszi mindezt, hiszen a fosszilis energiahordozók rendelkezésre álló mennyisége folyamatosan fogy, áruk pedig sosem látott magasságokba emelkedik. Ezen tényezők együttes hatásainak következtében fokozódik az érdeklődés többek közt a biogáz termelés iránt is. Az energiatermelés mellett szintén fontos szempont, hogy a biogáz-előállítás alapanyagainak többsége mindenképp valamilyen feldolgozást, kezelést igényelnek. A szerves hulladékok ártalmatlanítása kardinális kérdés, jelentős költségtényező az önkormányzatok és az élelmiszervertikumban működő vállalkozások gazdálkodásában. Közegészségügyi, környezetvédelmi és gazdaságossági szempontból egyaránt előnyös lehet biogázüzemeket működtetni ezen újratermelődő alapanyagbázisokon.

A biogázüzemek jelenleg nem rendelkeznek olyan nyereségpotenciállal, amely lehetővé teszi a beruházás és a működtetés költségeinek megtérülését. Ennek következtében szükséges az üzemek létesítésének és esetenként a működtetésének támogatása.

2. SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEKEN LÉTESÍTETT BIOGÁZÜZEMEK, ÉS A KELETKEZETT ENERGIÁK ÉS ANYAGOK HATÉKONY FELHASZNÁLÁSA

Az EU, de kijelenthetjük, hogy az egész világ kiaknázatlan biogáz-kapacitásai hatalmasak. Ez alapvetően annak következménye, hogy a biogáztermelés alapanyagainak többsége folyamatosan termelődik, és biogáz-előállításon kívül másra nem használható, sőt sokszor veszélyes anyagnak minősül, így ártalmatlanítása külön költséggel jár. Ezen alapanyagok között a legfontosabbak a kommunális szennyvíz, az állattartó telepeken keletkező trágya és a vágóhídi melléktermékek.

A Magyarországon keletkező kommunális szennyvíziszap éves mennyisége mintegy 700 ezer tonnát tesz ki. Ennek szárazanyagtartalma 25–30%. Az iszap 60%-ban lerakásra kerül, és csak 40%-a kerül valamilyen (döntően mezőgazdasági) felhasználásra. A keletkező szennyvíziszap mennyisége, a szennyvíztisztító hálózat fokozatos kiépülése miatt minden bizonnyal növekedni fog a következő évtized folyamán.

Az anaerob kezeléshez szükséges technológia kiépítése igen költséges, alkalmazásával azonban a szennyvíziszap mennyiségének csökkenését érhetjük el, amivel párhuzamosan többszörösére nő a megtermelt gáz mennyisége is. A visszamaradó kis szárazanyag-tartalmú szennyvíz egyszerűbb és költségkímélőbb kezelése érdekében célszerű beépíteni a rendszerbe egy iszapsűrítő berendezést is.

A magas beruházási és főként a működtetési költségek miatt a technológia legalább 10 000-, a komplex (villamos vagy hőenergia) hasznosítás pedig minimum 20 000 lakos egyenértéknek megfelelő szennyvizet igényel.

A gazdaságosság javítható a minél nagyobb biogáz potenciállal rendelkező alapanyagok (élelmiszeripari, vágóhídi melléktermékek) bekeverésével, a technológia komplex és méret hatékony összeállításával és a visszamaradó anyagok felhasználási rendjének kidolgozásával.

3. NYÍRSÉGVÍZ ZRT. bemutatása

A biogáz telepet volt alkalmam megismerni üzemi bejárások során. Az alábbi leírás elkészítéséhez nagyban a segítségemre voltak az üzemi látogatások is. A társaság szakterületi vezetőivel történt folyamatos szakmai kapcsolattartás során az alábbi tájékoztatást kaptam az üzem működésével kapcsolatban.

A 90-es évek elején a nyíregyházi agglomeráció közműtulajdonossá vált önkormányzatai a térség ivóvízellátását, valamint szennyvízelvezetését-tisztítását saját tulajdonú szervezetben kívánták megvalósítani. E célból 1992-ben alakult Nyíregyháza és Térsége Víz- és Csatornamű Vállalat néven. 1996. november 1-jei hatállyal a vállalat részvénytársasággá alakult – NYÍRSÉGVÍZ ZRT. néven – és tulajdonosai sorába a Magyar Állam is belépett. A társaság tevékenysége felkeltette a térségben lévő önkormányzatok figyelmét is, ezért tulajdonosainak száma és ezzel együtt működési területe is növekedésnek indult.

A társaság központja Nyíregyházán van. Működési területe Szabolcs-Szatmár-Bereg megye nyugati részén, 81 településre terjed ki. Az ellátott népességszám több mint 300 000 fő.

A működési területen a vízellátottság teljes körű. A szennyvíz csatornázottság közel 70 %. A társaság legfontosabb alapanyaga a helyben termelt nyersvíz - mely tisztítás után válik fogyasztásra alkalmassá-, és az ivóvíz-felhasználás során keletkező szennyvíz. Ezt másfajta tisztításon keresztül juttatja vissza a természetbe, úgy, hogy a természetből kinyert víz és az a már megtisztított szennyvíz közti különbség a lehető legkisebb legyen. A társaság tevékenységének e jellege miatt szoros természeti, környezeti és társadalmi beágyazottságban végzi feladatait.

3.1. NYÍRSÉGVÍZ ZRT. szolgáltatásai

3.1.1. Ivóvíz szolgáltatás

A cég alaptevékenysége az ivóvíz termelés és szolgáltatás. Feladatuk Nyíregyháza város és a környező agglomeráció területén biztosítani a kifogástalan minőségű, szükséges mennyiségű és nyomású ivóvizet a lakosság, és a térségben működő ipari, kereskedelmi és

mezőgazdasági létesítmények számára. Az üzemeltetett közművagyon részben állami, részben pedig Önkormányzati tulajdonú.

A nyíregyházi agglomeráció vízellátását az állami tulajdonú kótaji, paszabi (tiszaberceli) és a nyírteleki víztermelő telepek biztosítják.

3.1.2. Csatornaszolgáltatás

Az ivóvíz szolgáltatás mellett másik fontos alaptevékenység a szennyvízelvezetés és tisztítás. A keletkező szennyvizet el kell vezetni és meg kell tisztítani a környezetszennyezés elkerülésének érdekében.

A társaság a működési területén jelenleg 30 településen (Nyíregyháza, Kótaj, Kálmánháza, Nyírpazony, Ibrány, Nagyhalász, Tiszabercel, Paszab, Buj, Levelek, Besenyőd, Nyírbogdány, Nyírtura, Sényő, Nagycserkesz, Újfehértó, Tiszadada, Tiszalök, Gávavencsellő, Balsa, Demecser, Székely, Kék, Berkesz, Nyírtass, Gégény, Nyírtelek, Nyírbátor, Csenger, Kállósemjén) gondoskodik a háztartásokban, közintézményekben, ipari- és egyéb létesítményekben keletkező kommunális és előtisztított ipari szennyvizek biztonságos elvezetéséről és megtisztításáról.

A szippantott szennyvizeket az érvényben lévő határértékek betartásával tisztítják meg.

A térségi szennyvíztisztító telepeinken a tisztítás során keletkezett szennyvíziszap előzetes víztelenítés után beszállításra kerül a nyíregyházi I. sz. szennyvíztisztító telepre, ahol a további kezelés és rothasztás során magas fűtőértékű biogázt állítanak elő, melynek mennyisége évi 1 millió m³. A keletkező biogázzal nagy teljesítményű gázmotorokat üzemeltetnek, melyekkel villamos energiát termelnek. Az eközben keletkező hulladékhőt a telep technológiai hőigényére és az épületek fűtésére fordítják. A kezelt szennyvíziszap a komposztálást követően mezőgazdasági hasznosításra kerül.

3.1.3. Komposztált iszaphasznosítás

A biológiai tisztítás során keletkezett mintegy évi 120 000 m szennyvíziszap kezelése zárt, fűtött rothasztó tornyokban történik. Az anaerob rothasztás során az iszap szervesanyag tartalmának több mint 45%-a lebontásra kerül. A folyamat során magas fűtőértékű biogáz keletkezik, melynek mennyisége évi 1 millió m³. A biogázzal két darab nagyteljesítményű gázmotort működtetnek, melyek villamos energiát termelnek.

A keletkezett hulladékhő, a folyamat hőenergia igényét és a telep építményeinek fűtését biztosítja. A kirotasztott, stabilizált iszap, komposztálás után közvetlenül a mezőgazdaságban talajjavításra hasznosítható.

A komposztálás folyamata (prizmakészítés):

A prizmakészítés az aprított szalmának a prizma területére helyezésével kezdődik.

Ezt követi a víztelenített iszap ráhordása a szalmára, vagy közvetlenül a konténerszállító gépkocsival, vagy az átmeneti tárolóból homlokrakodó géppel.

Az elterített iszapra homlokrakodó géppel ráhordják a felaprított zöld nyesedéket, majd prizmakeverő géppel a rétegzett prizmát összekeverik. Egy prizma elkészítésének ideje 10 nap. Az elkészült prizmát homlokrakodóval átermelik a következő területre, az eredeti területen új prizma kerül kialakításra. Az előírt területen három prizma alakítható ki.

Az alábbi képeket én készítettem a komposztáló telepen.



Komposzt átforgatása



Komposzt prizma

4. BIOGÁZTERMELÉS

Az anaerob fermentáció reakció mechanizmusa három elkülöníthető szakaszra bomlik:

- cseppfolyósítás (hidrolízis)
- savas erjedés
- metán fermentáció

A folyamat sebessége attól függ, hogy az illósavak milyen sebességgel alakulnak át metánná és széndioxiddá.

Anaerob fermentáció mellékterméke a biogáz, mely főleg metánt (CH_4) tartalmaz (62-65 %-ban). A többi széndioxid, illetve 1 % alatt vannak az egyéb anyagok (pl. kénhidrogén stb.) A metán fermentáció legkedvezőbb $+35^\circ\text{C}$ -os értéknél. A betáplált iszap szárazanyag tartalma szerves részének 35-50 %-a lebomlik, gázzá alakul át. A próbaüzemi tapasztalatok szerint a szerves anyag lebomlás aránya kb. 40-50 %, ami az iszap mennyiségének kb. egyharmaddal való csökkenését jelenti.

Esetünkben ez azt jelenti, hogy a tervezett átlagos napi szárazanyag mennyiség $G_{\text{sza}} = 7200 \text{ kg/d}$, szerves részének $G_{\text{sze}} = 5040 \text{ kg/d}$ 50-60 %-a, lebomlik, gázzá alakul, a rothasztóból távozó iszap már csak $G_{\text{sze}} = 2520\text{-}2016 \text{ kg/d}$ szerves szárazanyag tartalmú, a szárazanyag mennyisége pedig $G_{\text{sza}} = 4680\text{-}4176 \text{ kg/d}$ -re csökken. Emiatt a betáplált iszap eredeti $c = 6,0 \%$ koncentrációja a rothasztóban $c = 3,9 \%$ -ra csökken.

A lebomlott $2520\text{-}3024 \text{ kg/d}$ szerves részből 800 l/kg fajlagos gázképződési értékkel számolva naponta átlagosan $B = 2000\text{-}2400 \text{ Nm}^3/\text{d}$ biogáz képződik.

A biogáz várható fűtőértéke $= 23,0 \text{ MJ/Nm}^3$, illetve $6,2\text{-}6,4 \text{ kWh/Nm}^3$.

A keletkezett gáz a rothasztó medencéből a felső dómába hegesztett csepp- és hab leválasztón keresztül távozik csővezetéken keresztül. A keletkező gáz rothasztónként van mérve. A rothasztó működésének egyik legfontosabb jellemzője a termelődő gázmennyiség. A rothasztókból a mért biogáz a gáztartály előtti fogadó aknába érkezik.

Itt van elhelyezve az AK 1, illetve AK 2 jelű kavicsöltetű edény, mely a lehűlt gázból a kondenzátumot elvezeti.

5. GÁZTÁROLÁS

A rothasztóban keletkezett biogázt egy $V_h = 500 \text{ m}^3$ hasznos térfogatú rugalmas műanyag fóliából (poliészter-PVC kombináció) készített párnás gáztárolóban lehet tárolni.

A műanyag párnalemezek vasbeton alapon helyezkednek el. A gáztartály (gázpárnák) tetején leterhelő súly található. Ez biztosítja a gáztartályban, a benne lévő biogáz térfogatától függően, a túlnyomást, melynek értéke $p_u = 25\text{-}50 \text{ mbar}$.

A műanyag tartály 1 mm vastag anyagból készült.

- Súly: $1,2 \text{ kg/m}^2$
- Hőtűrő képessége: $-20^\circ\text{C} / +70^\circ\text{C}$
- Gáz áteresztési mutató: $200 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 / \text{d/bar}$

A svájci szállítású zsákos szerkezetű száraz gáztároló egy könnyűszerkezetes védő épületben van elhelyezve, csatlakozó kiszolgáló aknával együtt. A berendezés fel van szerelve az automatikus üzemeltetéshez szükséges összes biztonsági szerelvénnel, kondenzvíz elvezető egységekkel. A gáztartály vasbeton alapja mellett lett kialakítva az a szerelvény és berendezés akna, amelyen keresztül történik a gáztartály töltése, ürítése és a szállítandó gáz nyomásfokozása a fogyasztók irányába tartó gázvezeték hálózatban.

5.1. A gázos akna gázgépészete

Az aknába érkezik a rothasztó tartályokból földbe fektetett biogáz vezeték, amelyet nagy részben a vezetéki nyomvonal mentén elhelyezett automatikus kondenzvíz elvezető edények víztelenítenek a telep csatornahálózatába. Az érkező vezeték a zsákos gáztároló töltővezetéke. Ebbe a vezetékbe került beépítésre egy kavicsöltetű szűrő- és kondenzvíz elvezető edény. A kavicsszűrő előtt van beépítve egy lángvisszalobbanást gátló biztonságtechnikai szerelvény. A szűrő és a visszalobbanást gátló szerelvény egy átkötő vezetékkel van szerelve, hogy az egységet a gáztartályt töltő vezetékből ki lehessen iktatni. A főgázvezetéki és az átkötő ág el van látva szakaszoló szerelvényekkel. A tartályból kijövő elvételi, ürítő gázvezeték szintén egy kavicsszűrős kondenzvíz edényen keresztül halad, biztosítva a gáztartályban lecsapódó víz folyamatos elvezetését.

A töltő és elvételi oldali kavicsszűrő berendezések egymás tartalékai is lehetnek. Ebben az esetben az egyik oldalon természetesen kiiktatódik a kavicsszűrő egység. A kavicsszűrő egységek biztonsági vízzárjának a méretei a töltő és elvételi oldali maximális üzemi biogáz nyomás értékeknek megfelelnek. A biogáz ellátási rendszer első beüzemelése előtt alapvető biztonságtechnikai feladat a kavicsszűrők vízzárjainak feltöltése hálózati vízzel, hogy a termelő és áramló biogáz ne kerülhessen az akna légterébe. A fenti feltöltést el kell végezni természetesen a biogáz ellátási vezetékrendszer bármely mélypontján kialakított biztonsági vízzár esetében. (pl. a földre fektetett gázvezetéknel a gáz egyébként a csatornába kerülhet). A gázos aknában van felszerelve a biogáz sűrítő berendezés is. A gázmotorok biogáz ellátási rendszerébe elengedhetetlenül szükséges a gázsűrítő berendezés beszerelése, mert a zsákos gáztároló üzemi nyomása változó (20-50 mbar) a tartály töltési fokának függvényében, továbbá a gázmotorok előtt a biogáz vezetékbe aktív szénszűrő egység van beszerelve, melynek nagyobb gázoldali ellenállás igénye miatt a berendezés előtt a csatlakozási nyomás értéke min. 70 mbar kell, hogy legyen. Mivel a gázsűrítő szívó oldalán a biogáz nyomása állandóan változik a tartály töltésének függvényében, és mivel a gázmotorok biogáz igénye is változik (pl. fűtőérték változás, üzemelő gázmotor szám és gázmotor teljesítményváltozás miatt) ezért a gázsűrítő berendezés által szállított gázmennyiség és a szükséges fogyasztó oldali csatlakozó nyomás stabilitás miatt a gázsűrítő hajtómotorja frekvenciaváltó berendezéssel van ellátva elektromos árammal, ezáltal lehet biztosítani a gázmotorokhoz érkező biogáz kívánt mennyiségét és nyomását.

Az automatikus üzemű gázsűrítő robbanás biztos kivitelű. A gázsűrítő nyomóoldali vezetéke vissza van kötve a szívóoldali vezetékekre, mely átkötésben egy túlnyomást korlátozó szerelvény van szerelve, ami 100 mbar nyomóoldali nyomás szint elérésével a gázsűrítőt bekötő vezetékeket rövidre zárja. A gázsűrítő után a nyomóoldali gázvezeték elhagyja a gázos aknát és földre fektetett vezetékként éri el a gázmotorgépházat és kazánházat.

A sűrítő az alábbi szerelvényekkel van ellátva:

- rezgéscsillapító kompenzátorok a csatlakozási csomópontokon,
- szakaszoló szerelvények,
- gáznyomás szabályozó (túlnyomás biztosítás),
- nyomásmérők, hőmérők,
- kondenzvíz elvezető csapok.

A gázsűrítő kézi indítású a gázmotorgépházi kapcsoló berendezésről. Üzeme a gáztartály szintjeihez reteszelve van. További retesz feltétel a gázsűrítő számára, hogy az egység szívóoldali vezetékében a nyomás nem lehet kisebb 20 mbar értéknél, a zsákos gáztároló védelme miatt. 20 mbar-nál kisebb nyomás esetén a gázsűrítő leáll.

A svájci szállítású robbanás biztos kivitelű gázsűrítő névleges üzemelési paraméterei:

- gázszállítás 100-150 m³/h
- nyomásdifferencia max. 70 mbar
- P_{mot} = 2,12 kW EX (frekvenciaszabályozóval)

6. A ROTHASZTÓK GÉPÉSZETE

Zárt légterű rothasztó tornyokban az iszap rothadásának eredményeképpen biogáz keletkezik, amit a telepen, mint üzemanyagot, illetve tüzelőanyagot a gázmotorok és a kazán használnak fel. A termelődő biogáz nyomás alatt, zárt rendszerben jut a fenti fogyasztókhoz.

A rothasztók iszap feletti biogáz gyűjtő légterét nemesacélból készült gázfedő zárja le, amelyben az alábbi szerelvények vannak elhelyezve:

- gázelvételi dóm, manométerrel,
- biztonsági gázlefüvató szerelvény,
- mintavevő csap,
- vízcsatlakozás a keletkező iszapfelszíni hab letörésére,
- bevilágító és kémlelő ablak.

A rothasztóban keletkező gáz napi mennyisége: 2 000- 3 400 m³/d

A biogáz fejlődés átlagos órai intenzitása a rothasztókban: 100–150 m³/h

A rothasztók maximális lefúvási gáznyomása: 95 mbar

A gázélviteli dóm gázcsonkjához csatlakozik az a nemesacél gázvezeték, ami elszállítja a termelődő biogázt a telepi gáztárolóba.

A telepen üzemelő gázvezetékek nyomása:

Földgáz	Pü = 100 mbar
Biogáz	Pü = 80-100 mbar

A gázmotorok és a kazán együttes gázfogyasztás adatai:

Földgáz max:	110 m ³ /h
Biogáz max:	170 m ³ /h

7. A GÁZMOTORGÉPHÁZ ÉS KAZÁNHÁZ GÉPÉSZETE

A gázmotor gépházban és kazánházban 2 db földgáz és biogáz üzemeltetésére, illetve tüzelésre alkalmas gázmotor, továbbá 1 db kazán van felszerelve. A berendezések földgázzal és biogázzal történő ellátása a szennyvíztisztító telep mért külső földgáz és biogáz hálózataról történik. Az épület földgáz ellátását a telep új bekötő csatlakozó vezetéke biztosítja a külső utcai gázvezetékről. A földgázvezeték telepre történő csatlakozásánál nyomásszabályozóból és mérőből álló fogadó állomás van kialakítva a gázszolgáltató igényei és előírásai szerint és a gázszolgáltató üzemeltetésével. A biogáz és földgázvezeték a telepi megfelelő vezetékhálózatról ágazik le a gépház magasságában és kapcsolja be a fogyasztókat a telep gázellátási rendszerekbe. A két gázvezetékbe a homlokzati, külső falsík előtt főelzáró gömbcsap van beépítve. Mindkét vezeték az épületbe történő belépés előtt a földbe fektetett gázvezetékben szerelt víztelenítő szerelvényeken keresztül lehet vízteleníteni automatikus üzemben a telepi csatornahálózatba. A gépházban felszerelt biogázmérő svájci szállítású és típusú a jeladóval ellátott technológiai jellegű almérő. A biogáz vezetékbe a mérő után gázfűtő hőcserélő van felszerelve, mely biztosítja, hogy az aktív szén szűrőbe érkező gáz +45°C-os hőmérsékletű. A 2 db gázmotor előtt a biogáz vezetékbe egy-egy aktív szén szűrő van felszerelve. A berendezések gyártója a gázmotorokat szállító ausztriai Jenbacher cég.



A képet a gázmotorgépházban készítettem a Jenbacher márkájú gázmotorról

A szénsszűrők után további szűrő és láng visszalobbanást gátló szerelvények vannak a biogáz vezetékekbe szerelve. A szénsszűrők szakaszoló gömbcsapokkal is fel vannak szerelve, ami egyben a gázmotorok szakaszoló szerelvényei is a biogáz vezeték oldalon. A biogáz vezetéki rendszerben a kazán számára külön leágazás van szakaszoló gömbcsappal és lángvisszalobbanást gátló szerelvényekkel. A gázmotorok és a kazán földgázvezetékébe ugyancsak szakaszoló gömbcsapok szerelendők, a gázmotorok esetében további gázszűrők beépítésével. A fentiekben ismertetett földgáz és biogáz vezetéki szerelvények biztosítják a gázmotorok és a kazán a gyártó cégek által előírt üzemeltetését.

A szakaszoló szerelvények segítségével lehet kézi úton megválasztani, hogy a gázmotorok és a kazán melyik üzemanyaggal, ill. tüzelőanyaggal működjön.

A gázmotorok és a kazán tehát alkalmas földgáz és biogáz eltüzelésére a gázlezáró gömbcsapok megfelelő kézi működtetésével. A földgáz és biogáz vezeték a külső falsíkon haladva éri el a gépházban történő beépítési helyet, mely előtt lettek elhelyezve a vésszellőztetési rendszerhez tartozó gáz mágnes szelepek, valamint a gázszűrők és külső főgázlezáró csapok. A hőszigetelt biogáz vezeték mágnes szelepes szerelvény blokkját kábeles elektromos fűtés fűti.

8. GÁZMOTORBAN TÖRTÉNŐ GÁZHASZNOSÍTÁS

Két darab gázmotor a Jenbacher Energie System AG gyártmánya. A harmadik gázmotor NRG Agent szállítású.

A gázmotorok csak olyan biogázzal üzemeltethetők, amelynek kénhidrogén tartalma nem haladja meg a 200 mg/Nm³-t. A kéntelenítés érdekében a szennyvízvonali vas só adagolást folyamatosan kell végezni.

Emissziós értékek:

• NO _x	500 mg/Nm ³
• CO	650 mg/Nm ³
• NMHC	150 mg/Nm ³

5 % maradék oxigéntartalomra és új állapotot figyelembe véve.

A négyütemű levegő/gáz keverékkel feltöltött gázmotor LEANOX (tisztá tüzelésű) égésrendszerrel és nagy teljesítményű elektronikusan vezérelt gyújtással van ellátva. A motor háromfázisú, öngerjesztő, önszabályozású generátorral van összeépítve. A generátor által termelt villamos energia (143 kW/db) a hálózattal párhuzamos üzemben és szigetüzemben használható fel a szennyvíztisztító telep fogyasztóinál. A külső villamos hálózatra visszatáplálás nem lehetséges, a villamos energia csak a szennyvíztisztító telepen használható fel. A gázmotorok automatikával vannak ellátva, mely lehetővé teszi a generátor teljesítmény csökkentését, ha kevés a telepi fogyasztó, így akadályozza meg a generátor túlgerjesztését.

A motorhűtésből, a kenőolaj rendszerből, a közbenső hűtőből és a távozó füstgázból származó hulladékhő a sorba kapcsolt hőcserélő rendszerben keringő vizet 90°C-ra felmelegíti. Hasznosítható hőmennyiség: 213 kW/gázmotor.

Ez a 90°C-os víz a szennyvíztisztító telep fogyasztóinak fűtésére használható fel. A gázmotor földgázzal is üzemelhet, ekkor a párhuzamos gázszakaszon kell a gázmotort tüzelőanyaggal ellátni, s természetesen ekkor le kell zárni a biogáz tüzelőanyag ellátást.

A három gázmotor együttes hőteljesítménye: 639 kW.

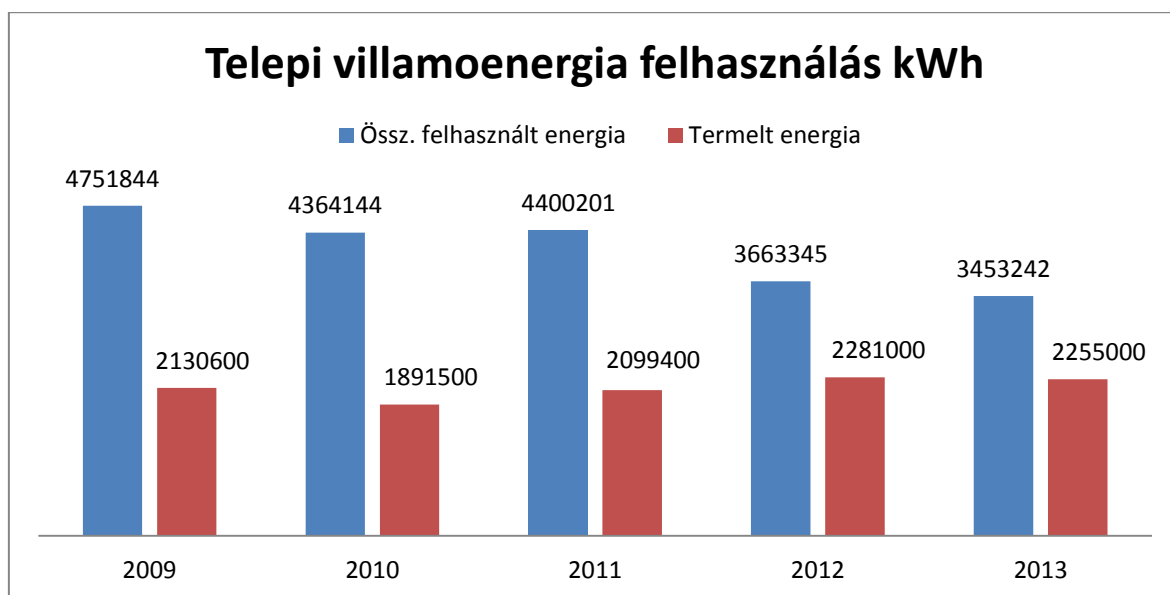
A 639 kW-ból 300 kW az iszaphőcserélő fűtését biztosítja, a maradék kb. 100-120 kW az iszapkezelő és gázmotor gépház, valamint a hőcserélő gépház fűtését biztosítja. A telep teljes fűtési energiáját a biogázból nyerjük minden épület be lett kapcsolva a fűtési hálózatba.

A gázmotor gépház a szennyvíztisztító telepi kazánházzal távfűtési vezetékpárral van összekötve. Így a felesleges hő átadható más fogyasztóknak. A gázmotor gépház tetején van elhelyezve a gázmotorok vészhűtését biztosító asztali hűtőberendezés. Ha a gázmotorból nincs hőelvétel (pl. nyáron az esti órákban már nincs hőigény), akkor először a gázmotor vezérlése a füstgáz oldali hőhasznosítást kikapcsolja, majd ha ezután is hőfelesleg van a gázmotorban, akkor a vészhűtő hőcserélőt és a hozzá integrált kültéren elhelyezett asztali hűtőt is üzembe helyezi. Ha ismét hőfogyasztót kapcsol be az automatika rendszer, akkor először leáll a vészhűtés, és ha az ekkor rendelkezésre álló hő még nem elegendő, akkor visszakapcsolja a füstgáz oldali hőcserélőt a fűtési rendszerbe a gázmotor automatika.

9. VILLAMOSENERGIA TERMELÉS

A keletkezett áram előállítása, felhasználási lehetőségei nagymértékben függenek a telep villamosenergia igényének változásától. Jelenleg szigetüzemű felhasználás folyik, de mindenképpen szerencsésebb lenne, ha az áramszolgáltatóval történő megállapodást követően a hálózatba való betáplálás valósulna meg, és az egyenleg elszámolása történne meg. A hőenergia „termelés” vagyis a gázmotorok hulladék hője a telep teljes téli hőenergia igényét fedezi.

Telepi villamosenergia felhasználás:



10. JAVASLATAIM A BIOGÁZÜZEMBEN KELETKEZETT HŐENERGIA TÉLI IDŐSZAKON KÍVÜLI FELHASZNÁLÁSÁRA

Az alábbi javaslataimat az egyetemi tanulmányaim, a biogáz üzem telephelyén keletkezett riportok és beszélgetések, az irodalomban fellelhető, témához kapcsolódó anyagok és április elején a Constuma/Reneo kiállításon tett látogatásom alapján teszem.

Figyelembe véve a helyszínen tapasztaltakat, a következő javaslataim vannak:

- Autómosó üzemeltetése a biogáz a NYÍRSÉGVÍZ ZRT Westsik Vilmos úti telephelyén
- Egy korszerű vegyszermentes hűtési rendszer kialakítása a biogáz üzem hulladék hőjével, mely hűtési rendszer a korábban bemutatott NYÍRSÉGVÍZ ZRT Westsik Vilmos úti telephelyen lévő irodaházának.

10.1. Autómosó üzemeltetése

Mint ahogy a beszélgetések során megtudtam az ezredfordulón működött már autómosó a telep mellett. Kifejezetten előnyös a szennyvíztelep melletti működtetésre a rendelkezésre álló melegvíz előállítási lehetőség és a keletkezett szennyvíz helyben történő tisztítási lehetősége. Egyedül egy olajleválasztó berendezés telepítése szükséges, mert erre a tisztításra nincs felkészülve a telep. A benzin és olajleválasztó berendezésnek ACO olajleválasztót javaslom, ami integrált iszapterrel van ellátva. Ezt a típust azért ajánlom, mert ez más bizonyított a Ficsór Autóház kft autómosójában, amelyről személyesen is meggyőződtem. Az autómosó telepen elsősorban kézi mosó megvalósítását javaslom, személyzettel, és személyzet nélküli automatamosók megvalósításával. A telep működését vállalkozók pályázat útján történő kiválasztásával látom megvalósíthatónak. A telep a forgalom nagyságától függően bővíthető.

Az autómosó helye 60 m hosszú 13 m széles zárt kerítéssel és kapuval ellátott, a telep É-NY részén fekvő jelenleg parkolónak használt terület. Az alábbi képen jól látható, amit én készítettem.

A csapadéknyelő rácsok a telepi hálózatba be vannak kötve és a víz a szennyvíztelep elejére van vissza vezetve. Ivóvíz vezeték és a leágazó csanak a területen van.



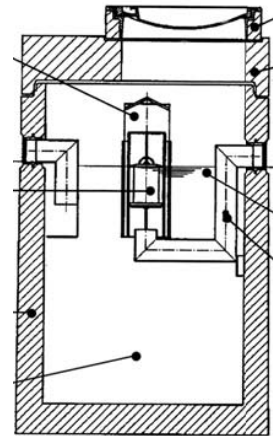
Műhold kép a telephelyről, amin bejelöltem az autómosó helyét

10.1.1. Olajleválasztó berendezések integrált iszaptérrel

Az autómosó üzemelése során jelentős olajjal szennyezett szennyvíz keletkezik, melyet a telep tisztítani nem képes.

Ezért a más autómosókban már jól bevált olajleválasztó beállításával ez a probléma kiküszöbölhető. Az olajleválasztó káros anyag tartalmát a már jól működő veszélyes hulladék begyűjtő rendszeren keresztül tudják ártalmatlanítani. Ahogy az előző pontban már említettem, ezt a típust azért ajánlom, mert ez más bizonyított a Ficsór Autóház kft autómosójában, amelyről személyesen is meggyőződtem.

- Névleges tisztítási teljesítmény: 3–40 l/s
- EN 858/ DIN 1999.
- LGA vizsgálatok
- Vasbetonból készülnek a DIN 4281-nek megfelelően, az összes biztonsági előírásnak megfelelnek
- Igazolható felúszási biztonság
- A belső felületi bevonat biztosítja a norma szerinti vízzáróságot
- Beépített mintavételi csatlakozó
- Tisztításhoz külön kiemelhető koaleszcenszbetét
- Az EN 858-nak megfelelő biztonsági úszózárrel ellátva
- Aknafedlapok (600/1000 mm átmérővel) B 125 vagy D 400 terhelési osztály szerint



10.2. Hűtési rendszer kialakítása

A Spring Solar céggel úgy kerültem kapcsolatban, hogy telkünön lévő napkollektor rendszert ők helyezték üzembe. Azon kevesek közé tartoznak, akik foglalkoznak adszorpciós hűtőgépek forgalmazásával, és ők képviselik az általam is javasolt SorTech hűtőberendezést.

A SorTech kínálta Adsorption Chiller S 08 valamint az S 15 első ízben teszik lehetővé kis teljesítményben gazdaságos hideg levegő előállítását termikus energiából. Így mindenütt, ahol például nap- vagy más hasznosítható hőenergia, esetleg távfűtés áll a rendelkezésre, egy, az üzemeltetési költségek szempontjából gazdaságos, környezetbarát alternatíva kínálkozik a konvencionális kompresszoros hűtőgépekhez. Ez egy előnyös lehetőség hűs levegő előállítására, nagy mennyiségű hőenergia, és kevés elektromos energia felhasználásával.

Egy négyéves fejlesztési- és tesztfázis után a SorTech egy piacérett, kompakt, kiemelkedő teljesítményű adszorpciós hűtőgépet kínál két teljesítményben, 7,5 kW és 15 kW hűtőteljesítménnyel. Több ACS egyszerű hidraulikus berendezés összekapcsolásával pedig akár 60 kW tényleges hűtőteljesítményt is elérhetünk.

A tervezés egyszerűbbé tételéhez a SorTech minden ACS- típushoz nyújt egy illeszkedő és optimalizált visszahűtő megoldást, mint alrendszert. A legújabb EC-ventilátor technológia, és a visszahűtőnek az ACS vezérlésén keresztüli irányítása biztosítja, hogy csak annyi elektromos energia kerüljön felhasználásra, amennyi feltétlenül szükséges. Ily módon sikerült jelentősen csökkenteni a korábbi rendszerek magas éves jóságai fokát (az éves szinten előállított hűtőenergia és az ehhez felhasznált elektromos energia hányadosát), valamint az ezzel összefüggő CO₂-kibocsátást és energiafogyasztást.

Ha a hűtőforrás (hűtővízvezeték) és a visszahűtő-vezetékeket hidraulikusan fölcseréljük, az ACS hőszivattyúként is használható. Ez a hűtőfunkción felül nyáron kívül, 7 -15 °C hőmérséklet esetén a gépet az alacsony hőmérsékletű helyek (Pl.: padlófűtés) fűtésére is alkalmassá teszi, amennyiben rendelkezésre áll a megfelelő üzemeltetési hő.

A környezetből elvont energia – a működési feltételektől függően- akár 135%-os hatásfokkal is hasznosítható. Mivel az ACS kevés mozgó alkatrészt tartalmaz, a gép karbantartása a szerkezet belsejében lévő vákuum éves ellenőrzésére/tisztítására, valamint a visszahűtő lamelláinak karbantartására korlátozódik. Ez a többi épületrész karbantartásával együtt történhet, így nem okoz jelentős többletköltséget.

10.2.1. Adszorpció és abszorpció hűtés összehasonlítása

A hulladék hővel két fajta hűtési megoldást lehet alkalmazni, az egyik adszorpción alapul a másik abszorpción. Az abszorpción alapuló hűtésnél azonban, főleg a használt vegyi anyagok kapcsán több probléma is felmerülhet a működés során, ezért választottam az adszorpciós hűtést, amelyiknek az előnyeit röviden az alábbiakban részletezem

Adszorpciós hűtő

Az adszorpciós hűtő víz hőmérséklete 50°C-tól 90°C-ig terjed ki. 24 órás folyamatos üzemmódra képes. Egy évben akár 8000 órát is üzemel. Alacsony a karbantartási költsége. A hűtővíz hőmérsékletét tetszőlegesen tudjuk állítani, de minél alacsonyabb, akkor a kapacitás annál nagyobb. Hűtőközege csapvíz. Vákuum szivattyúval rendelkezik viszont abszorbens szivattyúval nem. A hűtőkapacitás plusz a hő bevitel megegyezik a kondenzátor oldali hőmennyiségével. Nem korrodál, és nem kristályosodik. Indítás után 0/7 perc hosszú szünet után felmelegszik. Nem szükséges hígítási ciklus. Akár húsz évig is képes üzemelni. A szükséges fűtő víz hőmérséklet 50°C-ig működik. A hűtött kapacitásra 7 fokozatú beépített szabályozó van. Mechanikai hiba adódhat.

Abszorpciós hűtő

Az adszorpciós hűtő víz hőmérséklete forró vizes, 80°C-tól 100°C-ig (vagy még több) terjed ki. 80°C-nál 50%-os a kapacitás, tehát általában 85°C felett érdemes üzemelni. 24 órás folyamatos üzemmódra nem képes. A hűtőközegben a működés során a Li-Br oldat koncentrációja megnövekszik.

Ezért mindennap hígítási eljárást kell alkalmazni az Li-Br-nak a hűtőközegeből való elválasztáshoz. Automatikus hígítási ciklus esetén a hűtő nem állít elő hűtött vizet a hígítási ciklus ideje alatt.

Elég magas a karbantartási költsége. A hűtővíz hőmérsékletének minimum 22°C-nak kell lennie. Minimális terhelés esetén kifinomult szabályozás szükséges. A terhelés 100%-ról 25%-ra csökkentéséhez az abszorpció rendszernek kiegyenlítőkre van szüksége.

Hűtőközege desztillált víz. Vákuum szivattyúval rendelkezik és abszorbens szivattyúval is. Három utas szabályozószelepet tartalmaz. A hűtőkapacitás plusz a hő bevitel megegyezik a kondenzátor oldali hőmennyiségével. Korrózió veszélye erős 8000 órás évi üzemidőnél 2-3 év eltelte után még a legszakszerűbb karbantartás mellett is cserélni kell a hőcserélő tekercseit a fellépő korrózió következtében. Indítás után 30 perc kell, hogy felmelegedjen. A hűtő élettartama 7-9 év. A szükséges fűtő víz hőmérséklet 82°C-nál lezár, vagy rásegítésre van szüksége. A hűtött kapacitásra szabályozására három utas szabályozóra van szükség. Vegyi hiba adódhat.

11. A BIOGÁZ ELŐÁLLÍTÁSÁNAK GAZDASÁGOSSÁGI KÉRDÉSEI

A biogáz üzem jövedelmezőségét és versenyképességét leginkább az előállított villamos energia, rendszerint az állam által rögzített, eladási ára, és a keletkezett mellék hő minél gazdaságosabb felhasználása határozza meg.

Magyarországon a megújuló energiaforrások esetén a zöld villamos energia árát 0,1 euro/kWh értékben rögzítették. Németországban ugyanez 0,2 euro/kWh, nagyságrendileg kétszerese a hazainak. Mindezzel párhuzamosan a villamos energia nagykereskedelmi ára közel megegyezik. Ez világosan mutatja az állam szerepét a biogázüzemek működtetésében, látszik továbbá az is, hogy a magyar átvételi ár sok esetben nem garantálja az üzemek gazdaságos működését.

Stratégiai szempontból mindenképp el kell különíteni a kommunális alapanyagokból dolgozó és a mezőgazdasághoz kötődő biogázüzemeket. A legfontosabb különbség az, hogy míg az előbbieket elsősorban közfeladatokat ellátó üzemegységek, addig a mezőgazdaságban létesülő üzemek elsődleges célja a jövedelemtermelés. Ez azt jelenti, hogy a tervezési fázis során az előbbieknél a nyereségesség kérdése „szabadabban kezelhető”, míg a mezőgazdasági üzemeknél a legfontosabb szempont kell, legyen. A depóniagáz és a kommunális szennyvízre alapozott biogázüzemek létesítése sokkal inkább az állami és önkormányzati szférában képzelhető el. Az előállított gáz vagy az ebből előállított villamosenergia ez esetben visszaforgatható az önkormányzati hatáskörben működtetett energiafogyasztókhoz.

A mezőgazdasági üzemek kérdésköre jóval nagyobb megfontolást igényel. Mint már szó esett róla, elsődleges szempont a gazdaságos létrehozás és működtetés kérdése. Egy komplett technológia kiépítésének költségei napjainkban megközelítik a 600 millió forintot.

A beruházási értéknek a kamatigényével együtt történő megtérülése elképzelhetetlen. Kijelenthető tehát, hogy önerőből nem épül biogázüzem. A közcélok ellátása érdekében, központosan támogatott üzemek esetén, a beruházónak csak a létesítés költségeinek egy részét és a működtetés költségeit kell kigazdálkodni, ami szintén nem egyszerű feladat. Az üzem működtetése csak úgy lehet hosszú távon nyereséges, ha azt egy meglévő mezőgazdasági komplexumba integráljuk. Mint már láttuk a különböző alapanyagok fajlagos potenciáljának vizsgálata során, a trágyából nyerhető biogáz mennyisége igen

alacsony. Egy csupán trágyára alapozott biogázüzem nem működtethető nyereségesen. Mindenképp szükséges más, nagyobb energiatartalmú alapanyagok bekeverése. A legkedvezőbb megoldás, ha egy állattartó telep és egy vágóhíd együttes alapanyagbázisára alapozzuk a biogáz-előállítást. Ebben az esetben az alapanyag fajlagos gázkihozatala jóval kedvezőbb. A megtermelt gáz turbinák segítségével villamos energiává alakítható, és feltölthető a rendszerre. A turbinák hűtővizének „hulladékhője” a vágóhíd melegvíz-igényének kielégítésére használható fel.

Mint látható, versenyszférában a biogázgyártás csak támogatással, valamint minél teljesebb alapanyag-beszállító és végtermék-felhasználó integráció létrehozása esetén valósulhat meg. Épp ezért kell óvatosan kezelni a rendelkezésre álló alapanyag-tételek biogáz kapacitását. Amint azt láthatjuk, ezen értékeket felülírja a biogáz kinyerésének gazdaságossága.

Összefoglalás

A biogáz gyártás kiemelt és egyre nagyobb jelentőséggel bíró kérdés a megújuló energiaforrások kihasználásáról, valamint az éghajlati és környezeti problémákról zajló párbeszédok során. A technológiai jelenlegi fejlettségi szintje azonban fontos gazdaságossági kérdéseket vet fel. A központi szabályzásnak, a kutatás-fejlesztésnek és a beruházások racionalizálásának egyaránt fontos szerepe van a szektor eredményes működtetése és dinamikus fejlesztése kapcsán. Mindazonáltal a jövedelmezőség nehézségei egyértelműen rávilágítanak arra, hogy a biogáz termelés napjainkban nem életképes az uniós és nemzeti forrásokból biztosított jelentős – főként beruházási – támogatások nélkül. (Lásd: Nyírségvíz komposztáló üzemi beruházása 2010-2012)

A beruházásokat különféle intézkedésekkel kell ösztönözni, bevonva az EU regionális és vidékfejlesztési alapjait is. A „zöld villamos energia” állam által rögzített ára jelenti azt a kulcsfontosságú tényezőt, amelynek elég magasnak kell lennie ahhoz, hogy biztosítsa a fenntarthatóságot és valódi ösztönző legyen.

A biogáz üzemeknek nyújtott valamennyi támogatásnak a hatékonyságon, műszaki fejlettségen, az üvegházhatást okozó gázok tekintetében pozitív egyenlegen és az üzemek által jelentett egyéb környezeti előnyökön kell alapulnia.

A szennyvízkezelés és komposztálás közötti technológiai folyamat hatékonyságának javítása érdekében próbáltam megoldási javaslatokkal élni. Az általam javasolt autómosó. és hűtési rendszereken kívül lehetőség mutatkozik a keletkezett melegvíz melegházakban történő felhasználására is, ami nagyságrendjét tekintve külön fejezet lehetne.

A két általam javasolt lehetőséget kihasználva is jelentősen nőne a megtermelt biogáz felhasználásának eredményessége. Ezen javuló hatásfokkal ez a tevékenység vonzó működési formát mutat a környező hasonló szennyvíztelepeknek.

IRODALOMJEGYZÉK

Bai Attila (2007) A biogáz. Szaktudás Kiadó Ház Zrt. Oldal szám: 298. ISBN: 9789637024306

Heinz Schulz – Barbara Eder (2005) Biogázgyártás. Cser Könyvkiadó és Ker. Kft. Oldal szám: 172 ISBN: 9789637418471

<http://www.nyirsegviz.hu>

<http://www.alternativenergia.hu/kategoriak/technologiak/epuletek/biogaz-epuletek-technologiak>