

# **A biogáz energetikai célú hasznosításának lehetőségei hazánkban**

**Szilágyi Károly Szabolcs, IV. évf., ELTE TTK**

Témavezető: **Munkácsy Béla** egyetemi adjunktus  
ELTE Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék

## **Tartalomjegyzék**

<b>1. Bevezetés</b>	<b>2</b>
<b>2. Megújuló energetikai rendszerek telepítése</b>	<b>3</b>
<b>3. A biogáz fogalma</b>	<b>7</b>
<b>4. Biogázfajták csoportosítása</b>	<b>8</b>
<b>5. Biogáztermelésre felhasználható anyagok</b>	<b>9</b>
<b>6. A biogázüzemek felépítése, részegységei</b>	<b>11</b>
<b>6.1 Depóniagáz-hasznosítás</b>	<b>11</b>
<b>6.2 Szennyvíztelepi és mezőgazdasági biogáz</b>	<b>12</b>
<b>7. A kiejesztett trágya felhasználása</b>	<b>16</b>
<b>8. Szél és biogázerművek összehasonlítása</b>	<b>19</b>
<b>9. Jellegzetes példák</b>	<b>21</b>
<b>10. Egy létesíthető erőmű Máriahalmon</b>	<b>22</b>
<b>11. Befejezés</b>	<b>28</b>
<b>Mellékletek</b>	<b>29</b>
<b>Hivatkozások</b>	<b>37</b>
<b>Irodalomjegyzék</b>	<b>38</b>

## 1. Bevezetés

Dolgozatomban kimondottan a villamos-energiatermelő vagy kombinált hő-és villamosenergiát előállító rendszerek működését tanulmányozom, ezen belül is a biogáz-felhasználást.

A jövőben hatalmas problémával kell szembenéznie hazánknak, melyre a megfelelő megoldás kutatása stratégiai fontosságú. Ez a probléma a megfelelő mennyiségű és minőségű energiaforrással való ellátása hazánknak. Energiaimport-függőségünk 2005-ben meghaladta a 75%-ot [3], melynek csökkentésére a megújuló energiaforrások fokozottabb igénybevétele megfelelő alternatívának ígérkezik.

Lényeges szempont a fogyasztók kiszolgáltatottságának csökkentése, az ellátásbiztonság növelése, és a jobb energiahatékonyság elérése az ellátás oldalán a közeljövőben (**1. számú melléklet**). Az energiaárak növekedése egyre jobban kifizetődővé teszi a megújuló energiaforrásokat kihasználó kiserőművekből álló rendszereket. A megújulóakra való áttérésnek a szükségességét sürgeti még az éghajlatváltozás mértékének csökkentése, valamint a környezetszennyezés minimális szintre való leszorítása.

Dolgozatom témaköréként a hazai lehetőségek leszűkítése után választottam a biogáz megújuló energiaforrásként való felhasználását. A biogáz mint energiaforrás még hazánkban rendkívül kihasználatlan, így érdemes foglalkozni a kapacitás bővítésével a jövőben. A legfontosabb szempontnak a gazdaságosságot, és a hatékonyságot tekintem.

## 2. Megújuló energetikai rendszerek telepítése

Ahol tervben van egy olyan rendszer építése, amely valamilyen megújuló energiaforrást hasznosít, egy sor különböző szempont figyelembe vétele szükséges ahhoz, hogy az gazdaságosan és megfelelően működjön. Lássuk 5 pontban, milyen alapvető szempontok figyelembe vétele szükséges, ha megújuló villamos-energiatermelő technológiák, rendszerek telepítésével foglalkozunk.

### *A földrajzi környezet*

A kiválasztott terület természeti adottságainál olyan szempontokat érdemes figyelembe venni mint pl.: a napsugárzás intenzitása, a napos órák száma évente, a szélviszonyok, a vízenergia-készlet, a geotermikus energiakészlet, a fosszilis tüzelőanyag-ellátottság, védett természeti területek, erdők és települések elhelyezkedése, biomassa-produkció, nukleáris energiatermelés lehetőségei, a földterület jellemzői **(2. számú melléklet)**.

Fosszilis tüzelőanyaggal való ellátottságban sajnos nem kedvezőek a mutatóink, rendkívül magas az importfüggőségünk, és készleteink csökkenése miatt a jövőben ez elkerülhetetlenül tovább fog növekedni. Ezért is szükséges és elkerülhetetlen az alternatív energiaforrásoknak, és az ezt kihasználó rendszerek telepítési lehetőségeinek a tanulmányozása.

Magyarországnak a legnagyobb értékű megújuló energiaforrása a termőföld. Energetikai szempontból vizsgálva a termőföldben rejlő lehetőségeket,

ezen erőforrásunkban rengeteg lehetőség rejlik. Hazánkban a biomassza energetikai célú hasznosítására már több erőmű is berendezkedett, de jelentős mértékű növekedés már nem lehetséges a jövőben (**3. számú melléklet**). Az éves fel nem használt biomassza-produkció kiaknázására már léteznek megfelelő technológiák (pelletprések, faelgázosító kazánok, biogáz-telepek stb.), de sokszor nem megfelelően, vagy hulladékként kezelnek olyan anyagokat, amelyek értékes energetikai nyersanyagok lehetnének. Ezek a nyersanyagok az átalakulásuk során energiát termelnek, megszűnnek létezni, mint szennyezőanyagok, fizikailag-kémiaiailag módosulnak, és hatékonyabban lehet a keletkező végtermékeket felhasználni.

A biogáz-termelés tökéletesen beleillik ezen anyagok természetes körforgásába. Hazánkban, ha csak az állati trágyából nyert biogázt hasznosítanánk, akkor az fedezné az elektromos energiafelhasználásunknak kb. 3,1%-át (1483,63 millió Kwh/év), és további 1730 Mwh hőenergiát lehetne hasznosítani, mely megfelel egy 160 MW elektromos - és 180 MW hőteljesítményű erőműnek(**számolás: 4. számú melléklet**). Körülbelül 191350 tonna átlagos fűtőértékű (30,67 MJ/kg) [4] kőszén lehet megspórolni vele (35% hatásfok esetén). Ez így nem tűnik soknak, de kofermentáció (egyéb hulladékok hozzáadásával) segítségével ezt a teljesítményt a többszörösére lehetne növelni, nem is beszélve a kommunális szennyvíztelepekben rejlő lehetőségekről. Mivel ezen hulladékok tárolását eleve meg kell oldani, így célszerű a jövőben a pusztán tárolás helyett energianyerésre használni őket.

### *Gazdasági környezet*

A gazdasági környezetet képezik többek közt a fosszilis tüzelőanyagok árviszonyai, az energiahordozók állami támogatása, beruházási költségek, megtérülési idő, támogatási rendszerek, externáliák, szennyezésselhárítás, a nukleáris fűtőanyag ára.

A hagyományos tüzelőanyagok egyre jobban növekvő árai és csökkenő állami támogatásuk (lásd a lakossági gázáremeléseket), hosszú távon kifizetődővé teszi a megújuló erőforrások alkalmazását. Figyelembe véve egyéb, pl. externáliás költségeket, mindenképp a megújuló rendszerek lesznek hosszútávon költséghatékonyak. Természetesen a gazdaságosság és a megtérülés rengeteg tényezőtől függ (elektromos hálózattól való távolság, bekötési költségek, földrajzi helyzet, stb.).

Egyszerű példaként említhető, hogy a szélenergia által előállított energia ára az utóbbi 10 év alatt az 1/5-ére esett le, és egyes jóslások szerint hamarosan állami támogatás nélkül is érdemes lesz beruházni szélerőművekre.

#### *Politikai tényezők*

Elérendő célok, koncepciók, stratégia, szervezés, irányítás, támogatási politika, nemzetközi programokban való részvételi elkötelezettség, kedvező szabályozási intézkedések, valamint a környezetvédelmi szempontok képviselése határozza meg.

A magyar energiapolitika a környezetvédelem, a megújuló energiafelhasználás növelése és az energiatakarékosság kérdéseit egységesen kezeli.

Az orosz gázszállítás bizonytalansága miatt szükséges újragondolni az ellátásbiztonság kérdéskörét, és szükségzerű a nem importfüggő megújuló energiaforrások hasznosításának bővítése.

A megújuló energiaforrások fokozottabb használata jelentősen csökkentheti az importfüggőséget, növeli a foglalkoztatást, és hozzásegít az éghajlatvédelem tárgyában tett nemzetközi kötelezettségvállalás teljesítéséhez.

A Kiotói jegyzőkönyv alapján az üvegházhatású gázok emisszióját nagymértékben kell csökkenteni. Magyarországnak a 2008-2012-es időszakban az

1985-1987 közötti időszak viszonyítási szintjéhez képest 6%-os csökkenés van előírva, melyet teljesíteni tud akkor is, ha a jövőben az energiapolitikánk a lignitvagyon fokozottabb felhasználásán alapul. A biogázhasznosításnak a metánszennyezés csökkentésében lehet jelentős szerepe (a metán 21-szer erősebben károsítja az ózonréteget a szén-dioxidnál), hiszen a trágya tárolása közben keletkező metán így nem jut ki a légkörbe.

A megújuló energiaforrásokkal előállított elektromos energia átvételi ára 23 Ft/Kwh (a villamos energiáról szóló 2005-ben módosított 2001 évi CX. Törvény) amely árat minden évben a KSH által az előző 12 hónapra közzétett fogyasztói árindex mértékével kell módosítani 2010-ig. A 23 Ft/Kwh csak az időjárásfüggő, azaz nem szabályozható erőművekre vonatkozik. Az egyes időszakok pontos átvételi ára az 1. táblázaton látható. Összehasonlítva a jelenlegi fogyasztói energiaárakkal, még mindig jelentős hátrányban van (Az eladási ár 1320 Kwh/évet meg nem haladó fogyasztó részére bruttó 36,24 Ft/Kwh 2006-ban [10]).

Csúcs	Völgy	Mélyvölgy
27,06 Ft	23,83 Ft	9,72 Ft

1.táblázat. forrás: [www.biogasforum.hu](http://www.biogasforum.hu)

### *Technológiai tényezők*

Ide tartoznak a hálózati adottságok, a hálózati kapacitás, a megújuló energetikai rendszerek fejlesztésének programjai, végül az ellátásbiztonság.

Jelenleg az energiapolitikai döntéshozók a megújuló erőforrásokkal szembeni ellenérvei az ellátásbiztonság követelményén alapulnak. Ez elsősorban az időjárás körülményektől függő kiserőművekre fokozottan igaz, de a biogáz-hasznosítás

ezen a téren sokkal kiegyenlítettebb, jobban, pontosabban szabályozható energiatermelő rendszer.

### *Társadalmi tudatosság*

Fontosnak tartom megemlíteni, mivel a fogyasztóknál kell tudatosítani a hosszútávon energiahatékony élet előnyeit. Ezen előnyök nem csak a környezettudatos életmód általánosan ismert hosszútávú pozitív hatását jelentik, hanem rövidtávon való anyagi megtérülést is. Hiába akarunk az energiaellátás- és szállítás oldalán hatékonyak lenni, ha azzal fogyasztói oldal nem megfelelően bánik. Ezt a pazarlást a jelenlegi támogatási rendszer is segíti (földgáz- és elektromos áram támogatás 2005-ben 3-3 mrd Ft volt), melynek következtében nincsenek a fogyasztók rákényszerítve az energia hatékony felhasználására.

Megoldás lehet a támogatási rendszer módosítása az alternatív technológiák javára, és egy olyan életmód bemutatása, amely nem jár semmiféle hátránnyal a jelenlegi többnyire pazarló életmóddal szemben.

### **3. A biogáz fogalma**

A biogáz szerves anyagok anaerob<sup>1</sup> körülmények között történő lebomlása során keletkező gázelegy. A lebontást négy lépcsőben különböző baktériumok végzik (**5. számú melléklet**). A lebomló anyag minőségének, valamint a lebomlás körülményeinek függvényében kb. 50-75% metánt, 20-45% szén-dioxidot, valamint 2-5% kén-hidrogént, hidrogént és nitrogént tartalmazhat. A nyert gáz átlagos fűtőértéke 22,6 MJoule/m<sup>3</sup> [2, 4, 8] Összehasonlításképp a metán fűtőértéke 39 MJoule/m<sup>3</sup> [5], akkor az "ingyen" kapott gázelegy meglehetősen jónak

---

<sup>1</sup> Anaerob: levegő oxigénjétől elzártan végbemenő

mondható. A kinyerhető mennyiség függ a szerves anyag minőségétől, a fermentálás módjától, a pH-értéktől, a mikroszervezetek életfeltételeitől, használnak-e enzimeket a gázképződés elősegítéséhez. Gazdaságosság érdekében nem csak a termelt gázmennyiséget, hanem annak metántartalmát kell figyelembe venni.

#### **4. Biogázfajták csoportosítása**

Az előállítás módja szerint megkülönböztetünk:

A,) *szennyvíztelepi gázt* (szennyvíztelepeken képződő biogáz).

B,) *depóniagázt* (kommunális hulladékból keletkező szeméttelapi gáz).

C,) *mezőgazdasági vagy egyéb "hulladékból" keletkező biogázt.*

Legismertebb a mezőgazdasági hulladékból nyert biogáz. Különböző ázsiai országokban már régóta használnak melegítésre biogázt, amit többnyire trágyából és különböző mezőgazdasági hulladékból nyernek.

A gázképződés legfontosabb tényezője a hőmérséklet. Ennek alapján megkülönböztetünk pszikrofil, mezofil és termofil erjesztést, ahol más-más baktériumtörzsek végzik a lebontást.

##### *Pszikrofil erjesztés*

0-20 C°-on történik alacsony gázképződés mellett. Ezt az erjedést használják ki a depóniagáz képződésénél. Az erjedési folyamat ennél az erjesztésnél a leghosszabb(5-10 év), de a telepítési és üzemeltetési költségek tekintetében ez a leghatékonyabb [1, 2, 8]

### *Mezofil erjesztés*

30-42 C°-on megy végbe. A fermentáció időtartalma átlagosan 18-30 nap intervallumban változik. Jelenleg ez a módszer mutatkozik a legjobbnak a gáztermelés minőségének szempontjából. [1, 2, 8]

### *Termofil erjesztés*

50-57 C°-on megy végbe, a hőre sokkal érzékenyebb baktériumok által, átlagosan 10-12 nap alatt. Előnye a gyors fermentáció miatti kisebb fermentorméret (így kisebb telepítési költség) [1, 2, 8].

## **5. Biogáztermelésre felhasználható anyagok**

Ez a legfontosabb tényező, amely alapvetően meghatározza egy biogázüzem hatékonyságát. A biogáztermelésre minden könnyen bomló szerves anyag felhasználható. A leggyakoribb felhasznált szerves anyag az állatok trágyája. A trágya mellett más szerves anyagokat ún. koszubsztrátumokat<sup>2</sup> is belekeverhetünk, melyekkel jelentősen növelhetjük a gázképződést.

Ilyen anyagok lehetnek a kukoricaszár, a vágott fű, a gabonafélék szára, szinte minden olyan növényi alkotórész, ami előfordulhat egy mezőgazdasági üzemben. A vegyes alapanyagokat felhasználó üzemek jóval hatékonyabbnak bizonyulnak, mint a csupán trágyát hasznosító üzemek.

Mezőgazdasági hulladékon kívül felhasználhatóak a megfelelően válogatott kommunális, az éttermi hulladékok, és a szennyvíziszap. Fontos megemlíteni, hogy

---

<sup>2</sup> Koszubsztrát: adalékanyagok az erjesztéshez, pl. híg-/szilárd trágya, növényi alkotórészek, hulladékok

olyan szerves anyagokat is fel lehet dolgozni, melyek az élelmiszeripar veszélyes hulladékai. Ilyenek a vágóhídi hulladékok, az elhullott állatok, élelmiszeripari maradékok, amelyek átestek egy ún. pasztörizáláson<sup>3</sup>, így nem tartalmazznak veszélyes patogéneket (71/2003 (IV.27) FVM rendelet). Ennek köszönhetően a gyakran csak költségesen kezelhető hulladékokat szintén fontos ipari nyersanyagnak lehet tekinteni biogáz-hasznosítás szempontjából. Így a gazdálkodó plusz jövedelemhez jut, melyhez a hulladék kezeléséből és tárolásából jut.

A 2. táblázatban szemléltetem néhány gyakori gázhasznosításra használt mezőgazdasági nyersanyag gáztermelő képességét. Fontos megjegyezni, hogy a megadott mennyiségek a szárazanyag-tartalomnak a szervesanyag-tartalmára (szszá) vonatkoznak. Ez utóbbi kiszámolható, ha a nyers tömegeből kivonjuk a szárazanyag-tartalmat, és ebből kivonjuk a szervesanyag-tartalmat. Ez az érték a nyers súly kb.: 5-25%-ka. [2]

<b>Szervesanyag</b>	<b>Biogáz mennyisége(m<sup>3</sup>/t szszá)</b>
<b>Marhatrágya</b>	<b>176-520</b>
<b>Sertésrágya</b>	<b>220-637</b>
<b>Baromfitrágya</b>	<b>327-722</b>
<b>Vágott fű</b>	<b>300-800</b>
<b>átlag</b>	<b>480</b>

2.táblázat. adatok forrása: Schulz-Eder (2005), 171p.

---

<sup>3</sup> Pasztörizálás: hőkezelés

## **6. A biogáz-üzemek felépítése, részegységei**

Az üzem felépítése, mérete és részegységei attól függenek, miből akarják a gázt kinyerni, és azt hogyan akarják hasznosítani. Vannak „kulcsrakész” üzemek, de többnyire a gazdálkodó igényeihez igazodó egyedi megoldásokat alkalmaznak. Bizonyos eszközök lehetnek ugyanazok minden előállítási módnál, többnyire a gázkitermelés technológiai különböznek lényegesen egymástól. A gáz felhasználásának módja, már többnyire ugyanazon a folyamaton megy át akkor, ha elektromos áram termelése a cél. De az hogy hogyan jutunk el a gázmotorig, kétféleképp mutatom be.

### **6.1. depóniagáz hasznosítás**

A depóniagáz előállítás a kommunális hulladéklerakókban található szervesanyag-tartalmat használja fel. Népszerű megoldás az alacsony telepítési és üzemeltetési költségek miatt. Felépítése egyszerű, lényegében egy körbeszigetelt betemetett szemétkerakó, melyben gázelszívó csöveket helyeztek el.

A pszikrofil „Lásd 4. fejezet” fermentáció következtében az itt kinyerhető gázmennyiség a legjobb esetben sem közelíti meg a más technológiával való fermentálás során felszabaduló gázmennyiséget. Többnyire 10-25 évig folyamatosan termelhető ki belőle gáz, és a maximálisan kitermelhető mennyiség 50-200 m<sup>3</sup>/tonna (szszá) között alakul. A gáz összetevőit nézve 45-60% metán,

valamint 40-55% szén-dioxid, hidrogén, kén-hidrogén, nitrogén, valamint előfordulhat 4-6% oxigén is benne. A mennyiség és minőség szorosan összefügg az erjesztett anyagok összetételétől, tömörségétől. A depóniagáz kimondottan sok vízgőzt tartalmazhat, amelyet ki kell kondenzálni, majd a továbbiakban a gázt meg kell tisztítani az energiatartalmat (szén-dioxid), és gázmotort károsító összetevőktől.

Tisztítás után a gázt tárolják, majd kazánban elégetve hőként fűtésre, vagy gázmotorokban ugyanúgy lehet használni elektromos áram előállítására, mint bármely energiahordozót. A depóniagázra települt erőművek általában kis teljesítményűek (50-200 Kw), de viszonylag olcsó megoldást jelentenek egy már meglévő hulladéklerakó hatékonyabb kihasználására.

## **6.2. szennyvíztelepi és mezőgazdasági biogáz**

Azért tárgyalom egy címszó alatt ezt a kétfajta megoldást, mert lényegében ugyanazokat a típusú berendezéseket használják a fermentálódás folyamatától kezdve, kivételt képez a hulladék előkezelése, valamint a kiejlesztett maradék kezelése.

### *Előkezelés*

Az előkezelés a felhasznált hulladékok anyagi minőségétől függ. A folyamat lényege a megfelelő fizikai, kémiai állapotú nyersanyag előállítása (nagyobb reakciófelület<sup>4</sup>, megfelelő nedvességtartalom és pH elérése).

### *Mezőgazdasági hulladék előkezelése*

---

<sup>4</sup> Nagyobb reakciófelület: darabolással a lehető legnagyobb felület, azaz legkisebb szemcseméret létrehozása

A mezőgazdasági hulladékokat összegyűjtik, aprítják (reakciófelület növelése a cél), összekeverik, hidrolizálják a fermentor(ok)ba való betáplálás előtt.

#### *Kommunális szennyvíz előkezelése*

A szennyvizet üleptik, majd sűrítik, víztelenítik, hogy elérje a min. 3,5% szárazanyag tartamot (**6. számú melléklet**). Ennél a folyamatnál a jobb sűrítési hatások érdekében sűrítést segítő anyagokat adagolnak az iszaphoz. Kellő sűrűség elérése után, hozzá lehet adni egyéb nagy szervesanyag-tartalmú hulladékokat. A hulladékok, különösen ha veszélyes hulladékok, át kell hogy essenek egy hőkezelésen (a már említett 71/2003 (IV.27) FVM rendelet). [8]

#### *Fermentáció*

Ha megfelelően előkezelték a hulladékot/szennyvíziszapot akkor a következő folyamat a fermentorba<sup>5</sup>, azaz a biogáz-reaktorba való betáplálás. A biogáz-reaktor<sup>6</sup> a telep egyik legfontosabb része. Itt történik a szervesanyag-lebomlás és a biogáz-képződés. A reaktor formája többféle lehet, de a legelterjedtebb a függőleges henger alakú forma. Anyaga lehet betonból, fémből, de mindenképp jól szigeteltnek kell lennie, ami nemcsak jó víz és gázzáró-képességet, hanem egyben jó hőszigetelést is jelent. A termofil reaktornál igen jelentős ez a hőszigetelő réteg, hiszen a téli hideg esetén is +55 C°-nak kell lennie a betáplált sokszor több ezer tonna nyersanyagnak, míg a mezofil reaktorban ez a hőmérséklet +32-38 C°. A fermentorokban lévő anyagot folyamatosan keverni kell, a leülepedés elkerülése miatt. [1, 2, 4]

#### *Utórohasztás*

---

<sup>5</sup> Fermentor: légmentesen zárható erjesztő

<sup>6</sup> Biogáz-reaktor: l. *fermentor*

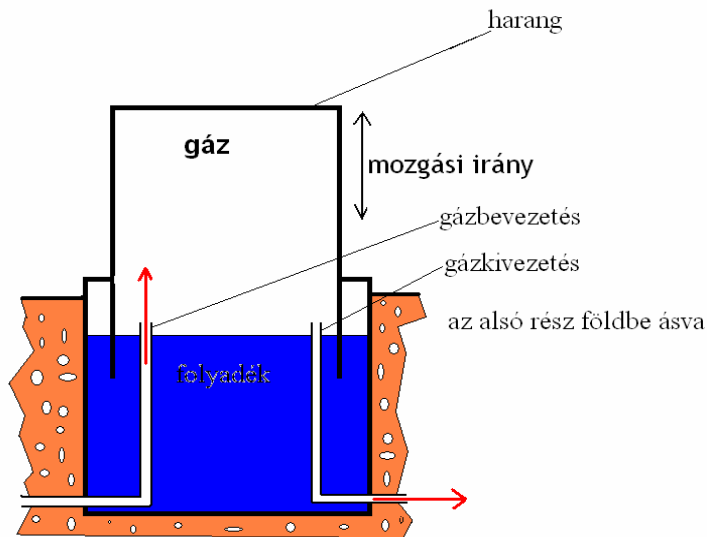
A kiejlesztett anyagok ezután az utófermentálóba vagy utótárolóba kerülnek, ahol még a maradék biogázt kinyerik belőle. Az utótárolót úgy kell megtervezni, hogy legalább 4 hónap alatt keletkezett kirothasztott anyagmennyiséget legyen képes tárolni, mivel a magyar jogszabályi előírás 120 napos trágyakiviteli tilalmat ír elő a téli hónapokra. A kiejlesztett a szennyvíziszap újra átmegy egy centrifugálási-sűrítési folyamaton, majd az így kinyert vizet ismét a tisztítási folyamat elejére vezetik vissza, a maradék iszapot pedig elszállítják.

#### *A keletkező gáz tisztítása*

A biogázt biológiai, kémiai és fizikai úton tisztítják a nemkívánatos elegyrészekről. Biológiai vagy kémiai úton a kén-hidrogéntől szűrik meg, és fizikai úton általában a vízgőzt csapattják belőle ki. Mindig az egyszerűség elvére kell törekedni.

#### *A gáz tárolása*

A biogáz egy viszonylag egyenletesen keletkező, és veszteség nélkül tárolható energiaforma. Az egyéb alternatív energiaforrásokkal szemben (nap, szél), nagyságrendekkel olcsóbban lehet raktározni, majd később veszteségek nélkül felhasználni.



**1. ábra. a bűvárharang elvén működő gáztározó. Forrás: saját szerkesztés**

### *Gázmotorok*

A gázmotorok feladata a mechanikai, majd elektromos- és hőenergia előállítása. Átlagosan 30-35% hatásfokkal termelnek elektromos áramot az un. Otto gázmotorok, ahol az energia egy jelentős része hővé alakul. A keletkező "hulladékhőnek" egy része (10-25%) a fermentorok hőigényének ellátását szolgálja, de a nagyobbik része bármilyen fűtési célra felhasználható, mely az adott gazdaságtól függ (istállók, lakóházak, üvegházak, épületek, szárítóüzemek fűtése).

Az elektromos energia bizonyos részét a biogáztelep ellátására fordítják, egy további részét pedig a hálózatba tudják visszatáplálni. Az hogy mennyit táplálnak vissza, az az adott telep energiaigényének függvénye. Egy szennyvíztisztító telep épphogy tudja fedezni az általa felhasznált elektromos áram 40-80%-át, de egy

csirketelep minimális hő és áramigénye miatt szinte teljesen vissza tudja táplálni a hálózatba az általa megtermelt energiát.

## **7. A kierjesztett trágya felhasználása**

A biogázerőművek haszna nem merül ki az elektromos- és hőenergia előállításában, hanem egyre fontosabb szempont a kierjesztett trágya értéknövekedése a kiinduló alapanyagokkal szemben. A következőkben összefoglalom a legfontosabb előnyeit a fermentált trágyának a kezeletlennel szemben.

### *Szagkibocsátás csökkenése*

Döntő szempont lehet főleg egy település közelében lévő állattartó telep létesítésénél. Műszeres vizsgálatoknál (olfaktométerrel) a szagintenzitást a tizedére lehetett csökkenteni, míg a Kieleti Egyetem (Institut für Landtechnik) vizsgálatai kimutatták, hogy a szagkibocsátás három órával az erjesztőből való kivétel után már nem mérhető. Elmondható hogy egy jól működő biogáztelepen a kierjesztett trágyának lényegesen kisebb a szagterhelése. [2] [8]

### *Javuló folyósság*

A homogenitás és a folyósság javulását a mezőgazdák nagyra becsülik, mivel könnyebb bekeverni, szivattyúzni, és szétoszlatni a termőföldeken. [2]

### *Nincs tápanyagvesztés*

A légmentes helyen történő erjedés miatt a növényi tápanyag nem vesz el párolgás, valamint esővíz általi kimosódás következtében (20-40% nitrogéntöbblet

a komposztáláshoz képest). A biológiai fermentoron belüli kén-hidrogén kezelés következtében a trágyában kén halmozódik fel, ami a növényeknek szükséges a fehérjeképzéshez. Mivel a szénvegyületeket tartalmazó cellulóz és lignin nem tud lebomlani fermentáció során, így a talaj is megkapja a humuszképződéshez szükséges alapanyagokat. [2]

#### *Csökkenő nitrátkimosódás*

A biogáztrágyát gyors hatású fejtrágyaként is lehet használni a fejlődő növényekhez, és az szárazabb időjárás esetén is kihordható a földekre. A nitrogént nagyrészt a növények hasznosítják, és csak egy kisebb rész jut lejjebb a talajba. [2]

#### *Csökkenő csírázóképeség*

A gyomnövények magvai a mezofil és termofil erjesztési tartományban csökkennek, így hozzájárulnak a gyomnövények elleni küzdelemhez. [2] [8]

#### *Higiéniai szempontok*

A biogázfolyamat alkalmazható higiénizáló eljárásként a vírusos, baktériumos és parazitás betegségek okozók mennyiségi csökkentésére. Minél magasabb az erjesztési hőmérséklet és idő, annál jobban hatástalanítja a mikroorganizmusokat. Mezofil hőmérséklet-tartományban csak 1-2 tízes hatványra, míg a termofil hőmérséklet-tartományban működő berendezések már megfelelően higiénizáltak 4 tízes hatványra csökkentve a mikroorganizmusok számát. A mezőgazdasági biogázüzemeknél kofermentációval és a háztartási szennyvíz bevezetésével jelentősen nő a járványhigiéniai kockázat, így alapfeltétel a koferment anyagok megfelelő módon való előkezelése. [2]

## *Összegzés*

A Schweisfurth Alapítvány (München) megbízásából a Landtechnik Weihenstephan közvélemény-kutatást végzett 35 biogáztelep üzemeltetőjénél a biogáztermelés mellékhatásainak felmérése céljából. A legnagyobb javulás a szaghatások csökkentése jelentette és a homogenitás javulása. Települések közelében ez különösen fontos szempont. Átlag 36%-ot takarítanak meg ásványi trágyán nyereségveszteség nélkül, és két mezőgazda jövedelme azonos műtrágyahasználat esetén 10-25%-kal nőtt [2]. Finanziális szempontból hogy milyen haszonnal jár a trágyahasználat a biogázból nyert energiatöbblethez képest, megoszlottak a válaszok. Ez nyilván az adott gazdaságok struktúrájától függenek. Átlagosan 51,4% származik a gázból, és 48,6% a trágyahasználatból [2]. Ezért a gazdasági számolásoknál nem csak a gázból nyert energiával kell számolni, hanem figyelembe kell venni az értékes maradék-nyersanyag pozitív hatásait, akár csak az esetleges kofermentáció során felhasznált hulladékok kezelési-tárolási bevételeit.

## 8. Szél és biogáz erőművek összehasonlítása

Jellemző	Szél erőművek	Biogáz erőművek
1 Kw teljesítményre jutó telepítési költség (a)	350.000-400.000 Ft	500.000-800.000 Ft
megtérülési idő (b)	7-10 év	4-10 év
ellátásbiztonság (c)	időjárásfüggő	szabályozható
energiatárolás (d)	Költséges és veszteséges	Olcsó és veszteségek nélkül megoldható
munkaerőigény (e)	alacsony	Méret növekedésével növekszik a munkaerőigénye
környezetvédelem (f)	nincs semmilyen CO <sub>2</sub> , vagy egyéb üvegházhatású gáz kibocsátás	CO <sub>2</sub> semleges, és a CO <sub>2</sub> -nál 21X veszélyesebb üvegházhatású metánt égeti el, ami így nem kerül ki a légkörbe, ezzel lassítva a klímaváltozást
telepíthetőség (g)	erősen korlátozott, szigorú természetvédelmi előírások	nyersanyag-előfordulási helyeken adott, és célszerű
Mo-ra telepíthető mennyiség	330 MW	nincs korlátozva

### Megjegyzések:

a. A méretgazdaságosság elve érvényesül itt is, tehát 1 Kw-ra eső telepítési költségek a méret növekedésével csökkennek. Azonban teljesen más berendezések kellenek egy szennyvíztelepi, és egy mezőgazdasági hulladékot hasznosító üzembe, esetleg ha ki akarják egészíteni azt egyéb veszélyes hulladék ártalmatlanításával-hasznosításával. Fontos hogy a szél erőműnél a névleges teljesítményt<sup>7</sup>vettük számításba. A kulcsi szél erőmű a névleges 0,6 MW teljesítményével még mindig csak 0,15 MW teljesítményt ad le átlagosan, míg egy biogáz erőmű akár folyamatosan a névleges teljesítményén tud termelni.

<sup>7</sup> Névleges teljesítmény: a gyártó által adott szélsősebességnél mért érték, melynek átlagosan a 25%-át tudják kihasználni

b. A megtérülési idő szoros kapcsolatot mutat a telepítési költségekkel, és az üzemeltetéssel. Bár egy már létező mezőgazdasági üzem gépesítettsége meghatározó jelentőségű, valamint környezetvédelemre, hulladékkezelésre, elektromos áramra, hőre (várhatóan ezek rohamos növekedésével számolni kell) jutó költségeit sem lehet figyelmen kívül hagyni.

c. Az ellátásbiztonság problémáját már említettem. Az időjárásfüggő erőművekkel szembeni egyik óriási előnye ennek a technológiának a pontosan kiszámítható, tervezhető, és szabályozható termelés.

d. Az energiatárolás az ellátásbiztonságot szolgálja. A szélerőművek legnagyobb problémája az energiatárolás. Mindaddig amíg erre nem tudnak „olcsó” megoldást találni, nem tudnak tömegesen elterjedni. A biogáz-erőművek olcsó energiatárolása „Lásd 6.2. fejezet” lehetővé teszi az ellátás kiegyenlítését, valamint kiegészítve egyéb technológiákkal az eltárolt energia más célokra való felhasználását (pl. Svédországban autók meghajtása).

e. Mivel folyamatos munkaerőigénye van, így hosszú távon segíti a foglalkoztatás növekedését, ami egy fontos politikai cél.

f. Minden olyan helyre telepíthető ahol rendelkezésre áll megfelelő mennyiségű és minőségű alapanyag, de mindenképp szükséges gazdaságossági számításokat végezni.

## 9. Jellegzetes példák

### A,) *A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep*

A telepen komplex tisztítási és hulladék-feldolgozási, valamint hasznosítási technológia működik. [8]

#### *A telep főbb beruházásai (adatok forrása: személyes adatgyűjtés)*

A biogáz energetikai célú hasznosítása a telepnek 1989-től kezdődött. 2001-ben kibővült egy fedett, szagtalanítóval ellátott gravitációs sűrítővel, gépi iszapsűrítést és víztelenítést szolgáló centrifugákkal, és egy 400 Kw elektromos teljesítményű gázmotorral. 2005-ben került átadásra a magas szervesanyag-tartalmú hulladékfogadó -feldolgozó állomás, egy 2000 m<sup>3</sup>-es termofil iszaprohasztó, és egy nagyobb 800 Kw elektromos teljesítményű gázmotor. [8]

#### *Mennyiségi adatok*

Az előállított szennyvíziszap éves mennyisége a telepen 18 ezer m<sup>3</sup>. Évente 4,3 millió m<sup>3</sup> biogáz keletkezik, amiből a gázmotorok 1,2 MW elektromos teljesítményű generátorokat hajtanak meg. Ez fedezi az egész telep elektromos energiaigényének a 75-80%-át, mellyel naponta 600.000 Ft-ot spórolnak meg. A telepen felhasznált hőenergiát teljes mértékben fedezi a gázmotorok hulladékhője, de vannak gázkazánok. A szennyvíziszap kezelés teljesen automatizált, így nem igényel nagy létszámú személyzetet. [8]

### B,) *Egy épülő üzem Pálhalmán*

A Pálhalmi Agrospeciál Kft. létesít egy biogázüzemet 1,5 milliárd forintos beruházással. A kiindulási alapanyagok 72%-ban saját mezőgazdasági tevékenységből, és 28%-ban a szomszédos mezőgazdasági (Adonyhús Kft és

Héliosz-Coop Kft) üzem tevékenységéből származik. A bevitt hulladék éves mennyisége 90 ezer tonna/év, melyből a várható éves energiatermelés 13376 Mwh/év elektromos, és 14944 Mwh/év hőenergia. A vágóhídi sertés – és konyhai hulladékok az idevonatkozó 1774/2002/EU előírásnak megfelelő higiénizáláson átesve kerülnek felhasználásra. Az elektromos energia visszakerül a közüzemi hálózatba, és a hőenergiát a közelben lévő mosodákban használják fel. A kiejesztett trágyát talajjavításhoz hasznosítják, és ezzel jelentős műtrágya-felhasználást spórolnak meg. A létesítmény beruházási költsége várhatóan 7 év alatt térül meg. [9]

#### **10. Egy létesíthető erőmű Máriahalmon**

A Komárom-Esztergom megyei Máriahalom térségében tervben van a szomszédos településsel, Únnyal egy közös szennyvíztisztító kiépítése. A települések közt helyezkedik el a Gyermely Rt. baromfitelepe, mely az alapját képezhetné egy esetlegesen épülő biogáz-erőműnek. A növénytermesztést a Gyermely Rt. mintegy 9500 hektár földterületen folytatja [6], és az itt keletkező hulladék egy részét fel lehetne használni gáztermelésre.

Amennyiben sikerrel járna egy erőmű létrehozása, az egyrészt hosszú távon segítene tiszta energia előállításában, és példa értékű lehetne a hasonló adottságokkal rendelkező települések számára.

*Alapok, melyeket figyelembe kell venni a tervezésnél*

A legfontosabb dolog az érdeklődés, amely a megújulóenergia-termelés és a biogáz-telep építése iránt mind a máriahalmi polgármester, Murczin Kálmán és a Gyermely Rt. igazgatója Tóth Béla részéről adott. A pozitív visszajelzések után segítséget kaptam tőlük az adatgyűjtéshez a kofermentáció lehetőségeinek vizsgálatára.

Figyelembe kell venni olyan lehetőségeket is a későbbiekben, melyek a lakossági hulladék hasznosítható anyagait, vagy a településen keletkező és begyűjthető egyéb értékes anyagokat jelentik (vágott fű, éttermi hulladékok stb.). Számolni kell a bevétel - és kiadástöbblettel is, mely a hulladékok kezeléséből származik. Ezek az adalékok általában nagymértékben javítanak a gazdaságosságon.

Esetleges kofermentáció esetén az adalékanyagok szállítására hosszabb, több évre szóló szabályos szerződéseket kell kötni. Ha nem lehet megoldani a beszállítást, akkor a biogáz-üzemnek még az adalékanyagok hozzáadásának megszűntével is gazdaságosan kell működnie.

Ha minden felhasználható anyag mennyiségét pontosan ismerjük, akkor el lehet kezdeni a típus, és méret meghatározását. Olyan tényezőkkel is számolni kell, mint pl., hogy épül-e veszélyes ipari szennyvizet a csatornába juttató létesítmény a jövőben. Valamely meghatározó nyersanyagot beszállító üzem pl. az állatállományt illetően növekedni vagy csökkenni fog-e az elkövetkezendő 5-10 évben. Ilyen lényeges kérdésekre tudva a válaszokat, meghatározhatjuk a méretet. Esetlegesen növekedő nyersanyagmennyiségnél szükséges figyelni a bővíthetőségre, és a bővítés közbeni használhatóságra.

A típus kiválasztásánál a döntő szempont, hogy milyen hulladékokat akarunk hasznosítani. Veszélyes hulladékoknál (moslék, éttermi maradék, elhullott állatok), mindenképp kell egy, a hulladékokat megfelelően kezelő berendezés (pasztörizáláshoz), amely többletköltséget jelent.

Lényeges szempont a hulladékhő maximális kihasználása. Ezáltal ismét növekszik a hatásfok, és többletbevételhez lehet jutni. Télen megoldható gazdaságosan a hő hasznosítása a környező épületekben, de ha lehet nyári

időszakra is kell hőenergia-átvevőt találni (takarmányszárítás, bútorigipari fa szárítása stb.).

A mellékhatások pozitív hatásával is kell számolni. A trágyakezelés következtében értékesebb anyagokhoz jutunk, mint a kiinduló nyersanyag „Lásd 7. fejezet”. Ezeket nehéz pénzben kifejezni, de szakirodalmi források szerint [2], átlag 10-15 euró/számosállat/év.

Az építéshez szükséges engedélyek, helyszínrajzok, építésztervek, csővezetéktervek, gépterem berendezéseinek rajza, fűtési vázlatok stb. beszerzése. Ezeknek az elkészítéséhez szakemberek felkutatása. Szükséges az is, hogy lehetőleg könnyen elérhető szakembergárdával dolgozzunk, a gyors problémamegoldás érdekében.

Ezek után el lehet kezdeni az ajánlatok gyűjtését a különböző berendezéstípusokra. Szükséges a bejövő ajánlatokat összehasonlítani, minden típus előnyét és hátrányát tisztázni kell. A gyártóval szükséges minden alkalmazási célunkat és feltételünket tudatni, valamint a garanciális feltételeket ki kell alkudni. Amennyiben lehetséges, akkor független szakemberek segítségét kell kérni a technológiai ismereteink bővítéséhez.

Mivel elektromos energia termelése a cél, ki kell alkudni a hálózathoz való csatlakozás feltételeit.

Az építés elkezdésénél a legfontosabb kérdés, hogy ki veszi át a telepet a befejezés után. Ha ezt tisztáztuk, akkor ki kell jelölni a felelős személyeket az építés folyamatához, a beszerzéshez, a garanciaesetek lebonyolításához, az üzem irányítóját stb.

*Eddigi eredmények*

A Gyermely Rt. baromfitelepén 100 ezer tojótyúkot (330 számosállatnak megfelelő mennyiség) tartanak, mely naponta átlag 8,3 tonna trágyát termel melléktermékként [7], így alapját képezhetné az erőműnek. A trágyának a megfelelő tárolására a közeljövőben akarnak építeni egy beton-tározót, mely feleslegessé válhat, ha biogáz-erőmű létesülne a közelben.

A biogáz-erőművet a 2 település közt lenne célszerű megvalósítani, mivel ott egyrészt gravitációs módszerrel megoldható lenne a szennyvíz összegyűjtése, nincsen beépítve, és a csirkefarm mellett helyezkedik el. Ezáltal csökkenne a trágya szállítási költsége, valamint a hőenergiát így alacsony veszteséggel lehetne kihasználni, ha az azt felhasználó üzemek közelében helyezkedik el az erőmű. Mivel a közelben van egy másik csirkefarm is, amelynek magas a hőigénye a húsrányú csirketartás miatt, így megoldható lenne a hőenergia maximális kihasználása.

Fontos szempont lehet a későbbiekben egy energiaültetvény (fűz) telepítése, ahol meg lehetne oldani a tisztított szennyvíz felhasználását öntözéssel. Mivel nagy terület van szabadon a 2 település közt, így a későbbiekben indokolt lehet ennek létrehozása.

A két településen keletkező összes szennyvíz mennyisége megközelítőleg 160 m<sup>3</sup> 1308 fővel, és 120-130 liter/fő/nap mennyiséggel számolva [8]. Mivel ipari szennyvíz nem kerül bele, így az nem tartalmaz nagyobb mennyiségben veszélyes anyagokat a metánerjesztő baktériumokra, és a kirothasztott iszapban sem lenne nehézfém-dúsulás. Ennek a jelentősége a későbbiekben lesz fontos, amikor a kirothasztott iszapot talajjavításra használják fel.

A tyúkürülék szárazanyag-tartalma magas 20-34% [2], így azt hígítani kell ha gázt akarunk nyerni belőle. Mivel a kommunális szennyvíznek alacsony a szárazanyag-tartalma, így azt a tyúktrágyával, valamint az egyéb hozzáadott

kofermentekkel lehet sűríteni, elkerülve a gépi iszapsűrítőket, melyek energiát fogyasztanak.

A növénytermesztés melléktermékeit is lehet hasznosítani. Sajnos erre megfelelő technológiát kell szerezni, mivel még nem megoldott a begyűjtésük. Elsősorban a kukoricaszár a legértékesebb, amit jelenleg a kukorica termésének begyűjtése után beleszántanak a talajba. Ez a mennyiség kb. 7-8000 tonna/év, folyamatosan adagolva pedig kb. 20 tonna/nap [6]. Kofermentáció esetén pontosan meg kell a későbbiekben határozni a gyűjtéshez, szállításhoz, raktározáshoz, erjesztéshez szükséges pénzráfordításokat, és az általa nyerhető többletbevételt. Mivel még ezt idáig nem sikerült pontosan kiszámolni, így csupán a tyúktrágya és a szennyvíz felhasználásával számolok.

#### *Lehetséges méretek*

A szennyvíz és a tyúkürülék szárazanyag-tartalmát használnánk csak fel, akkor kb. napi 30 m<sup>3</sup> betáplált anyagmennyiséggel lehet számolni. Ez termofil rothasztás (12 nap) esetén egy 360 m<sup>3</sup>-es fermentorméretnek felel meg, és mezofil erjesztésnél (30-35 nap) 900-1050 m<sup>3</sup>.

Mivel 4 hónap alatt keletkezett iszapmennyiségű utótároló az előírás, az 120nap\*30m<sup>3</sup>, azaz 3600 m<sup>3</sup>-es tárolókapacitást jelent, melynek méretét csökkenteni lehet a kirothasztott iszap víztelenítése esetén, mely megoldható lenne a szennyvíztelepen.

#### *Teljesítmények*

A keletkező gázmennyiségből kb. 118 Kw elektromos teljesítményű generátort lehetne működtetni, amit ha visszacsatolunk a hálózatba és kivonjuk a folyamatenergia-szükségletet akkor az kb. 55200 Ft bevételt jelent naponta (23 Ft/Kwh átlagos átvételi árnál).

Az üzem hasznos hőteljesítménye, melynek meg lehet oldani a felhasználását, főleg a téli hónapokban kb. 131 Kw (196Kw-65Kw). Ez jelenlegi áron kb. 22000 Ft/nap (2.002 Ft/ MJ). **(számolások: 7. számú melléklet).**

Egy része a hő- és elektromos energiának természetesen az üzem folyamatenergia-szükségletét fedezi, valamint a szennyvíztisztító berendezéseket üzemelteti. Ez a hőteljesítményből 65 Kw-ot jelent, míg az elektromos energiából kb 15 %, ami 17,7 Kw **(számolások: 7. számú melléklet).**

#### *Megtérülés, költségek*

A biogáz-telep beruházási költségei **(számolások: 8. számú melléklet)** 79 millió Ft-ba kerülnek. Fontos megjegyezni, hogy ezek nem hazai áron lettek számolva, valószínűsíthető hogy ez itthon alacsonyabb összeg.

Az éves bevételek tisztán az energia-eladásból 23,4 millió Ft-ot tesznek ki ( abban az esetben, ha 5 hónapig tudunk hőenergiát értékesíteni).

A telep átlagos éves költségei a beruházásnak kb. 16 %-a **(számolások: 9.számú melléklet)**, mely így 11,94 millió Ft-ot tesznek ki. Ezzel számolva 11,46 millió Ft az évi haszon, és így az egész beruházás 6,9 év alatt térülne meg.

Ha számolnánk a számosállatonkénti éves 10 eurós nyereséggel, amely a kierjesztett trágya hasznát mutatja a nem kierjesztett trágyával szemben, az évente 832 ezer forint haszonnal járna, akkor 6,1 év alatt térülne meg a beruházás.

Tisztán csak a tyúkürülékkel és a szennyvíz hasznosításával számoltam, és nem mutattam be az esetleges kofermentáció lehetőségét. Mivel sokkal gazdaságosabb üzemeltetést mutatnak azok az üzemek, melyek kofermentációval kombinálják a gázhasznosítást, így itt is fennáll ennek a lehetősége.

## *Összegzés*

Egy olyan adottságokkal rendelkező területen, mint Máriahalom és Úny, mindenképp érdemes foglalkozni a biogáz-hasznosítással. Pusztán a gazdaságosságot tekintetem mérvadó szempontnak, de akkor is megéri 6-7 éves megtérülési idővel biogáz-erőművet építeni. Amennyiben bele vesszük az egyéb pl. megspórolt kőszén és a kibocsátott kén-dioxid mennyiségét stb., mindenképp megéri foglalkozni a témakörrel.

## **11. Befejezés**

A jövőben a geográfia egyik feladata lehet az ilyen, és hasonló adottságú területek felkutatása. Egy geográfus rendelkezik mindazon ismeretekkel, melyekkel képes észrevenni egy adott településben, vagy gazdaságban rejlő megújulóenergia-hasznosítási lehetőségeket. Egyszerű számításokkal képes megállapítani, hogy érdemes-e foglalkozni biogáz-termeléssel adott körülmények közt. Amennyiben az eredményei megfelelőnek bizonyulnak, akkor szakemberek bevonásával tudja pontosítani a számolt adatokat, és egy beruházást is végig tud kísérni.

Ezzel a jövőben egy új, stratégiai fontosságú feladatkörrel bővíthet e tudomány, mely hozzásegítheti hazánkat egy tisztább, jobb és élhetőbb élettér kialakítására.

## **Mellékletek**

### **1. számú melléklet**

#### *Energiahatékonyság növelése a termelői oldalon*

Az erőművek hatékonysága nagymértékben függ a megtermelt összenergia felhasználásának módjától. Ez alatt értendő a megtermelt villamos-energián kívüli a hulladékhő megfelelő hasznosítása. Egy tisztán villamos-energiát előállító rendszer hatásfoka maximálisan 40% körül mozog, míg egy a hulladékhőt is hasznosító rendszer elérheti a 90%-ot (kapcsoltan termelt energia). Minél nagyobb egy erőmű, és minél messzebb helyezkedik el a hőenergiát kihasználó létesítményektől, annál rosszabb ez a hatásfok a hőenergia tárolhatóságának és szállíthatóságának veszteségei miatt. Magyarországra jellemző az erős koncentráció, így az alacsony hatékonyság is egyben. Ha a térben egyenletesen szétszórva sok kiserőmű (50 MW alatti) termelne villamos-energiát, azoknak a hatékonysága a jelenleginél lényegesen jobb volna.

### **2. számú melléklet**

#### *Földrajzi környezet*

Ezek a legalapvetőbb tényezők, és jelentősen befolyásolják egy adott térség lehetőségeit.

A napenergia-hasznosítás elektromos energia előállításának lehetőségeit tekintve csak kisebb teljesítmény ellátásra képes, időjárásfüggő az energiatermelése, és jelenleg nagyon magasak az előállítási költségek. Ez

Magyarországon jelenleg nem járható út, nem vezet gyorsan az ellátás mértékét jelentékenyen növelő megoldásokhoz.

A szélenergia-hasznosítás az inotai, majd kulcsi szélerőmű megépítése (2001) óta nagyon nagy népszerűségnek örvend. A kezdeti 0,85 MW névleges teljesítmény mostanra 39 Mw-ra nőtte ki magát, az állam meghatározta 330 MW-ban a maximálisan telepíthető teljesítményt 2008-ig, és további bővítését nem tervezik. Ennek ellenére már 2000 MW-ra nyújtották be befektetők az igényt, így ezt a fajta alternatív energiaforrást fogom használni összehasonlításképp a biogázzal”Lásd 8.fejezet”.

A vízenergia-potenciált tekintve nem vagyunk a kedvező természeti adottságokkal rendelkező országok között. Jelenleg 20-30 működő erőmű van hazánkban, nagyobb beruházási lehetőségek már nincsenek, ami a környezetvédelmi érdekek korlátozó hatásának, és az alacsony reliefnek köszönhető.

A geotermikus energia nem tartozik azon energiaforrások közé, amely a külső erők vagy közvetlen a nap energiáját használja ki. Magyarország területe alatt az átlagosnál jóval vékonyabb a földkéreg, rendkívül magas a geotermikus gradiens. A Földön átlagosan 2-3 C°/ 100m, míg hazánkban 4,2-6,6 C°/100m. Sajnos hazánkban jelenleg nem használják ki eléggé, de a későbbiekben fokozottabb igénybevételével lehet számolni.

### **3. számú melléklet**

#### *A fatüzelésű erőműveinkről*

A megújuló energiaforrások hasznosításának növelésére az EU direktívákat készített, amelyek minden tagállamra eltérő irányértéket határoznak meg. Ez

Magyarországra vonatkoztatva előírja, hogy a villamos-energia termelésének 3,6%-át kell előállítani megújuló energiaforrások felhasználásával.

A 2010-re kitűzött értéket hazánkban már megvalósították három széntüzelésű hőerőművünk fatüzelésre való átállításával. Amikor már több széntüzelésű erőmű bezárásával kellett számolni, kedvező irányba változott a megújuló energiaforrásokkal előállított elektromos-energia felvásárlási ára.

Az erőművek bezárása a szigorú uniós szabályozások miatt volt szükséges, mely utóbbiak a füstgázokkal távozó jelentős mennyiségű kén-dioxid megszürése vonatkoznak. Mivel az igen magas anyagi terhekkel járó kiadásokat (szűrőrendszerek) nem tudták volna elviselni, átálltak a jelentős módosítást (sem anyagi, sem műszaki értelemben) nem igénylő fatüzelésre.

A magyarországi hőerőművek tűzifaigénye összesen 1,5 millió m<sup>3</sup>/év. Ez a hatalmas mennyiség jelentősen növelte a bútortiparban felhasználható fa és tűzifa árát, tarthatatlan feszültségeket keltve ezzel a piacon. Mivel a tűzifa kitermelt mennyisége nem növelhető jelentős mértékben az elkövetkezendő években, ezen erőművek termelésnövekedése lassulni fog, végül megáll. Jelenleg az ajkai, kazincbarcikai, pécsi erőmű is fatüzelésű. Ez a három erőmű jelentős terhet jelentett a magyar államkasszájának, hiszen a megújuló energiaforrásokra szánt ártámogatások jelentős részét felemésztették (mivel nem tett különbséget a barna és zöldmezős beruházások között az ártámogatás).

Azért volt fontos ezt a kis kitérőt megemlíteni, mivel hazánkban előtérbe kerülhettek az előbbieken felsorolt gazdasági okok miatt háttérbe szoruló, a további növekedés szolgálatába állítható egyéb környezetkímélő technológiák felhasználása.

#### **4. számú melléklet**

Ha az összes szarvasmarha, sertés, és tyúk számának alapján hazánkban [3] kiszámoljuk a az évente kitermelhető gázmennyiséget [2], akkor egy 30% hatásfokkal rendelkező elektromos hatásfokkal működő erőmű folyamatosan 159,48 MW teljesítménnyel tudna működni. Ez évente 1483,63 millió Kwh teljesítményt jelent, ami hazánk 2005-ben előállított villamos energia szükségletének 3,11%-a.

#### **5. számú melléklet**

*A szerves anyag lebontás 4 lépcsője [2]*

- 1.) Fakultatív anaerob szakasz, melyben a nagymolekulájú szerves anyagok lebontása megy végbe kismolekulájú termékekké. Tehát a fehérjékből, zsírokból, szénhidrátokból egyszerű aminosavak, zsírsavak, cukor és víz keletkezik.
- 2.) További bontás megy végbe savképző baktériumok segítségével, és szerves savak, aminosavak, szén-dioxid és hidrogén keletkezik.
- 3.) A harmadik lépcsőben ecetsav-baktériumok segítségével acetát, szén-dioxid és hidrogén keletkezik.
- 4.) A legutolsó szakaszban vesznek részt a metanogén baktériumok, ahol metán, szén-dioxid, és víz keletkezik.

## 6. számú melléklet

### *Az iszap- és hulladékkezelési technológia*

a.) Az iszapsűrítés első fázisa a fedett gravitációs sűrítő. Az itt sűrűsödő iszapot továbbvezetik, a felesleges vizet visszavezetik a szennyvíztisztítási folyamat elejére. A sűrítő légtéréből az elszívott levegőt biofilter tisztítja. (a biofilter egy faháncsokkal teli tároló, melyen keresztülvezetik az elszívott bűzös levegőt. A faháncsok közt baktériumtenyészetek bontják le a kellemetlen szagú levegőben lévő anyagokat). [8]

b.) Gépi iszapsűrítő és víztelenítő egység. Az iszap további sűrítését, illetve fermentálás utáni víztelenítését, polieliklorit hozzáadása mellett, centrifugák végzik. Szagtalanítását az iszapnak biofilter segítségével hajtják végre. [8]

c.) A hulladékfogadó-feldolgozó állomáson történik a magas szervesanyag-tartalmú hulladékok fogadása, és a rothasztás előtti homogenizálás-hőkezelés. A szagtalanítást itt is biofilter segítségével végzik. [8]

d.) A kezelt hulladék és iszap a továbbiakban a fermentorokba kerül. 4 mezofil valamint 1 termofil tartományban működő, egyenként 2000 m<sup>3</sup> térfogatú fermentor található a telepen. [8]

e.) A fermentorokban képződő gázt tisztítják egy szilárd töltetű biogáz kéntelenítővel. [8]

f.) Ezután tárolják egy 2600m<sup>3</sup>-es tartályban, és megfelelő nyomásra sűrítik (86 Mbar) a gázmotoroknak. A többletgázt metánfáklyán égetik el. [8]

g.) Gázmotorokkal állítják elő az elektromos energiát, valamint a hőenergiát amit a telep hasznosít. Amennyiben több hőre lenne szüksége a telepnek, mint amit a gázmotorok előállítanak, vannak erre a célra gázkazánjai. [8]

h.) A kiejlesztett iszapot teherautókkal elszállítják (kb. napi 50 tonna), jelenleg Tatabányára. [8]

## **7. számú melléklet**

### *A csirkeürülékből kinyerhető gázmennyiség*

1. A keletkező trágyának a szervesanyag-tartalma átlag 20,25%[2], melyre 1721,25 kg/nap jött ki. Ezt beszoroztam az átlagos kinyerhető gázmennyiséggel ami átlagosan 524 m<sup>3</sup>/ tonna. Így kaptam meg a 902 m<sup>3</sup>/nap gázmennyiséget. A biogázból kinyerhető energiatartalom az én számolásaimmal (22,6MJ/kg osztva 3600sec-al 30% elektromos hatásfok esetén) 1,883 Kwh/m<sup>3</sup>. Ha ezt beszorozzuk a naponta termelődő gázmennyiséggel és leosztjuk 24 órával megkapjuk az elméleti elektromos teljesítményt (902m<sup>3</sup>\*1,883 Kwh / 24) , ami 70,1 Kw.

2. A kommunális szennyvíz szerves szárazanyag-tartalmát 0,75%-nak vettem, így 160m<sup>3</sup> esetén 1,2 m<sup>3</sup>/nap. A kitermelhető gáz mennyisége átlag 500m<sup>3</sup>/ tonna, tehát itt 600 m<sup>3</sup> keletkezik, ami 47 Kw elektromos teljesítménynek felel meg.

3. Ha ezt a két értéket összeadjuk, akkor 118 Kw elektromos-teljesítményt kapunk, mely naponta (23 Ft/Kwh eladási árral számolva) 65136 Ft bevételt jelent.

4. Hőteljesítmény hatásfoka 50% átlagosan, így 196 Kw-ot kapunk.(118/30\*50)

5. A folyamatenergia-szükséglet a hőteljesítményből: A hőteljesítményből 2921 kg napi szervesanyag hozzáadásánál, 10% szárazanyag-tartalommal a szinten tartáshoz (termofil rothasztásnál,  $K=0.3 \text{ W/m}^3\cdot\text{K}$ , külső hőmérséklet= $7^\circ\text{C}$  [2]) 10,1 Kw, és a betáplált anyag felmelegítéséhez 54,1 Kw szükséges, azaz összesen kb. 65 Kw.

6. Az eladható hőenergia 3144 Kwh/nap, mely megfelel 288 m<sup>3</sup> földgáz fűtőértékével (39 MJ/m<sup>3</sup>).

**Fontos:** A számolásoknál ahol voltak pontos adataim átlagértékekkel számoltam, és ahol nagy szélsőértékeket találtam, ott a legkisebb értékkel számoltam. Pl. a szennyvízből kinyerhető gázmennyiséget 700m<sup>3</sup>/tonna [8] helyett csak 500 m<sup>3</sup>/tonna értéknek vettem, a szervesanyag mennyiség 1,5%[8] helyett 0,75%, 35 % elektromos hatásfok helyett csak 30%-kal számoltam (1,883 Kwh/m<sup>3</sup>).

## **8.számú melléklet**

### *Megtérülés, költségek*

A beruházási költségeket átlagértékekkel számoltam ki mezofil tartományban működő fermentorra. Az 1m<sup>3</sup> erjesztőre eső beruházási költség átlagosan 250 euró. Mivel 1050 m<sup>3</sup> a maximális méret, így az 262500 euró. Az 1 Kw berendezés-teljesítményre eső beruházás költsége 450 euró, így összesen 53100 euró. Tehát az összköltség 315600 euró, mely 252,3 Ft-os euró árfolyammal számolva 79,6 millió Ft.

## 9.számú melléklet

### *Éves költségek*

1. az építés értékcsökkenési leírása 40% 20 évre: 1,58 millió Ft
2. műszaki berendezések értékcsökkenési leírása 60% 10 évre: 4,74 millió Ft
3. kamat összesen 4% évente: 3,16 millió Ft
4. építmény karbantartási költsége 0,2%: 0,158 millió Ft
5. karbantartási költség műszaki berendezéseknél 2,4%: 1,89 millió Ft
6. biztosítás 0.5%: 0,39 millió Ft

## Hivatkozások

- [1] Förstner U. *Környezetvédelmi technika*, Springer Kiadó (1993)
- [2] Schulz H, Eder B. *Biogázgyártás*, CSER Kiadó (2006)
- [3] Magyar statisztikai évkönyv, KSH (2006)
- [4] Vermes L. *Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás*, Mezőgazda Kiadó (1993)
- [5] Kugler S. *Négyjegyű függvénytáblázatok, matematikai, fizikai, kémiai összefüggések*, Nemzeti Tankönyvkiadó (1998)
- [6] Dr. Réthy László főmezőgazdással való személyes találkozó
- [7] Weiszt János telepvezetővel való személyes találkozó
- [8] A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep látogatásánál gyűjtött információk
- [9] [www.kvvm.hu/szakmai/klima/dokumentum/pdf/magyar\\_osszefoglalo.pdf](http://www.kvvm.hu/szakmai/klima/dokumentum/pdf/magyar_osszefoglalo.pdf)
- [10] [http://e-iroda.eon-deldunantul.com/lak\\_arak\\_lakossagi.php](http://e-iroda.eon-deldunantul.com/lak_arak_lakossagi.php)

## Irodalomjegyzék

Bai A. (2002): *A biomassza felhasználása*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 226p.

Bartha et al. (1976): *Élelmiszeripari szennyvizek tisztítása és hasznosítása*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 270p.

Förstner U. (1993): *Környezetvédelmi Technika*. Springer Kiadó, Budapest, 462p.

Shulz H. (2005): *Biogázgyártás*. CSER Kiadó, Budapest, 171p.

Vermes L. (1993): *Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 208p.

<http://www.biogaz-forum.hu>

<http://www.flygt.hu>

<http://www.hik.hu>

<http://www.energiamedia.hu>

<http://www.omgk.hu>

<http://www.kvvm.hu>

<http://www.nkth.gov.hu>