XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16–17.

A BIOGÁZ VILLAMOSENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁNAK GAZDASÁGI ÉS TECHNOLÓGIAI KÉRDÉSEI

Udvarnagyi Eszter Dorottya

Abstract

The Directive 2001/77/EC (about promotion of electricity produced from renewable sources), together with national intentions to increase the security of energy supply provides a strong incentive to re-evaluate national energy strategies. In Hungary, import-dependence of the energy sector indicates a potential risk of supply; however, it also fosters the realignment of the energy source structure. This paper aims to review the biogas production and its stocks, the energy conversion technologies. The work also includes the identification of social, regulatory, economic, and technical barriers.

Összefoglalás

A 2001/77/EK irányelv (a megújuló energiahordozó bázisú villamosenergia-előállítás támogatásáról) összhangban a nemzeti törekvésekkel, melyek az ellátásbiztonságot célozzák erős ösztönzőként hatnak a nemzeti energiastratégiák újragondolására. Magyarországon az energiaszektor importfüggősége is az ellátásbiztonság lehetséges veszélyeire figyelmeztet, s elősegíti a forrásstruktúra átrendezését. Jelen cikk célja a biogáz termelés technológiáinak és alapanyagainak, valamint az energia-átalakító rendszerek áttekintésén túl a társadalmi, szabályozásból adódó, gazdasági és technológiai akadályok felderítése, azonosítása.

1. Bevezetés

Magyarországon a biomassza gázhalmazállapotú energiahordozóként való hasznosításának – a klímastratégiához való kapcsolódás mellett – a fő motívuma az Országos Hulladékgazdálkodási Tervvel való koherenciája, míg az uniós és nemzeti támogatáspolitikája jelentős gazdasági ösztönzőként is hat [1]. A gáztermelés lehetőségei szerinti két fő csoportosítás (a passzív termelés, vagyis depóniagáz kinyerés és az aktív anaerob fermentációs termelés) mellett lehetséges a nyersanyag szerinti felosztás is. Ez alapján elkülöníthetjük a települési szilárd hulladékot (TSZH), a magas szervesanyag tartalmú ipari és kommunális szennyvizeket, az élelmiszeripari (pl. vágóhídi) hulladékokat és a mezőgazdasági melléktermékeket (mint a hígtrágya, szalma). A TSZH az integrált hulladékmegelőzési és -kezelési modell [2] alapján egyrészt a dobrostán elválasztható magas szervesanyag tartalmú frakciója révén rothasztható, másrészt lerakással spontán keletkezik biogáz, mely jól tervezett gázgyűjtő rendszerrel kinyerhető. A biogáz keletkezése technológiától függetlenül azonos, két fő szakasza az acetogenezis és a metanogenezis – mely biokémiai folyamatok, megfelelő körülményeket biztosítva (hőmérséklet, oxigénhiány, minimum 20% víztartalom, pH) spontán lejártszódnak – az (1) közelítő, tapasztalati egyenlettel foglalhatók össze:

A biogáz végső, átlagos összetétele, melyet befolyásol mind a kiindulási biomassa összetétele, mind a fermentáció körülményei, az 1. Táblázatban láthatók.

1. Táblázat. Jellemző biogáz összetételek

	Depóniagáz (USA) [1]	Anaerob bontás (USA) [3]	Anaerob bontás (EU) [4]
CH ₄	40-55%	55-65%	50-75%
CO ₂	35-50%	30-40%	25-45%
H ₂ O	1-10%	NA	2-7%
N ₂	0-20%	1-10%	<2%
H ₂ S	<200 ppm	<200 ppm	<1%

2. Biogáz termelése kommunális hulladékból

Települési szilárd hulladék-lerakók esetében nem a gazdaságosság az elsődleges szempont a depóniagáz kinyerés kiépítésekor, sokkal inkább a jogszabályi kötelezettség [5], mely az Európai Unió tagállamoknak egyidejűleg előírja a lerakásra kerülő szervesanyag-mennyiség csökkentését és a depóniagáz gyűjtését. Részben ez az oka annak, hogy a lerakókban keletkező gáz mennyisége nem elégséges a gazdaságos üzemeltetéshez és villamosenergia-termeléshez, így gyakori annak elfáklázása. Nagyobb lerakókban azonban az összegyűjtött biogáz mikroturbinában való égetése fedezheti részben vagy egészben a depónia üzemeltetésének energiaszükségletét (pl. csurgalékvíz-gyűjtés és visszapermetezés – mely a porvédelem mellett kis mértékben növeli a kinyerhető gáz mennyiségét is). A másik fontos gátló tényező, hogy a becsült termelődő biogáz mennyiségnek jellemzően csak töredéke nyerhető ki az üzemeltetés során. Ennek egyik oka, hogy a biogáz jelentős hányada (Themelis és Ulloa becslése szerint 50%-a) a lerakást követő egy évben keletkezik, mikor még nem került a hulladékréteg letakarásra, s a gázkitermelés sem kezdődött meg, illetve takarás előtt oxigén jelenlétében bomlik az ennek a metánmennyiségnek megfelelő szervesanyag [1]. Másik indok a jelenlegi gázkinyerés módszeréből adódik, mely során a depóniát megszívják, s a kinyert gáz helyére a takarórétegen keresztül oxigéndús levegő áramlik, mely aerob viszonyokat teremthet, s a szubsztrát gyors széndioxiddá bomlását okozza. E hatás csökkenthető, ha a gázmotorban, vagy turbinában elégetett gázzal (gyakorlatilag széndioxid-vízgőz keverékével) tartják az kitermelő kutakban az állandó nyomást [6]. Tekintve, hogy a depóniagáz kinyerés és -hasznosítás egyik leglényegesebb indoka az üvegházhatású gázok csökkentése, számos számítás készült, az egyes hulladékkezelési forgatókönyvek [8] mindegyike jelentős széndioxid-megtakarítást prognosztizál, aminek legfőbb oka, hogy becslések szerint a metán a szén-dioxid üvegházhatásának 23-szorosával bír.

3. Szennyvíziszap, hígtrágya és mezőgazdasági melléktermékek anaerob fermentációja

Magas szervesanyag-tartalmú hulladékok (vagy lágyszárú energianövény) anaerob fermentációjával Európa-szerte számos helyen üzemel villamosenergia termelésére (is) alkalmas kezelőmű, igen változatos kapacitással: a 60-200 kW teljesítményű kisgazdaság ellátására alkalmas decentralizált

kezelőműtől [9] a néhány 10 MW-os centralizált kiserőműig, mint Magyarországon a Nyírbátori biogáz-létesítmény (vegyes biomassza-táplálással, 1,6 MW beépített villamos kapacitással [1]).

2. Táblázat. Mezőgazdasági hígtrágya és szennyvíziszap villamos-energetikai hasznosítási lehetőségei [10]

	HÍGTRÁGYA	SZENNYVÍZISZAP
Feldolgozott biomassza	14000 t/év TSZH (szerves frakció) + 73000 t/év trágya	1000000 LE (21400 t szárazanyag/év)
Felhasznált üzemanyag	100000 l/év dízel	2750000 m ³ /év földgáz
Kimenő elektromos áram	6,57 GWh/év	19,27 GWh/év
Kimenő hőenergia	4,40 GWh/év	-
Megtakarított CO ₂	3074,6 t CO ₂ /GWh	3757,1 t CO ₂ /GWh
Beruházási költség	7,9 millió €	26,8 millió €
Termelési költség	0,164 €/kWh (elektromos áram)	0,199 €/kWh

A biogáztermelés egyik kritikus pontja a fermentáció hőmérsékletének (mezo- illetve termofil emésztésről lévén szó általában 50-55°C) biztosítása, melynek esetenként jelentős üzemanyagigénye a 2. összehasonlító táblázatban is megjelenik. A fenntartáshoz szükséges hő biztosítása meghatározhatja a teljes technológia gazdaságosságát, ugyanakkor integrált hulladékkezeléssel és optimális beszállítási távolsággal, magas zöldáram-átvételi ár mellett a biogáz-létesítmények gazdaságosan üzemeltethetők.

4. Biogáz villamos-energetikai hasznosításának technológiai megoldásai

A biogáz villamos-energiává alakításának tradicionális technológiáin a mikroturbinát és a gázmotort értjük [11]. Előbbi olyan kisméretű gázturbina, mely metán és sűrített levegő keverékét égeti el 30-100 kW beépített kapacitás mellett, igen előnyös emissziós értékekkel, melyből 2-3 egység alkalmas egy közepes gazdaság ellátására. A gázmotor akár 1-3 MW kapacitással bíró egységei elsősorban földgázra lettek fejlesztve, de alkalmassá tehetők biogáz tüzelésére is, aránylag magas (43% mechanikus) hatásfokkal, de magas károsanyag-kibocsátással. Innovatív technológiák között megemlítendő a kiskapacitású Stirling-motor, mely magas hatásfok mellett alacsony emisszióval dolgozik, de a 650°C felett 50%-os hatásfokkal működő, közel nulla kibocsátással üzemelő tüzelőanyag-cellák jelenthetik a jövő megoldását, ha sikerül a magas beruházási költséget leszorítani.

3. Táblázat. Az egyes villamosenergia-átalakító technológiák összehasonlító adatai [2]

TECHNOLÓGIA	ELEKTROMOS HATÁSFOK [%]	CO ₂ EMISSZIÓ [μg/kJ]	NO _x EMISSZIÓ [μg/kJ]
Mikroturbina	28	19	15
Gázmotor	33	56,6	56,6
Stirling-motor	38,6	15	3,1
Olvasztott karbonátos tüzelőanyag-cella	50	1,4	nyomokban

Az egyes technológiák összehasonlítását a 3. Táblázat adatai alapján célszerű elvégezni, mely egyértelművé teszi tüzelőanyag cellák előnyét nagy kapacitás-igény esetén, illetve 1 MW alatt a külső égésű Stirling-motorok előnyét. Mindkét technológia hátránya a kevés biogáz-tüzeléses tapasztalat.

5. Összefoglalás

Biogáz termelésével és villamos-energetikai hasznosításával elsősorban hulladékgazdálkodással

összefüggő, decentralizált energiatermelés valósítható meg, így például vidéki gazdaságok energiafelhasználásának csökkentése. Nagyobb kapacitású centralizált villamosenergia-termelésre csak szennyvíziszap-bázisú kiserőművekben van reális lehetőség, itt azonban a költségeket erősen befolyásolhatja az alapanyag beszállítási távolság, az iszap minősége, szárazanyag-tartalma, melyet érdemes mezőgazdasági vagy vágóhídi hulladékkal javítani. A létesítmények társadalmi megítélése nagyban függ a tervezés és kivitelezés gondosságától, ugyanis az elsődleges negatívum az időnként erős szaghatás. Depóniagáz kinyeréssel és hasznosítással a hatályos jogszabályok mellett csak igen kis villamos kapacitás érhető el, itt elsősorban a környezetvédelmi megfontolások dominálnak.

Irodalom

- [1] Dr. Giber J., Gönczi P., Somosi L., Dr. Szerdahelyi Gy., Dr. Tombor A., Varga T., Braun A., Dobos G.: *Az új magyar energiapolitika tézisei a 2006-2013 évek közötti időszakra 12. fejezet*, Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, 2005, 8-13 o.
- [2] Bove, R., Lunghi, P.: *Electric power generation from landfill gas using traditional and innovative technologies*, Energy Conversion and Management, 2006, 1391-1401 o.
- [3] Bove, R., Lunghi, P.: *Experimental comparison of MCFC performance using three different biogas types and methane*, Journal of Power Sources, 2005, 588-593 o.
- [4] Kovács I.: Biogáz, előadás: 2006 február, CEERES konferencia
- [5] 99/31/EC, http://europa.eu.int/comm/environment/waste/landfill_index.htm
- [6] Nicholas J. Themelis, Priscilla A. Ulloa: *Methane generation in landfills*, Renewable Energy, 2006, 1243-1257 o.
- [7] Popov, V.: *A new landfill system for cheaper landfill gas purification*, Renewable Energy, 2005, 1021-1029 o.
- [8] Murphy, J.D., McKeogh, E.: *Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste*, Renewable Energy, 2004, 638-648 o.
- [9] Svensson, L. M., Christensson, K., Björnsson, L.: *Biogas production from crop residues on a farm-scale level in Sweden: scale, choice of substrate and utilisation rate most important parameters for financial feasibility*, Bioprocess & Biosystem Engineering, 2006, 137-142. o.
- [10] Murphy, J.D., McKeogh, E.: *The benefits of integrated treatment of wastes for the production of energy*, Energy, 2006, 294-310 o.
- [11] Goldstein N.: *Microturbines, Gas Engines Link Biogas to the Grid*, BioCycle, 2006, 59. o.

Udvarnagyi Eszter Dorottya (hallgató)

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék
 Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Budafoki út 6-8.
 Telefon / Fax: +36-20-2066033
 E-mail: udvarnagyi.eszter@eszk.org