

Biogáz adott feltételek között történő energetikai célú termelése és felhasználása

Sallai László – Molnár Tamás – Fodor Dezső

Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Főiskolai Kar,
Műszaki Tanszék, Hódmezővásárhely
sallai@mfk.u-szeged.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk egy adott régió gazdasági környezetében vizsgálja a biogáz-termelés műszaki, gazdasági feltételrendszerét. A régió tipikusnak tekinthető: állattartó telepekkel, vágóhidakkal, a környezetterhelés, melléktermék-hasznosítás jellemző problémáival. A biogáz hasznosítás energetikai célú, nagy hányada pedig villamos energiaként eladható. A blokkfűtőmű hulladékhőjét hőcserélőn keresztül átalakítva fűtésre, melegvíz előállításra lehet használni. A helyi tulajdonos, a gazdasági vezetés az egyre szigorodó környezetvédelmi előírásoknak történő megfelelésen túl a mezőgazdasági termelés általános gazdaságosság-növelését tűzte ki célul. Egy valóságos sertéstelep adatain alapuló biogáz-erőmű létesítésének műszaki, gazdasági feltételrendszerét vizsgáltuk. Megterveztük, kiszámoltuk a várható beruházási, üzemeltetési tetteket, a megtérülést.

Kulcsszavak: hígtrágya, biogáz hasznosítás

SUMMARY

In our study we examine the technical facilities of biogas production in the economic environment of a given region. The region can be considered as typical: it has animal farms, a poultry-processing plant with the characteristic problems of environment load and by-product handling. Biogas can be used for energetic purposes, and, in large scale, it can be sold as electric energy. The heat coming from the engine and the generator can be collected in heat exchangers and can be used for preparing hot water and for heating. One third of the gained energy is electric, two thirds are heat. The aim of the local owner and the economic management is to increase the rate of cost-effectiveness in general. We examined the technical and economic conditions of establishing a biogas plant (using data of an existing pigfarm). We planned the biogas plant and calculated the expected investment and operational costs and return.

Keywords: liquid manure, utilisation of biogas

CÉLKITŰZÉS

A megújuló energiaforrások hasznosítása és a villamos energiatermelésen belüli részarányának növelése a nemzetközi és hazai törekvések középpontjába került. Környezetvédelmi okokból, elsősorban a széndioxid (CO₂), kéndioxid (SO₂), a nukleáris anyagok, a por és hamu légkörbe jutásának csökkentésére kerültek előtérbe az alternatívának tekinthető megújuló energiaforrások, amelyek közé tartozik: a szél, a víz, a biomassza, a nap- és a geotermikus energia hasznosítása (Kacz és Neményi, 1998). Munkánk egy adott régió gazdasági környezetben vizsgálja a biogáz-termelés műszaki,

gazdasági feltételrendszerét. A régió tipikusnak tekinthető: állattartó telepekkel, vágóhidakkal, a környezetterhelés, melléktermék-hasznosítás jellemző problémáival. A helyi tulajdonos, a gazdasági vezetés az egyre szigorodó környezetvédelmi előírásoknak történő megfelelésen túl a mezőgazdasági termelés általános gazdaságosság-növelését tűzte ki célul.

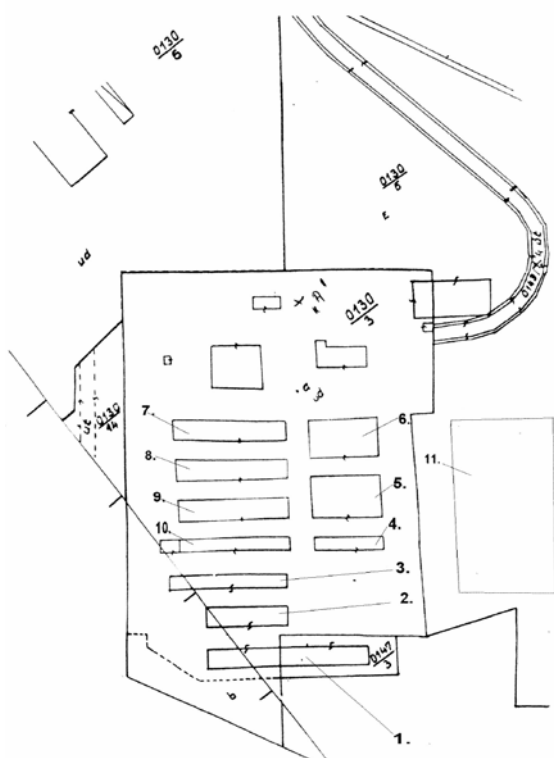
ANYAG ÉS MÓDSZER

A megújuló energiaforrások meglévő adottságainak, illetve lehetőségeinek kiaknázása részben a legalkalmasabb alkalmazási területek megválasztásával, másrészt a felhasználás követelményeire igazodó műszaki megoldások kiválasztásával realizálódhat (Bakos, 1996). Természetesen a lehetőségeket a helyi adottságok ismeretében egyedileg kell megítélni és a realizáláshoz a döntést meghozni.

A Sertéshústermelő Kft. (l. ábra) Csongrád megyében, Földeák község határában, 1994-ben kezdte el működését. Fő tevékenysége a sertéstenyésztés. Jelenleg 650 koca és annak szaporulatai képezik az állományt. Jelenleg több mint 500 hektáron gazdálkodik, és állítja elő elsősorban a gazdaság takarmány szükségletét. A vállalkozás saját gépi kapacitásokkal és humán erőforrással rendelkezik a mezőgazdasági földterületek megművelésére, azonban a mai modern és költséghatékony igényeknek megfelelően fejleszteni kell saját kapacitásait, mert azok részben nem felelnek meg a követelményeknek, illetve a munkagépek tekintetében az Európai Unió követelményeit is kielégítő környezetkímélő technológiát kíván meghonosítani. A Sertéshús Termelő Kft. 1994. január 1-jétől a Gorzsa Mezőgazdasági Rt. földéaki sertéstelepét készpénz, illetve kereskedelmi kölcsön forrásából vásárolta meg. A társaság alapítói mezőgazdasági mérnökök, szakmunkások, 100%-ban természetes személyek. Fő tevékenysége a sertéstenyésztés, vágósertés értékesítése. Ez adja az árbevételnek több mint 90%-át. Az 515 hektár területen saját maga állítja elő a gazdasági takarmány szükségletének nagy részét, kis mértékben pedig áruálapot. A vállalkozás árbevételének zömét a vágósertés értékesítés jelenti, amit szerződés alapján elsősorban a PICK Szeged Rt-nek értékesít. A társaság a vállalkozó által termelt sertések közel 80%-át vásárolja fel, mint azt az értékesítési megállapodás és felvásárlási nyilatkozat is mutat. Az értékesített vágósertések száma éves szinten 11.000 db körül mozog. Árbevétel jelent

továbbá a többlet termelt és készleten lévő takarmányok értékesítése, valamint a normatív és a beruházásokhoz kapcsolódó állami támogatások.

1. ábra: A vizsgált telep elrendezése



Forrás: Telepi adatszolgáltatás

1-2: Hízaló épület, 3: Kocaszállás, 4: Kanszállás, 5: Malacszállás, 6: Fiaztató, 7-8-9: Hízaló épület, 10: Kocaszállás, 11: Biogáz üzem(1)

Figure 1: Layout of the pigfarm

1-2: piggery, 3: sowstall, 4: boarstall, 5: piglets, 6: dropping-boksz, 7-8-9: piggery, 10: sowstall, 11: biogas installation(1)

A vállalkozás fő terméke a vágósertés. A vágósertések értékesítési ára mindig az adott piaci árhoz illeszkedik, illetve befolyásolja a vágósertések EUROP minősítése. Éves szinten a vágósertések minősége az EUROP minősítés szerint átlagosan évi 55-60%-os minőséget ér el. A vállalkozás árbevétele cca. 92%-át teszi.

A biogáz üzem a sertéstelepen keletkező hígtrágya mennyiségére alapoztuk.

Az állatállomány megoszlása:

hízósertés 3000db,
koca 650db,
malac 2800 db,
kan 11 db.

A naponta keletkező hígtrágya mennyiség $\sim 50 \text{ m}^3$, éves szinten $18000 \text{ m}^3/\text{év}$, és mintegy $20 \text{ m}^3/\text{nap}$ vágóhídi hulladékból nyerhetünk biogázt.

A termelt villamos energia, hőenergia egy része helyben, a sertéstelepen kerül felhasználásra a termelés hatékonyságát javítva abban az esetben, ha maga a termelő rendelkezik a biogáz üzem felett.

Sertéshús Termelő Kft. energiafelhasználása 2003-ban

Földgáz felhasználás:

Bojler: $12 \times 265 = 12265 \text{ m}^3$
Konvektorok: $2 \text{ db } 5 \times 200 \text{ m}^3 = 1000 \text{ m}^3$
Kis kazánok: 15655 m^3
Nagykazán: 65138 m^3

Áramfelhasználás:

Összes felhasznált: 449 MWh
Összes költség: 8.417407 Ft
Csúcsidei áram költsége: $27,72 \text{ Ft/kWh}$
Csúcson kívüli áram költsége: $14,30 \text{ Ft/kWh}$

EREDMÉNYEK

A gáztermelés számítását irodalmi adatok alapján (Barótfi, 2000) az állatállomány számosállatra történő átszámításával végeztem (1. táblázat).

1. táblázat

A biogáz üzem tervezési alapadatai

Állatfajára számított biogázhozam(1)	Db(2)	Tömeg (kg/db)(3)	Tartástechnológia (%) (4)	Számosállat(5)	Gáztermelés ($\text{m}^3/\text{számosállat} \cdot \text{nap}$)(6)
Kocák száma (kocák+kanok)(7)	661	250	75	247.9	0.88
Hízósertés(8)	3000	70	100	420	0.88
Összesen(9)				667.9	$588 \text{ m}^3/\text{nap}$ (10)
Melléktermék biogázhozam(11)		Mennyiség (kg/nap)(12)	t/év(13)	Gáztermelés $\text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{nap}$ (14)	Megsemmisítési állami támogatás(Ft)(15)
Vágóhídi hulladék(16)		20.000	7.300	0.525	15.000

Table 1: Database to design the biogas plant

Gas production from herd(1), Pieces (heads)(2), Mass (kg/head)(3), Technology(4), Animal unit(5), Gas production ($\text{m}^3/\text{Animal unit day}$)(6), Number of sows (sows+boars)(7), Swine(8), Total(9), m^3/day (10), Gasproduction of coferments(11), Quantity kg/day (12), t/year (13), Gas production $\text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{day}$ (14), Subvention of state for the disposal (HUF)(15), Coferments(16)

A biogáz üzem fő méretei

Keverő akna:	1 db, 200 m ³
Mezophil fermentor:	2 db, 1570 m ³ /db
Termophil fermentor:	2 db, 1570 m ³ /db
Utótároló tartály:	2 db, 2650 m ³ /db
Gáztároló tartály:	1 db, 1100 m ³

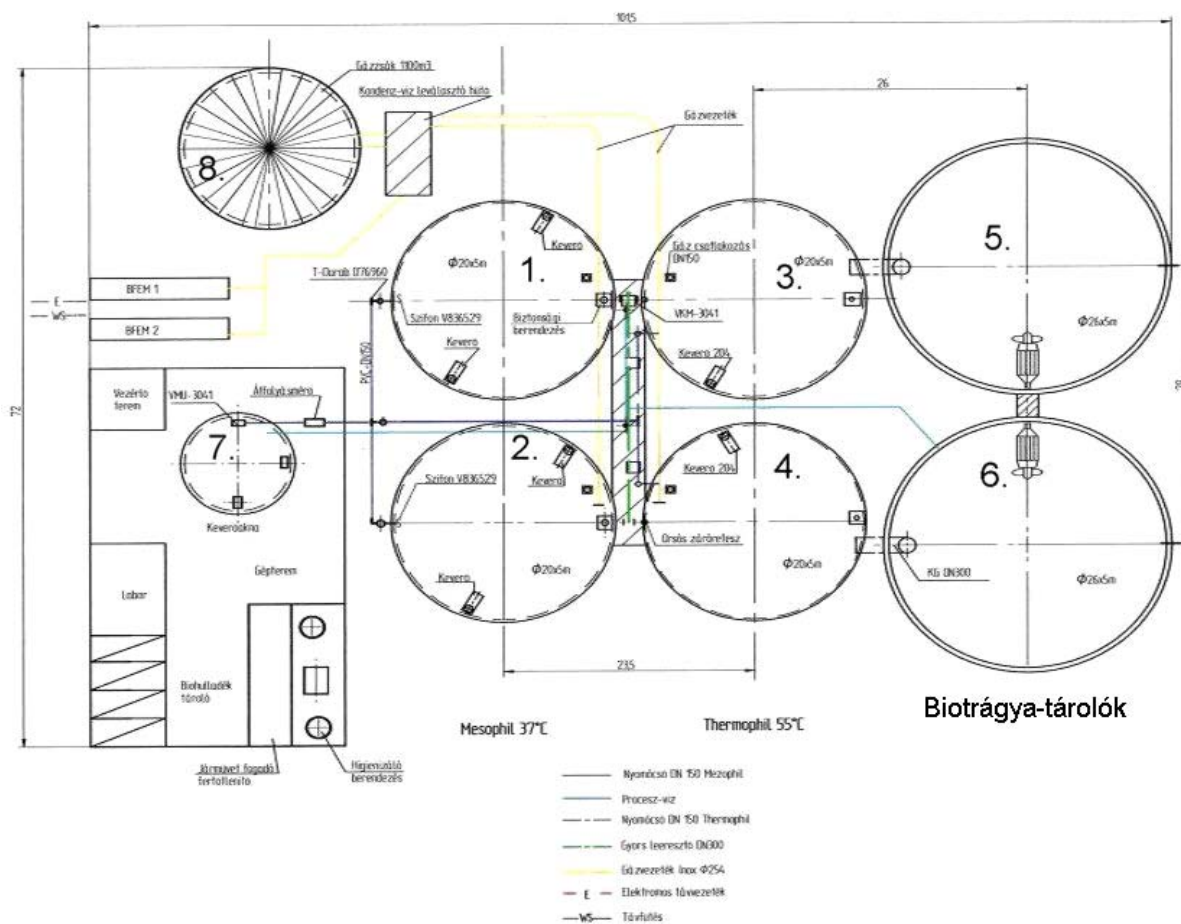
A biogáz üzem elrendezését, technológiáját a 2. ábra tartalmazza. Az előtárolóból a sertés hígtrágya az egyéb mezőgazdasági melléktermékkel, valamint azzal a vágóhidról származó szennyvízzel együtt, amely a szárazanyag-tartalom beállítását szolgálja, az adagoló-keverő aknába kerül. Itt történik meg az előkevert biomassza homogenizálása és üzemi méretre történő aprítása. Az aknákból speciális, vágóéllal ellátott, járókerekes szivattyúk szállítják a kevert alapanyagot a fermentorokba (Beke, 1994).

A biogáz üzem tervezési adatait (2., 3. táblázat) irodalmi adatok és telepi adatszolgáltatás alapján számítottam ki. A technológia kétlépcsős, szakaszos üzemű (Kissné, 1983).

Rothasztási idő: 57 nap
 Fermentor térfogat: 6280 m³

A fermentorok és utófermentorok (erjesztők) képezik az anaerob zónát. Ezek – energiatakarékossági szempontok miatt – hőszigetelt vasbeton tartályok, amelyekben a termofil (erjesztési hőmérséklet: 55 °C) és mezofil baktériumok (38 °C) biogázt szabadít fel a biomasszából. A folyamathoz szükséges állandó hőmérsékletet a fermentor alsó, valamint oldalsó felületének fűtése biztosítja. A szakaszosan működő keverő nem csupán homogenizál, hanem az úszóréteg kialakulását is megakadályozza. A tervezési alapadatok és a technológiai számítások figyelembe vételével kettő mezofil fermentor és kettő termofil utófermentor épült. A fermentorban lejátszódó folyamatok során a fermentált anyagok a tartály alsó síkjában helyezkednek el. A 30 napos (mezofil) üzemidő után a jórészt kirothadt anyagok az utófermentorokba (termofil – 27 napos erjedés) kerülnek.

2. ábra: Biogáz üzem felépítése



1-2: mezofil fermentorok – 2*1570m³, 3-4: termofil fermentorok – 2*1570 m³, 5-6: kierjedt biotrágya-tárolók – 2*2650m³, 7: keverő akna – 200 m³, 8: gáztároló – 1100 m³(1)

Figure 2: Layout of biogas plant

1-2: mezophilic fermentor – 2*1570 m³, 3-4: thermophilic fermentor – 2*1570 m³, 5-6: post storage tank – 2*2650m³, 7: mixer tank – 200 m³, 8: gas tank – 1100 m³(1)

A biogáz üzem tervezési adatai

Blokkfűtőmű adatai(1)			Évente(2)
Villamos teljesítmény(3)	kW	910	
Gázfelhasználás(4)	m ³ /óra(5)	464,3	
Összhatásfok(6)	%	84	
Számított éves üzemeltetési időtartam(7)	%	95	347 nap(8)
Számított napi üzemeltetési időtartam(9)	óra(10)	23,9	8281 óra(10)
Gázfelhasználás(4)	m ³ /nap(11)	11.088	3.844678 m ³
Bruttó villamos energia(12)	kWh/nap(13)	21.732	7.535569 kWh
Bruttó hőenergia(14)	kWh/nap(13)	43.464	15.071138 kWh
Értékesíthető villamos energia(15)	kWh/nap(13)	20.645	7.158790 kWh
Értékesíthető hő(16)	kWh/nap(13)	34771	12.056910 kWh
Sertéstelep éves hőfelhasználása*(17)	kWh/év(18)		964.553 kWh/év(18)

Table 2: Database to design the biogas installation

Datas of engine generator(1), Annually(2), Electrical power(3), Gas consumption(4), m³/hour(5), Total efficiency(6), Calculated running duration (yearly)(7), Day(8), Calculated running duration (daily)(9), Hour(10), m³/day(11), Brutto electrical energy(12), kWh/day(13), Brutto heat energy(14), Electrical energy for utility(15), Marketable heat energy(16), Own annual gas consumption of piggery(17), kWh/year(18)

Biogáz üzem beruházás tervezete

Mennyiség, db(1)	Költség, Ft(2)	Megnevezés(3)
1.0	4.225000	Gáztartály 1100 m ³ (4)
1.0	5.158400	Gázanalizátor CH ₄ -H ₂ S-CO ₂ (5)
1.0	11.804000	Gázhűtő konténer(6)
1.0	9.016020	Kondenzvíz leválasztó 100m gázvezetékekkel(7)
1.0	1.300000	Kénmentesítő(8)
1.0	59.800000	Melegvízszivattyú rendszer gépházal(9)
1.0	8.567000	Számítógép vezérlés rendszer(10)
1.0	17.475640	Elektromos szenzorok, beszerelése és bekábelezése(11)
2.0	184.600000	Blokkfűtőmű BHKW626 kW el.telj.(12)
1.0	16.900000	BHKW Beszerelés és beüzemelés(13)
2.0	95.927000	Mezophil fermentor beton és gépészeti műtárgyai(14)
2.0	79.250340	Termophil fermentor beton és gépészeti műtárgyai(15)
1.0	20.107880	Keverőakna beton és gépészeti műtárgyai(16)
1.0	14.001000	Gáztároló helyiség 1100 m ³ beton és gépészet műtárgyai(17)
2.0	46.716800	Utótároló tartályok beton és gépészeti műtárgyai(18)
1.0	22.418.500	Sterilizáló berendezés(19)
1.0	15.301000	Melléktermék szállító berendezés(20)
1.0	25.300000	Kierjedt trágyatárolók (szigetelt) 6200 m ³ (21)
Összesen(22)	637.868580 Ft	Teljes beruházás költsége(23)

Table 3: Plan of biogas plant's investment

Quantity(1), Price(2), Main parts(3), Gastank(4), Gas analyzer(5), Gas-Cooler container(6), Condenser with 100m gaspipe(7), Sulphur decontamination(8), Heating system with engine-room(9), Computer control system(10), Electrical sensors and fittings with installation(11), Blockheater BHKW626 kW el.power(12), Blockheater BHKW626 installation(13), Mezophil fermentor concrete tank and machinery(14), Termophil fermentor concrete tank and machinery(15), Mixer sink concrete, and machinery(16), Gas holder building 1100 m³concrete and machinery(17), Post storage tank and machinery(18), Sterilizer(19), Cofermers agitating(20), Biomanure storage tank(21), Total(22), Sum. Invesment(23)

Gyakorlatilag az utófermentor szolgál a kierjedt biotrágya átmeneti, a biotrágya tároló tartályba vezetése előtti tárolására. Ezek a tartályok fermentorkialakítással készülnek – fedettek, fűthetőek –, így

meghosszabbítható az anaerob szakasz, ami a teljes gázmennyiség kinyerését, és a kikerülő anyag teljes higiénizálódását szolgálja. A fermentorokban végbemenő folyamatok pH-értékét műszer

ellenőrzi, és szükség esetén a kedvezőtlen erjesztési körülmények – savasodás – megszüntetésére kézi vegyszeradagolásra kerülhet sor (Barótfi, 1993).

A keletkező biogáz a blokkfűtőműben egy olyan belső égésű motort táplál, amely az áramfejlesztő generátort hajtja. A motor távozó hőjét (hűtővíz, olaj, kipufogógáz) hőcserélőkben gyűjtik össze, és fogyasztási melegvíz előkészítéséhez, illetve fűtéshez használják. A megtermelt energia egyharmad része elektromos-, kétharmada hőenergia. Ez utóbbi

mintegy ötöde a reaktorok fűtésére használható, a többivel a gazdaság egyéb hőigénye elégíthető ki. Az áramfelesleget automatika kapcsolja a hálózatra, így ez a mennyiség el is adható. A biogáz üzem beruházás tervezete (3. táblázat) 2003. évi árakon került kiszámításra.

Az alábbi bevételek (4. táblázat) teljesülése mellett várható a beruházás megtérülése. Természetesen a megtérülés számított értéke (5. táblázat) csak az alábbi árak esetén alakul a számított módon.

4. táblázat

Biogáz üzem megtérülési mutatói

Bevételek(1)	Mennyiség(2)		
Eladható vill. energia(3)	7.158.790 kWh		
Vill. energia kötelező felvásárlási ár csúcsidőszakban(4)	Ft/kWh.	25,5	
Vill. energia kötelező felvásárlási ár völgyidőszakban(5)	Ft/kWh	15,8	
Csúcsidőszaki órák száma éves viszonylatban(6)	h/év(9)	2610	
Völgyidőszaki órák száma éves viszonylatban(7)	h/év(9)	6150	
Csúcsidőszaki termelés értéke éves viszonylatban(8)	Ft	54.389.642 Ft	
Völgyidőszaki termelés értéke éves viszonylatban(10)		79.408.632 Ft	
Bevétel az elektromos energiából(11)	Ft	133.798.274 Ft	
Bevétel a kierjesztett biotrágyából(12)	1.300 Ft/számosállat(13)	868.400 Ft	
Értékesíthető hőenergia(14)	12.056910 kWh/ év(15)		
Bevétel a hőenergiából(16)	egységár(17)	10,6 Ft/kWh	127.803246 Ft/év(18)
Vágóhídi hulladék mesemmisítési állami támogatás (Ft)(19)	egységár(17)	15.000 Ft/t	109.500.000 Ft/év(18)
Összes bevétel(20)			371.967920 Ft/év(18)

Table 4: Biogas plant return's datas

Incomes(1), Quantity(2), Electrical energy for utility(3), Compulsory buying price in peak hours by the 56/2002.X.29.-th low(4), Compulsory buying price in off-hours by 56/2002.X.29.-th low(5), Number of peak hours(6), Number of off-hour(7), Electrical energy in peak hours(8), h/year(9), Electrical energy in off-hours(10), Income from electrical energy(11), Income from the fermented biofertiliser(12), HUF/animal unit(13), Marketable heat(14), kWh/year(15), Income from the heat(16), Unit price(17), Ft/year(18), Subsidy of state for deposit of coferments(19), Total income(20)

5. táblázat

Biogáz üzem megtérülése

Éves eredmény(1)	
Összes bevétel(2)	371.967920 Ft/év(3)
Összes költség(4)	92.678300 Ft/év(3)
Éves eredmény(5)	279.289620 Ft/év(3)
Teljes beruházás értéke(6)	612.568.580 Ft
Megtérülési idő(7)	2,2 év(8)

Table 5: Biogas plant return's datas

Annual income(1), Sum income(2), Ft/year(3), Sum costs(4), Profit(5), The whole value of the investment(6), Payback(7), Year(8)

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A környezetvédelmi előírások betartása a gazdaság minden ágazatában a termelési költségek növekedésével jár (Kerényi, 1995).

A biohulladékok ártalmatlanítása azonban megfelelő technológiák alkalmazásával – a bennük

rejlő energia- és tápanyag hasznosításával – a mezőgazdaság számára nyereségessé válhat.

Hazánk megújuló energia forrásai közül a biomassza hasznosításában rejlik a legnagyobb lehetőség (Kerényi, 1990). Ennek kihasználását indokolja, hogy a hasznosítás más eredményekkel is jár, csökkenti a környezet terhelését, segíti a vidékfejlesztést, növeli a foglalkoztatást (Kerényi, 1998).

Magyarországon a 31 millió tonna állati trágyából 1,4 milliárd köbméter, a 2,5 millió tonna kommunális biohulladékból 1,2 milliárd köbméter, a 200 ezer tonna kommunális szennyvíz-iszaptól 80 millió köbméter, a 400 ezer tonna vágóhídi hulladékból 50 millió köbméter biogáz nyerhető évente (Barótfi, 1998), ez pedig 17,5 PJ előállítható villamos energia előállítására lenne elegendő, ami hazánk évi energiafelhasználásának több mint a tíz százaléka.

Ha az elméleti értékek felét tekintjük megvalósíthatóknak, a program akkor is igen jelentős eredménnyel járhat.

IRODALOM

- Bakos B. (1996): Hulladékgyűjtés. In: Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Barótfi I. (1993): Energia Felhasználói Kézikönyv. Környezettechnikai Szolgáltató Kft., Budapest.
- Barótfi I. (1998): A biomassza energetikai hasznosítása. Energia Gazdálkodási Kézikönyv IX, Budapest.
- Barótfi I. (2000): Környezettechnika kézikönyv. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Beke J. (1994): Hőtechnika a mezőgazdaságban és az élelmiszeripari gépészetben, Agroinform Kiadó, Budapest.
- Kacz K.-Neményi M. (1998): Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kerényi E. (1990): Környezetvédelem Műszaki Értelmező Szótár. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kerényi E. (1995): Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. Mozaik Oktatási Stúdió.
- Kerényi E. (1998): Környezetvédelem, környezetgazdálkodás és környezettudomány, Akadémia Kiadó, Budapest.
- Kissné Qualich E. (1983): A biogáz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.