



ENERGETICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE ODPADOV Z POĽNOHOSPODÁRSKEJ PRODUKCIE V BIOPLYNOVEJ STANICI

ENERGY - ECONOMIC RECOVERY OF WASTE IN BIOGAS AGRICULTURAL PRODUCTION STATION

Patricia ČEKANOVÁ - Natália JASMINSKÁ

Abstrakt

The present article discusses the technology of biogas production and biogas plant design in terms of region of Eastern Slovakia. Proper positioning of renewable energy can become a key element in the development of individual regions and mainly contributes to the commitment of financial resources in the domestic economy, which would otherwise be used for the purchase of primary energy.

Key words

biogas plant, biogas, cogeneration unit, fermenter

Úvod

V posledných rokoch výrazne stúpa záujem o technológiu bioplynu. To sa prejavuje veľkým záujmom mnohých poľnohospodárov, obcí, firiem, politikov o vývoj v tejto oblasti. Tiež ľudia zodpovední za hospodárenie s energiami sa dnes na už decentralizovanú výrobu elektrickej energie nepozierajú tak skepticky ako kedysi.

Využívanie odpadu, exkrementov hospodárskych zvierat, dreveného odpadu z ťažby a spracovania dreva je veľmi efektívnym obnoviteľným zdrojom energie. Otázkami technológie výroby a následného využitia energie získanej z bioodpadov sa venuje veľká pozornosť nielen v našej krajine, ale hlavne v ostatných krajinách Európskej únie.

Súčasná situácia v oblasti zhodnocovania biologicky rozložiteľných odpadov je v Slovenskej republike v porovnaní s inými členskými štátmi EÚ na nízkej úrovni. Infraštruktúra odpadového hospodárstva na nakladanie s bioodpadmi je založená väčšinou na aeróbných technológiách – kompostárňach, ktoré sú schopné zhodnocovať iba vybrané druhy biologicky rozložiteľných odpadov, pričom i odbyt kompostov, ako výsledných produktov zhodnocovania rastlinnej odpadnej biomasy, je značne obmedzený.

Na Slovensku absentuje prevádzka odpadovej bioplynovej stanice schopnej spracovávať kombináciu odpadov z poľnohospodárskej výroby, potravinového priemyslu, reštauračných zariadení a komunálnej sféry, čo pôvodcom odpadov značne sťažuje dodržiavanie hierarchie odpadového hospodárstva a povinností, ktoré im ukladá zákon o odpadoch.



Hrubý výpočet navrhovanej bioplynovej stanice

Uvažovaný zámer predpokladá výstavbu bioplynovej v poľnohospodárskom objekte AGROKOMPLEX, spol.s. r. o. Humenné. Pozemok na ktorom bude umiestnená bioplynová stanica je vo vlastníctve spoločnosti. Nachádza sa na odľahlej časti obce a aj samotného hospodárskeho dvora.

Ako suroviny pre bioplynovú stanicu bude spoločnosť využívať vlastné maštalné exkrementy, z 3 250 ks hovädzieho dobytku, 1 824 ks ošípaných, 350 ks oviec.

Uvažuje sa aj s využitím kukuričnej a trávnej siláže, resp. senáže. Spoločnosť vlastní viac poľnohospodárskych dvorov, resp. v tesnej blízkosti má vlastný chov hovädzieho dobytku a ošípaných. Disponuje exkrementami z poľnohospodárskych zvierat a má k dispozícii lúky, ktoré kosí 2 x ročne, pričom si vie dopestovať kukuričnú siláž v potrebnom množstve.

Uvedená kombinácia surovín je veľmi výhodná pre anaeróbne spracovanie v bioplynových staniciach, pri ktorých dochádza navyše k produkcii tekutého hnojiva s výhodným zložením pre polia na ktorých sa pestuje kukuričná siláž, či na lúčne porasty, bez nutnosti nákupu priemyselných hnojív. Tým sa výrazne zlepšuje ekonomika pestovania kukurice za účelom výroby siláže.

Tab. 1 Možné množstvo vstupného materiálu v dennej dávke do BPS podľa druhov, celková ročná potreba vstupného materiálu podľa druhov v t

Druh zvierat	Priemerné množstvo exkrementov na jedno zviera na deň $m [t.deň^{-1}]$	Celkové množstvo vyprodukovaného exkrementu všetkých zvierat daného druhu na deň $m_c [t.deň^{-1}]$	Množstvo vyprodukovaného bioplynu na hodinu $m_{bioplyn} [m^3.h^{-1}]$	Množstvo získanej elektrickej energie $[kWh_e]$	Množstvo získanej tepelnej energie $[kWh_t]$	
					celkovo	z toho na ohrev fermentora
HD	0,04	130	187,98	375,96	563,94	281,97
OŠ	0,018	32,832	48	96	144	72
OV	0,009	3,15	3.89	7.78	11.67	5.835
Spolu získané množstvo elektrickej a tepelnej energie				479,74	719,61	359,81

Exkrementy z hovädzieho dobytku.....47 450 t.rok⁻¹

Exkrementy z ošípaných.....11 984 t.rok⁻¹

Exkrementy z oviec.....1 150 t.rok⁻¹

Celkovo.....60 584 t.rok⁻¹

Jednotlivé vstupné komponenty (okrem kukuričnej siláže), nebudú skladované v mieste bioplynovej stanice. Bioplynová stanica je navrhovaná tak, aby denná produkcia substrátov bola nadávkovaná do fermentorov v deň vzniku t.j. bez potreby ďalšieho skladovania. Neplatí to pre kukuričnú siláž, ktorá sa robí iba raz ročne v jeseni a počas zostatku roka musí byť skladovaná.



Laboratória vzhľadom na kofermentačné procesy a na celú chemickú stabilitu odporúčajú vhodné denné dávky jednotlivých surovín. Pre spomínanú spoločnosť sú tieto uvedené nižšie:

	Hmotnosť vstupnej suroviny [t.rok ⁻¹]	Objem vstupnej suroviny [m ³ .rok ⁻¹]	Objem bioplynu [m ³ .rok ⁻¹]	Cena vstupnej suroviny za 1 tonu [€ ton ⁻¹]	Cena vstupnej suroviny ročne [€ .rok ⁻¹]
Pekárenské zbytky	0	0	0	0,0	0
Odrezy cukrovej repy	0	0	0	0,0	0
Fritovací tuk	0	0	0	0,0	0
Kukuričná siláž	9 600	13 913	2 227 200	26,5	254 400
Mäsový odpad	0	0	0	0,0	0
Trávna siláž	0	0	0	0,0	0
Kurací trus	0	0	0	0,0	0
Siláž zeleného žita	0	0	0	0,0	0
Zbytky jedál	0	0	0	0,0	0
Biodpad sušina 40%	0	0	0	0,0	0
Slnčnicová siláž	0	0	0	0,0	0
Hnoj HD	12 000	13 714	960 000	4,5	54 000
Hnoj ošipaných	2 500	2 273	185 000	0,0	0
Pivný odpad	0	0	0	0,0	0
Kuchynské odpady	0	0	0	0,0	0
Močovina HD	0	0	0	0,0	0
Prasacia močovina	0	0	0	0,0	0
CELKOM	24 100	29 900	3 372 200	-	308 400

Výstupy a návrh bioplynovej stanice

Spoločnosť má k dispozícii veľmi výkonnú a kvalitnú techniku za účelom prípravy vstupných surovín. Jedná sa predovšetkým o veľkokapacitný mlyn na rozomletie odpadov zo živočíšnej výroby na rozmery vhodné pre fermentačný proces ako aj dávkovanie uvedenej zložky čerpadlami.

Rovnako vlastní sekačky potrebné pre kvalitnú a rozmerovo vhodnú prípravu kukurice za účelom výroby siláže.

Spoločnosť má zavedenú plynulú trojzmenú prevádzku a okrem výrazných celospoločenských sviatkov pracuje nepretržite. Porážky vykonáva trikrát týždenne v rovnakých množstvách čím je zabezpečená plynulosť a rovnomernosť prísunu danej suroviny.

Spoločnosť vlastní i dostatočné množstvo silážnych žľabov pre uskladnenie potrebného množstva siláže pre celoročnú produkciu bioplynu. Má k dispozícii i skúsený tím, ktorý vie vyrobiť a udržať vysokú kvalitu siláže počas celého roka.



Množstvo vyrobenej elektriny za deň a za rok v kWh, výkupná cena konečná (po odrátaní % z výkúpnej ceny pri čerpaní dotácií)

Roč. množstvo el. výkonu v kWh	6 744 400,00 kWh.rok ⁻¹
Denné množstvo el. výkonu v kWh	18 477,81 kWh.deň ⁻¹
Výkupná cena elektrickej energie	0,14872 €.kWh ⁻¹

Množstvo vyrobeného tepla za deň a za rok v kWh

Roč. množstvo využiteľného tep. výkonu v kWh	6 900 000,00 kWh.rok ⁻¹
Denné množstvo využ. tep. výkonu	18 904,11 kWh.deň ⁻¹
Výkupná cena tepelnej energie	0,033 €.kWh ⁻¹

Tab. 2 Výstupy pre navrhovanú bioplynovú stanicu

Potrebný objem konečného skladu	16 611	m ³
Hod. el. výkon pri 50 % obsahu CH ₄	759	kWhe
Hod. el. výkon pri 70 % obsahu CH ₄	927	kWhe
Stredná hodnota el. výkonu	843	kWhe
Počet motohodín za rok	8000	hodín
Ročné množstvo el. energie	6 744 400	kWhe.rok ⁻¹
Ročné množstvo využ. tep. energie	6 900 000	kWht.rok ⁻¹

Spôsoby využitia vyrobeného množstva energií bioplynovou stanicou

Na výrobu bioplynu sa používajú niektoré rastlinné komodity a taktiež rôzne odpady z poľnohospodárstva. Spálením vyrobeného bioplynu na motorovom agregáte potom vzniká elektrický prúd, ktorý sa predáva energetickým spoločnostiam. Vedľajším produktom výroby elektriny je veľké množstvo odpadového tepla. Jeho využitie je potrebné pre rýchlejšiu návratnosť investície do BPS. Sušenie je jednou z možností, ako efektívne využiť horúcu vodu o teplote do 90 ° C a navyše splniť požadovanú úlohu. Na poľnohospodárskych šachtových sušičkách možno teplo využiť aj počas letných mesiacov, kedy vykurovanie poľnohospodárskych objektov nie je nutné.

Konkrétne technické riešenia využitia tepla závisia na miestnych podmienkach. Bežným spôsobom je kúrenie a ohrev TUV v areáli, kde BPS stojí. Ak sú tieto odbery malé resp. iba sezónne, je potrebné zvážiť ďalšie možnosti, napríklad dodávky tepla iným odberateľom (obce, podniky), sušiarenské technológie, temperované sklady, vykurované skleníky, chov teplomilných rýb a živočíchov, apod. Časť tepelnej energie je nutné odvieť do fermentačnej nádrže pre podporu procesu fermentácie.



Súčasťou technologického procesu výroby elektrickej energie budú aj inovatívne nízkotepelné turbíny využívajúce odpadové teplo vznikajúce v procese kogenerácie. Turbíny zvýšia celkovú účinnosť výroby elektrickej energie u žiadateľa. Kogeneračná jednotka s napojením turbín bude zo strany žiadateľa financovaná z iných zdrojov.

Prioritou tohto návrhu sú investičné náklady na výstavbu BPS a zabezpečenie potrebného technického vybavenia ako vstupnej podmienky k výrobe elektrickej energie nielen z bioplynu ale aj z odpadového tepla kogeneračnej jednotky za účelom jej predaja do verejnej siete.

Ekonomika navrhovaného riešenia

Tab. 3 Návratnosť investície

Tab. 5 Návrhová investícia				844 + 40 kW	
Súhrnný rozpočet podľa hláv pre BPS o výkone					
Časť					
A		Technológia MT			
1	x	Fermentor ø23x8, s miešadlami, ohrevom a Sackom	399 012,90	EUR	
1	x	Kofermentor ø23x8, koplet výbava	387 443,10	EUR	
1	x	Konečný sklad ferm. zbytkov ø32x8, komplet výbava	450 120,00	EUR	
2	x	Dávkovač pevných látok	253 722,80	EUR	
1	x	Potrúbná sieť a prečerpávacía technika	129 755,80	EUR	
1	x	Ponorné motorové čerpadlo na silážne šťavy	5 402,70	EUR	
1	x	Výmenník tepla	13 212,90	EUR	
1	x	Analyzátor plynu	7 846,30	EUR	
1	x	Kompletný riadiaci systém mimo KGJ	148 915,80	EUR	
1	x	Uzemnenie	19 443,70	EUR	
1	x	Uvedenie do prevádzky	36 754,00	EUR	
1	x	Zariadenie staveniska	35 156,00	EUR	
Časť A			1 886 786,00	EUR	
Časť					
B		Kogeneračná jednotka			
1	x	KGJ Jenbacher 844kW	655 900,00	EUR	
1	x	Núdzový horák bioplynu	54 458,00	EUR	
Časť B			710 358,00	EUR	
Časť					
C		Vedľajšie náklady stavby			
		Prípojky (voda, el., internet)	16 500,00	EUR	
		Povolenia, posudky, statika	38 500,00	EUR	
		Silážne žľaby	416 000,20	EUR	
		Prípojka VN + trafostanica	184 000,00	EUR	
		Zemné práce	165 000,00	EUR	
		Spevnené plochy (betonáž, injektáž)	156 585,00	EUR	
		Prepojenie s existujúcimi objektami	0	EUR	
		Koncept využitia tepla ORC system - netvorí finančný náklad v projekte	170 000,00	EUR	
		Teleskopický nakladač	88 833,00	EUR	



Zberacia samochodná rezačka	441 530,00	EUR
Príves 2 ks	221 360,00	EUR
Cesta, oplatenie	22 000,00	EUR
Časť C	1 920 308,20	EUR

Spolu (bez dotácií)	4 517 452,20	EUR
----------------------------	---------------------	------------

Nákladová oblasť		
Odpisy technológie (12 rokov)	210 032,50	EUR
Odpisy stavby (20 rokov)	79 686,20	EUR
Prevádzkové náklady na technológiu *	101 166,00	EUR
Prevádzkové náklady prepravné	29 900,00	EUR
Osobné náklady	87 980,00	EUR
Cena vstupnej suroviny	308 400,00	EUR
Priemerná výška úroku	44 645,00	EUR
Poistenia, rezervy a iné náklady	7 500,00	EUR
Spolu	869 309,70	EUR

Oblasť výnosov		
Výroba el. energie **	980 406	EUR
Výroba tep. Energie ***, ****	68 310	EUR
Predaj tekutého hnojiva	0	EUR
Poplatky za likvidáciu externých odpadov	0	EUR
Spolu	1 048 716	EUR

Priemerný hospodársky výsledok za prvý rok	278 423	EUR
Návratnosť	11,2	roka

* Prevádzkové náklady na technológiu (na 1 kWhe)	0,015	€/kWhe ⁻¹
** Predaj el. energie do verejnej siete za výkupnú cenu	0,14872	€/kWhe ⁻¹

Celý návrh diela sleduje dva hlavné ciele:

1. zbaviť sa surovín zaťažujúcich životné prostredie a surovín, ktoré sú dnes charakterom odpadu s vysokou nákladovou položkou z hľadiska jeho likvidácie
2. z hľadiska ekonomického je lacná výroba elektrickej energie vzhľadom na charakter a nepotrebnosť nákupu časti vstupnej suroviny pre potreby bioplynovej stanice.



SWOT analýza

Analýza SWOT je spracovaná na základe súčasných právnych a politických podmienok Slovenskej republiky

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
➤ likvidácia odpadov energetickou cestou ➤ celosvetová podpora OZE ➤ bez ekologických problémov ➤ stabilná pracovná sila ➤ zvýšené využitie pôd ➤ ceny stanovené úradom ➤ vyžitie tekutého hnojiva ➤ budúca perspektíva ➤ dlhá životnosť bioplynovej stanice	➤ ešte len teraz tvoriaca sa legislatíva ➤ malé tradície a skúsenosti s bioplyn. stanicami na Slovensku ➤ nestabilná cena siláže
PRÍLEŽITOSTI	HROZBY
➤ vstup na trh s elektrickou energiou ➤ možnosti využitia tepla ➤ likvidácia odpadov pre externých dodávateľov	➤ zmena politickej klímy v neprospech OZE ➤ rýchlejšie sa zvyšujúce ceny siláže oproti výkupným cenám za energiu ➤ pokles živočíšneho odpadu z titulu poklesu živočíšnej výroby

Záver

Vybudovaním zariadenia na energetické zhodnocovanie odpadov - bioplynovej stanice, využívajúcej najmodernejšie technológie pri anaeróbnom zhodnocovaní biologicky rozložiteľného odpadu, sa zhodnotia biologicky rozložiteľné odpady, ktoré by inak boli uložené na skládku odpadov a ponechané tak na neriadený vyhnívací proces s nekontrolovaným únikom najagresívnejšieho skleníkového plynu - metánu.

Prostredníctvom technologicky náročných procesov komplexného, riadeného zhodnocovania odpadov bude bioplynová stanica produkovať dva základné výstupy. Prvý výstup predstavuje vysoko kvalitné organické hnojivá - v tekutej a v tuhej forme. Druhým výstupom je metán, ktorý bude následným procesom spaľovania v špeciálnych kogeneračných jednotkách transformovaný čiastočne na elektrickú energiu odvádzanú cez trafostanicu do elektroenergetickej distribučnej sústavy a tepelnú energiu odovzdávanú cez výmenník tepla ďalším spotrebiteľom.

Záverom je možné konštatovať, že výstavba bioplynovej stanice je nie len možná, ale aj ekonomicky veľmi výhodná. Zvlášť, keď ešte uvážime, že životnosť stavebného diela je cca 65 rokov.

Slabé stránky a hrozby vyplývajúce z analýzy SWOT je možné rozdeliť na ovplyvniteľné a neovplyvniteľné. Zmena politickej klímy je ťažko ovplyvniteľná, ale ceny siláže, či pokles množstva odpadu z mäsokombinátu je eliminovateľný vhodnými zmluvami s dodávateľom resp. dodávateľmi na vstupné suroviny.

Kľúčové slová

Bioplynová stanica, bioplyn, kogeneračná jednotka, fermentor

Táto práca vznikla za podpory agentúry VEGA, konkrétne projektu č.1/0421/09.



Použitá literatúra

- [1] Sklenka, P.: Bioplyn pre Slovensko, SPU Nitra, 1998, 17 s,
- [2] Jandačka, J., Malcho, M.: Biomasa ako zdroj energie. GEORG Žilina, 2007, s. 78,
- [3] Zigo, M.: Bioplyn – odpad alebo cenná surovina, TZB 5/2000, s. 20 – 21,
- [4] Horbaj, P., Víglaský, J., Andrejčák, I.: Využitie bioplynu. 1. vyd. Zvolen : TU vo Zvolene, 2008. 157 s. ISBN 978-80-228-1857-5,
- [5] Horbaj, P., Tauš, P.: Súčasný stav energetiky v Slovenskej republike. In: Energetika. vol. 58, no. 4 (2008), p. 123-126. ISSN 0375-8842.

Kontaktná adresa

Ing. Patrícia Čekanová

KET, Sjf TUKE

patricia.cekanova@tuke.sk

Ing. Natália JASMINSKÁ, PhD.

Ing. Patrícia Čekanová

KET, Sjf TUKE

natalia.jasminska@tuke.sk