

## TEHNOLOŠKO-EKONOMSKE OSNOVE PROIZVODNJE BIOPLINA SA FARMI NA UNSKO-SANSKOM KANTONU

### TECHNOLOGY AND ECONOMIC FOUNDATIONS OF BIOGAS PRODUCTION FROM FARMS IN THE UNA-SANA CANTON

**dr. sc. Ifet Šišić, vanr. prof.**

**Univerzitet u Bihaću, Biotehnički fakultet Bihać**

**dr. sc. Nermin Pračić, docent**

**Veterinarski zavod Bihać**

**Sebila Hodžić dipl. ing., asistent**

**Univerzitet u Bihaću, Biotehnički fakultet Bihać**

#### **REZIME**

*Na opštu nerazvijenost Unsko-sanskog kantona utiče nizak stepen iskorištenosti prirodnih potencijala i neefikasne upotrebe razvojnih resursa. Neiskorištenost privrednih potencijala razvoja odnosi se, između ostalog, i na poljoprivrednu djelatnost. Kroz rad će biti razmotreni načini na koje se najefikasnije mogu iskoristiti nastale količine organskog stajskog gnojiva sa farmi za proizvodnju bioplina, uz primjenu metodološko-projektog pristupa analize investicionih pokazatelja uz postavljena ograničenja i normative. Podrškom konceptu razvoja primarne i sekundarne proizvodnje na poljoprivrednim farmama sa Unsko-sanskog kantona, u doglednoj budućnosti mogu se očekivati znatni pomaci na polju ekonomskog i ekološkog prihvata izgradnje malih bioplinskih postrojenja.*

**Ključne riječi:** farme, normativi, pokazatelji ulaganja, bioplinsko postrojenje.

#### **SUMMARY**

*The general underdevelopment of the Una-Sana Canton is affected by a low level of utilization of natural resources and inefficient use of development resources. An underutilization of potential economic development refers to, inter alia, to the agricultural industry. The ways for the most effective usage of organic manure from farms for biogas production, using the methodological approach of the project investment indicators to set limits and standards, will be discussed through the work. By supporting the concept of development of primary and secondary production on agricultural farms of Una-Sana Canton, we can expect significant shifts in economic and environmental acceptance of construction of small biogas plants in the foreseeable future.*

**Key words:** farm, standards, investment indicators, biogas plant

## 1. UVOD

Bioplin nastaje u anaerobnom fermentacijom životinjskog gnojiva, kao posljedica mikrobiološke razgradnje organskih tvari bez prisutnosti kiseonika. Proizvedeni se bioplin najčešće koristi za dobivanje toplotne i/ili električne energije sagorijevanjem u kotlovima, plinskim motorima ili turbinama. Ovakav vid proizvodnje bioplina je važan sa aspekta ekonomskih i okolišnih zahtjeva. Kao sirovine dolaze u obzir i druge organske tvari.

## 2. NASTANAK BIOPLINA

### 2.1. Biomasa sa farmi životinja

Proizvodnja bioplina iz gnojiva životinja se odvija anaerobnom razgradnjom u digestoru. Metanogenom degradacijom nastaje metan ( $\text{CH}_4$ ), a oslobađaju se voda,  $\text{H}_2\text{S}$  i  $\text{CO}_2$ . Istraživanja pokazuju da se iz  $1 \text{ m}^3$  bioplina može se proizvesti 6,1 kWh električne energije [4]. Anaerobnom obradom gnojiva sprječava se širenje neugodnih mirisa, zaraze ljudi i životinja, kao i preopterećenje tla, vode i biljaka štetnim i toksičnim tvarima. U tabeli 1 i tabeli 2 dati su osnovni pokazatelji kod planiranja bilanca sirovinog materijala.

Tabela 1. Teorijske vrijednosti proizvodnje bioplina i energije za goveda

Životinja	Vrsta izmeta	Količina kg/dan	Suho kg/dan	Bioplin po životinji $\text{m}^3/\text{dan}$	Proizvedena energija po životinji		
					teorijska	realna	neto energija
					kWh/dan	kWh/dan	kWh/dan
govedo	tekući	51	5,4	1,6	9,315	8,150	5,281
	suhi	32	5,6	1,6			

Tabela 2. Pregled jediničnih vrijednosti u nastanku gnojiva

Životinja	Broj kom	Prosječna težina kg	Dnevna količina izmeta kg/dan	Isparljive čvrste materije VS kg	Suha materija TS kg	Dodatak vode l	Kompost kg
govedo	1	450	38,70	4,50	5,81	33,90	72,60

Napomena: razne životinje proizvode različite količine stajskog gnojiva a time i energije.

### 2.2. Sastav bioplina

Bioplin je plinovito gorivo koji se dobiva anaerobnom razgradnjom ili fermentacijom organskih tvari, uključujući gnojivo, kanalizacijski mulj, komunalni otpad ili bilo koji drugi biorazgradivi otpad (supstrat). Bioplin predstavlja mješavinu metana  $\text{CH}_4$  (40 do 75 %), ugljen dioksida  $\text{CO}_2$  (25 do 60 %) i oko 2 % ostalih plinova ( $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ). Metan ( $\text{CH}_4$ ) je prvi i najvažniji sastojak bioplina i po udjelu metana mjeri se kvaliteta bioplina. Bioplin je za oko 20% lakši od zraka, a temperatura paljenja mu je u rasponu od  $650^\circ$  do  $750^\circ\text{C}$ . To je plin bez jakog mirisa i bez boje. Kada sagorijeva, gori čisto plavim plamenom, slično kao prirodni plin. Toplotna moć mu je između 20 do  $30 \text{ MJ}/\text{Nm}^3$ .

### 2.3 Tehnološki uslovi vrenja i nastanka bioplina

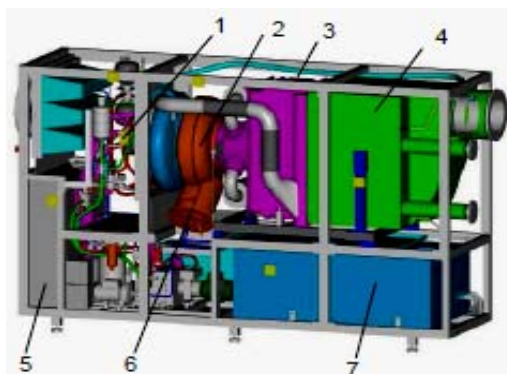
Osnovni tehnološki uslovi vrenja su: vrsta i krupnoća materije, temperatura procesa, pritisak u digestoru, kiselost ph vrijednost, beskiselinska atmosfera digestora, kvalitet metanskih bakterija, vrijeme zadržavanja materija u digestoru, vrijeme miješanja supstrata u digestoru, otklanjanje plivajuće kore sa površine supstrata i odnos suhe tvari (ST) i vode. Proces fermentacije se odvija u nekoliko faza pri čemu dolazi do razdvajanja organskih tvari visoke molekularne težine u tvari s nižim molekularnim težinama dok se ne postigne metan, uz vlažno okruženje bez prisustva zraka.

Faze fermentacije su: hidroliza, stvaranje kiseline, stvaranje octene kiseline i nastanak metana. Mikrobiološki procesi vrlo su osjetljivi na procesne parametre, tako da proizvodnja bioplina varira u širokim granicama, pa čak se i zaustavi u slučaju ako se ne održavaju optimalno postavljeni uslovi. U fazi pripreme stajskog gnojiva u kojem se nalazi stelja, mora se uz dodatak tečne faze najprije muljačama pretvoriti u jednoličnu masu, pa tek tada transportirati u fermentator. Vrijeme retenzije ili vrijeme zadržavanja čvrste supstance u digestoru, zavisi od sastava mulja i od radne temperature. Ukoliko je vrijeme retenzije kratko, dolazi do “ispiranja” bakterija iz digestora, jer one ne stižu da se razmnožavaju tom brzinom. U suprotnom količina metana koja iscrpi iz mulja je veoma mala, zbog čega sistem može postati neisplativ.

### 3. MOGUĆA PROIZVODNJA BIOPLINA NA POLJOPRIVREDNIM OBJEKTIMA

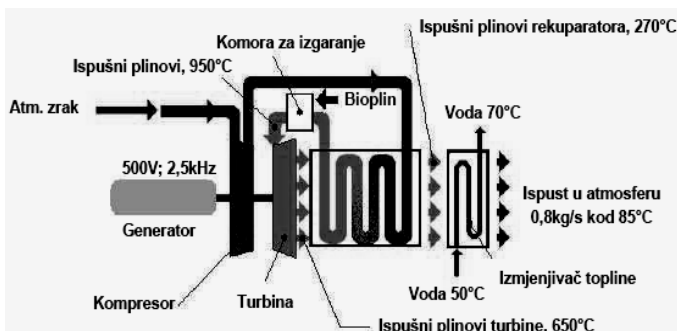
#### 3.1. Proizvodnja električne energije u svijetu

Korištenje bioplina u ovu svrhu postaje sve ekonomski opavdanije zahvaljujući razvoju plinskih agregata. Pred upotrebu u motorima ili plinskim turbinama bioplina treba očistiti od štetnih primjesa, što uključuje prije svega: ugljen dioksid, sumporovodik i vodenu paru. Na slijedećim slikama dat je 3D prikaz sa funkcionalnom shemom mikroplinske turbine Tip TURBEC T 100.



Pozicije:

1. Generator
2. Plinska turbina
3. Rekuperator
4. Izmjenjivač toplote izlaznih plinova
5. Sistem za upravljanje
6. Komora za sagorijevanje
7. Elektronski sklop



Slika 1. 3D prikaz sa funkcionalnom shemom mikroplinske turbine Tip TURBEC T 100.

Danas se koristi više tipova agregata. različitih snaga od 80 kW do 350 kW. Da se na ovom području primjene daleko otišlo, govori i primjer plinske elektrane iz Lamara u Koloradu[5]. Bioplina dobiven iz ekskremenata 40.000 goveda s tamošnjih velikih farmi čini polovicu plina potrebnog za tu 50 MW elektranu. Uračunavajući i gubitke u agregatu, proizilazi da se od svakog m<sup>3</sup> bioplina može dobiti 6 do 8 MJ, a ako se iskoristi i toplina ispušnih plinova, dobiva se još dodatnih 4 do 6 MJ energije [5].

### 3.2. Energetska vrijednost bioplina

U tabeli 3. date su energetske vrijednosti nekih klasičnih izvora energije u odnosu na bioplin.

Tabela 3. Donja energetska vrijednost bioplina i nekih klasičnih goriva

Gorivo	Energetska vrijednost	Gorivo	Energetska vrijednost
Bioplin 56% CH <sub>4</sub>	20 MJ/m <sup>3</sup>	Propan plin	46 MJ/kg
Bioplin 62% CH <sub>4</sub>	22,1 MJ/m <sup>3</sup>	Benzin	30,5 MJ/l
Bioplin 70% CH <sub>4</sub>	25 MJ/m <sup>3</sup>	Dizelsko gorivo	36 MJ/l
Gradski plin	16,8 MJ/m <sup>3</sup>	Koks	27,6 MJ/kg
Zemni plin	33,5 MJ/m <sup>3</sup>	Električna energija	9,6 MJ/kWh

Usporedbom tih podataka s onim datim za bioplin, lako se može izračunati da npr. 1m<sup>3</sup> bioplina sa 62% metana po energetske vrijednosti odgovara, 0,48 kg tekućeg propan-butan plina, 0,61 l loživog ulja ili dizelskog goriva, 0,72 benzina, 0,8 kg koksa ili 6,1 kWh električne energije.

### 3.3. Prikaz potencijala za proizvodnju bioplina na U-S kantonu

Pretpostavke moguće proizvodnje bioplina na stočarskim farmama na U-S kantonu zahtijevaju poznavanje statistički obrađenih podataka o broju samostalnih poljoprivrednika, stočara, broj stoke, lokacije i količine ekskremenata koje ona dnevno odnosno godišnje proizvodi (tabela 4 i tabela 5, podaci Veterinarskog zavoda Bihać, 2011.).

Tabela 4. Pregled farmara i firmi koji se bave proizvodnjom mlijeka na U-S kantonu (>40 kom)

R. br.	Farmer Firma	Broj muznih krava kom	Ukupna dnevna količina gnojiva kg/dan	Ukupno bioplina m <sup>3</sup> <sub>bp</sub> /dan	Ukupno proizvedena energija kWh/dan
1.	d.o.o. Perna Bos. Krupa	250	8.750	220	1315
2.	Kartal S. Bos. Petrovac	102	3.570	90	537
3.	Hadžipašić H. Bos. Krupa	80	2.800	70	421
4.	Orašćanin H. Bos. Krupa	70	2.450	61	368
5.	Selimović E. Bos. Petrovac	51	1.785	45	268
6.	Begić K. Bužim	50	1.750	44	263
7.	Džanić E. Vel. Kladuša	42	1.470	37	221

Normativ za krave muzare: 35 kg/dan/kom stajskog izmeta i 0,876 m<sup>3</sup><sub>bp</sub>/dan/kom bioplina i 5,26 kWh/dan/kom energije (1m<sup>3</sup><sub>bp</sub> daje približno 6,1 kWh energije).

Tabela 5. Pregled farmara i firmi koji se bave tovom junadi na U-S kantonu(>30 kom)

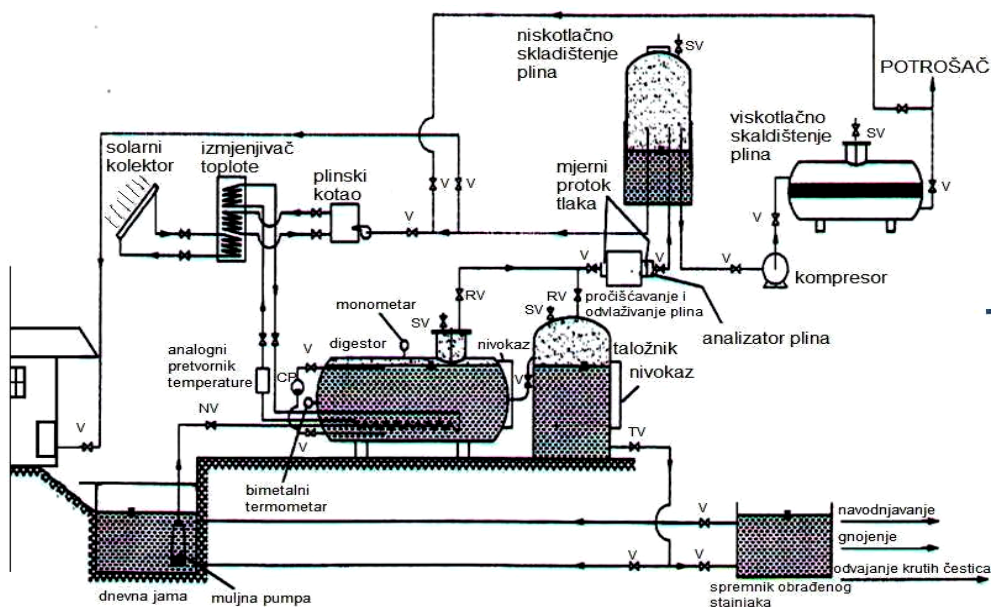
R. br.	Farmer Firma	Broj tovnih junadi kom	Ukupna količina gnojiva kg/dan	Ukupno bioplina m <sup>3</sup> <sub>bp</sub> /dan	Σ proizvedena energija kWh/dan
1.	d.o.o. 6. Novembar Cazin	140	3.500	88	532
2.	d.o.o. MS Alem Bos. Krupa	77	1.925	49	293
3.	d.o.o. Lelo Cazin I	64	1.600	40	244
4.	d.o.o. Lelo Cazin II	58	1.450	37	220
5.	Melkić R. Bužim	48	1.200	30	183
6.	Bećirović A. Cazin	31	775	20	118
7.	Memić A. Cazin	30	750	19	114
8.	Bajrić S. Cazin	30	750	19	114

Normativ za tovnu junad: 25 kg/dan/kom stajskog gnojiva i 0,63 m<sup>3</sup><sub>bp</sub>/dan/kom bioplina, 3,80 kWh/dan/kom energije (1m<sup>3</sup><sub>bp</sub> daje približno 6,1 kWh energije).

Energetske potrebe korisnika za energijom se ogledaju u potrebama: a) farma muznih krava i junadi: električne muzilice, pumpe za mlijeko, rasvjeta, ventilacija; b) mljekara, proizvodnja sira: procesna para za pasterizaciju mlijeka, hlađenje mlijeka, grijanje sirutke (do 85°C), hlađenje sira (na 4°C), grijanje i klimatizacija pogona mljekare i postrojenje tehničke vode za pranje prostora mljekare i tuširanje radnika, električna energija za rasvjetu, električne aparate i opremu; c) bioplinsko postrojenje: električni manipulatori i elektro-mehaničke miješalice, grijanje mezofilnog digestora (35-37°C), pumpe, dodavači te ostala električna i upravljačka oprema.

### 3.4 Postavljanje sheme proizvodnje bioplina

U procjenama nisu uzete u obzir količine bioplina koje se mogu dobiti anaerobnom fermentacijom ostalih sirovina, npr. biljnih ostataka. Na slici 2 prikazana je tehnološka shema proizvodnje bioplina na seoskim farmama/objektima.



Slika 2. Tehnološka shema zatvorenog kruga proizvodnje bioplina i energije za potrebe korisnika

Na osnovu podataka o broju stoke na Unsko-sanskom kantonu maksimalna godišnja proizvodnja bioplina iznosila bi preko 350.000 kubnih metara. Danas se smatra da je uz prosječnu i racionalnu potrošnju količine topline dobivene iz bioplina moguće podmiriti potrebe za toplinskom energijom domaćinstava i mini-farme. Računa se da svako poljoprivredno gospodarstvo i sa malenim postrojenjem za bioplin snage 20 kW može godišnje iz gnojiva preradom dobiti i do 2.000 KM. Na bioplinskim postrojenjima proizvodi se električna, toplotna i rashladna energija uz prateće gubitke uslijed transformacije energije.

### 3.5 Investicijska ulaganja

Integrirano planiranje izvora finansiranja podrazumijeva istovremenu ocjenu, kako izvora na strani proizvodnje tako i izvora na strani potrošnje, uključujući proizvodne troškove te troškove zaštite okoliša. Granično rješenje potreba za energijom i toplotom ostaje za

ekonomsku procjenu se nalazi u potrebi podizanja farmi s više stoke, pa se stoga na U-S kantonu, zagovara izgradnja mini farmi sa mogućnostima proširenja kapaciteta u obimu od 10–15 grla goveda ili 60–70 grla ovaca (minimum). Kritični faktor u ocjeni projekta proizvodnje energije su strukturni elementi u ukupnoj cijeni. Valja uzeti troškove opreme, troškove rada i održavanja. Struktura ulaganja: građevinski radovi 28%, tehnološka oprema sa ugradnjom 18%, oprema za uklanjanje CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S 36%, plinska mikroturbina 15 % i ostalo 3 %. Specifični investicijski troškovi izgradnje malog bioplinskog postrojenja kreću se u rasponu od 3120 do 7020 KM/kWel. Kao primjer navode se investiciona ulaganja u izgradnju bioplinskog postrojenja sa proizvodnjom od 932 m<sup>3</sup><sub>bp</sub>/dan u iznosu od 1.600.000 KM (oko 6.830 KM/kWel.), uz prihode od 787.750 KM/god, ukupne troškove 602.750 KM/god i neto dobit od 185.000 KM/god. Uložena sredstva vraćaju se u roku od 3 do 6 godina uz velike uštede na troškovima energije. Sama proizvodnja bioplina uglavnom nema neko komercijalno značenje, ali pridonosi rentabilnosti stočnih farmi[6].

Na osnovu iskustva drugih država i proučavanja dostupne literature može se konstatovati da je za isplativu proizvodnju bioplina potrebno minimalno 5 do 6 krava ili 20 svinja[6]. Prema izvršenim analizama i proračunima, u poljoprivrednim gazdinstvima koja raspolažu takvim stočnim fondom može se proizvesti 200 do 250 normalnih m<sup>3</sup> bioplina mjesečno, i na taj način napraviti mjesečnu uštedu od 150 do 180 KM.

#### 4. ZAKLJUČAK

Unsko-sanski kanton ima potencijala za izgradnju postrojenja za proizvodnju bioplina iz stajskog gnojiva i drugih otpada (supstrata). Bioplinska postrojenja su tipični decentralizirani izvori energije koji stoje na raspolaganju lokalnim farmerima, koji sve svoje toplotne, rashladne i električne potrebe mogu pokriti iz vlastitih izvora. Za manje posjede koji imaju ili mogu osigurati dobavu gnojnice od 35 do 60 UVG, (uvjetno grlo, oko 500 kg mase) predviđena je proizvodnja bioplina u kontejnerima koji su u tvornici potpuno dovršeni. Nakon postavljanja se kontejneri mogu odmah puniti gnojivom i započeti proces anaerobne plinifikacije. Značajna prednost bioplinskih sistema je njihova potpuna automatizacija sa izuzetno niskim troškovima rada i održavanja (SCADA).

Isplativost takvog postrojenja ne bi trebala biti problematična, jer država BiH treba korisnicima (farmerima) davati subvencije koje dolaze od poreza na "neekološku" struju.

Da bi se bioplin koristio za kasniju upotrebu, neophodno je plin skladištiti. Skladištenje se vrši u posebnim rezervoarima koji se grubo mogu podijeliti na rezervoare niskog i visokog pritiska, manjeg i srednjeg kapaciteta

#### 5. LITERATURA

- [1] Sophin, P.; Preston, T.R.: Effect of processing pig manure in a biodigester as fertilizer input for ponds growing fish in polyculture. *Livestock Research for Rural Development*, 2001, 13:121-129.
- [2] M. Köttner, M.: Biogas in agriculture and industry potentials, present use and perspectives, *Renewable Energy World*, James and James (Science Publishers) Ltd., 2001, London, 7/8.
- [3] Thompson, W. H.: *Test Methods for the Examination of Composting and Compost*. The United States Composting Council Research and Education Foundation, 2001.
- [4] Gačeša, S.; Vrbeša, L.J.; Baras, J.; Knežić, L.; Klačnja, M.; Zdanski, F.: *Biogas proizvodnja i primena*, Tehnološki fakultet 1985, Novi Sad.
- [5] Halilčević, S.; Bukarica, V.; Boškov, E.: *Brošura o najboljim primjenama obnovljivih izvora energije*, Balkan Power Center Ljubljana, 2006, ISBN 86-905667-1-6
- [6] Kralik, D.; Tolušić, Z.; Kralik, I.; Majkovčan, I.: *Zootehnički i ekonomski aspekti proizvodnje bioplina iz svinjske gnojovke*, Izvorni znanstveni članak 2006, UDK: 633.85.492