

PROIZVODNJA BIOGASA SA FARMI KRAVA MUZARA U CENTRALNOJ SRBIJI

PRODUCING BIOGAS FROM DAIRY FARMS IN CENTRAL SERBIA

Branimir Milosavljević¹⁾, dr Milan Despotović²⁾, Saša Babić³⁾

Rezime: Republika Srbija sa svojim geostrateškim položajem i prirodnim resursima može biti važan nosilac ekonomskog napretka u regionu. Poljoprivreda je prepoznata kao prva među mogućima, jer su njeni proizvodi uvek traženi, međutim hiper produkcija može dovesti do negativnih posledica ukoliko se ne primene savremeni tehnološki postupci. Jedna od takvih oblasti jeste stočarska proizvodnja čija je osnovna težnja da se poveća broj proizvodnih jedinica. Povećanje broja žive stoke dovodi do povećanja količine životinjskog stajnjaka koji može predstavljati značajnu opasnost po zagađenje životne sredine. Pored ekoloških postoje i ekonomski razlozi upravljanja stajnjakom, pogotovo na jednoj farmi krava muzara. Anaerobna digestija nudi optimizaciju problema viška stajnjaka, a ujedno je moguće ostvariti i finansijske koristi od proizvodnje biogasa. U ovom radu je pokušano uz pomoć konkretnih podataka za centralnu Srbiju sagledati potencijale anaerobne digestije sa farmi krava muzara

Ključne reči: biogas, anaerobna digestija, kravli stajnjak

Abstract: Republic of Serbia with its geo-strategic position and natural resources can be an important carrier of economic prosperity in the region. Agriculture is recognized as the first among the possible, because its products are still required, however hyper production can lead to negative consequences if they are not using modern technological procedures. One such area is the farm production whose main aspiration is to increase the number of production units. Increase in livestock leads to increased amounts of animal manure, which may represent a significant danger to the environment. In addition, there are environmental and economic reasons for manure management, especially on one dairy farm. Anaerobic digestion offers an optimization problem of excess manure, and also the possible and the financial benefits of biogas production. In this paper attempts with concrete data to central Serbia seen the potential of anaerobic digestion to dairy farm

Key words: biogas, anaerobic digestion, cow manure

1. UVOD

Anaerobna digestija (AD) predstavlja raspadanje organskog materijala pod dejstvom mikrobiološke populacije koja egzistira u sredini bez kiseonika. Prilikom raspadanja organske materije, bakterije u anaerobnom okruženju proizvode mešavinu metana i ugljen dioksida. Ovakva mešavina gasova naziva se biogas koji može biti upotrebljen za proizvodnju električne i toplotne energije. Tokom procesa AD organska azotna jedinjenja se pretvaraju u amonijak, sumporna jedinjenja u vodonik sulfid, fosfor u ortofosfate i kalcijum, magnezijum i natrijum u razne vrste soli. Ispravnim radom i rukovanjem neorganski sastojci se mogu konvertovati u razne korisne proizvode. Kao najvredniji finalni proizvod dobija se električna energija, a postoji i mogućnost proizvodnje toplotne energije, ukoliko se koriste kombinovani uređaji tzv. CHP jedinice. Takođe kao krajnji proizvod moguće je dobiti i

visoko kvalitetno organsko đubrivo u tečnom i/ili čvrstom (vlaknastom) stanju. Važno je napomenuti da je organsko đubrivo veoma tražen proizvod zbog svojih organoleptičkih osobina, jer je visoko bogato hranljivim sastojcima sa mogućnošću direktne primene na obradivim površinama.

Anaerobnom digestijom može se tretirati širok spektar organskih materijala koji potiču iz poljoprivrede, industrije ili komunalnih otpadnih voda. U osnovi bilo koji tečni ili čvrsti organski otpad iz prehrambene ili poljoprivredne industrije (surutka, otpaci iz klanica, iskorišćena ulja, masti i otpaci hrane iz ugostiteljstva, tečni stajnjak ili komunalne vode) mogu se tretirati anaerobnom digestijom.

Energija dobijena od životinjskog otpada (stajnjaka) ima višestruku prednost i ona nije samo u eliminisanju zagađenja životne sredine, već i u uštedi troškova goriva u proizvođačko/procesnoj industriji. Životinjski stajnjak predstavlja potencijalno veliki resurs biomase. Dehidriran

1) dipl. ing. saob. Branimir Milosavljević, ATP, „Morava“ Vrnjačka Banja, mail: lenka1809@gmail.com

2) prof. dr Milan Despotović, Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjić 6, mail: mdespotovic@kg.ac.rs

3) dipl. ing. saob. Saša Babić, „Marfin bank“ Vrnjačka Banja, mail: babicsf@nadlanu.com

životinjski stajnjak ima isti energetski sadržaj kao drvo. Ukoliko se koristi za zagrevanje, efikasnost je samo 10%. Oko 150 mil t suvog stajnjaka se koristi kao gorivo širom sveta. Efikasnost konverzije životinjskog otpada može biti povećana i do 60% ukoliko se pri tome proizvodi biogas kroz proces anaerobne digestije.

Mala poljoprivredna postrojenja koja proizvode biogas samo iz životinjskog stajnjaka je neekonomično, ali dodavanjem kosupstrata povećava se profitabilnost, ne samo zbog povećanja proizvodnje biogasa, već i zbog smanjenja troškova potrebnih za nabavku đubriva. Većina postrojenja za proizvodnju biogasa koristi mešavinu različitih supstrata. Najčešća primena kodigestije može se naći u poljoprivrednim postrojenjima za proizvodnju biogasa koja kao osnovni supstrat koriste tečni stajnjak i malu količinu dodatnih supstrata, kao što su otpadna ulja, biljni ostaci, ostaci hrane i silaža. Kao primer može se navesti podatak da gotovo 85% poljoprivrednih postrojenja za proizvodnju biogasa u Nemačkoj koristi kodigestiju.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE STAJNJAKA SA FARMI KRAVA MUZARA

Postupkom anaerobne digestije ne pretvara se celokupan sadržaj organskog otpadnog materijala u biogas. Anaerobne bakterije nemaju sposobnost degradacije lignina i nekih drugih ugljovodonika. Ukoliko se digestijom tretira otpadni materijal sa visokim sadržajem azota i sumpora mogu se proizvesti nepoželjne toksične koncentracije amonijaka i vodonik sulfida. Organski otpad koji nema sposobnost lakog rastvaranja u vodi degradiraće se veoma polako. Stanjak nastao na farmi krava muzara degradira sporije u odnosu na stajnjak proizveden sa farmi svinja. U tabeli 1 navedene su dnevne količine i sastav stajnjaka izlučen od jedne krave muzare težine 630 kg.

Stajnjak	50.8
Ukupne čvrste materije (suv stajnjak) - TS (<i>total solids</i>)	6.1
Ukupno isparljive materije (suv stajnjak) -VS (<i>Volatile solids</i>)	5.4
Ukupno fosfora	0.044
Ukupno kalijuma	0.16
Organski ugljenik	5.7

Tabla 1- Količina i sastav kravljeg stajnjaka (kg) - 1 krava muzara od 630 kg [1]

Kao što se vidi iz tabele 1 većinu isparljivih čvrstih materija čini celuloza i hemiceluloza. Obe komponente se lako pretvaraju u metan gas od

strane anaerobnih bakterija. Međutim lignin neće degradirati tokom anaerobne digestije. Budući da je znatan deo nerastvorive materije u stajnjaku krava lignin, procenat isparljivih čvrstih organskih materija koje se mogu pretvoriti u gas je znatno niži u poređenju sa drugim tipovima stajnjaka i organskog otpada. Od karakteristika stajnjaka zavisi i procenat produkcije CO₂ i CH₄. Od stajnjaka mlečnih krava u većini slučajeva je moguće proizvesti biogas sa sadržajem CH₄ između 55-65% i 35-45% CO₂.

3. TROŠKOVI AD STAJNJAKA SA FARMI KRAVA MUZARA

Troškovi anaerobne digestije kravljeg stajnjaka mogu se podeliti u sledeće kategorije:

- Smeštaj krava muzara (određuje procenat stajnjaka koji se zapravo može prikupiti),
- Sakupljanje stajnjaka (način ili sredstvo prikupljanja stajnjaka koje može biti ručno, automatskim grebačem, vozilom sa vakum sistemom ili ispiranjem platformi za smeštaj),
- Predtretman - prosejavanje i/ili taloženje materija iz stajnjaka, a pre procesa digestije,
- AD – proces konverzije materije,
- Posttretman – koncentracija organskih materija posle anaerobne digestije,
- Proizvodnja energije – upotreba gasnih motora sa generatorom ili turbinom za iskorišćenje električne i/ili toplotne energije, CHP uređaji,
- Rukovanje tečnim stajnjakom & sistem za navodnjavanje i odlaganje tečnog đubriva,
- Odlaganje čvrstog, fermentiranog materijala.

Kao što je istaknuto ranije, upotreba bilo kog sistema će imati uticaj na druge sisteme. Na primer ako se koristi sistem za ispiranje stajnjaka i takav otpadni materijal tretira postupkom AD, sama instalacija anaerobnog digestora mora biti veća. Ako se pre postupka fermentacije organskog materijala koristi prosejavanje i taloženje materija iz tečnog stajnjaka, količina proizvedene energije će biti manja. Na taj način će i posttretman utvrditi konačnu cenu odlaganja i prodaje čvrstog digestovanog materijala. U mnogim slučajevima fermentovan materijal se mora izmestiti sa farme.

Korišćenjem određenih tehnologija anaerobne digestije sistem može da eliminiše potrebu za predobradom (prosejavanje i sedimentacija). U nekim slučajevima kompletan sistem upravljanja stajnjakom može dostići cenu od 876 € po kravi muzari. Troškovi sistema anaerobne digestije su u drugu ruku povezani sa troškovima anaerobnog postupka, rukovanja i skladištenja fermentiranog materijala kao i mogućom proizvodnjom energije.

U tabeli 2 prikazani su projektovani troškovi po kravi muzari u USA.

Farma	„3 mile farm“	„Myrtle point“	„Cal Polly“
Broj UG	21,000	4,500	/
Trošak po UG (€)	518	495	584
Tip AD	Termofilik	Kontaktin proces	Anaerobna laguna

Tabla 2 - Procenjeni kapitalni troškovi [1]

Iz priloženog se može videti da troškovi po jednoj kravi muzari za sistem anaerobne digestije, obrade materijala i generisanje energije mogu uzeti vrednosti između 518-584 €. Procene o veličini troškova po kravi muzari moraju se donekle uzeti sa rezervom, jer su neke procene troškova pristigle sa farmi krava kod kojih je razvijena samo delimična (parcijalna) obrada tečnog stajnjaka. Na primer, anaerobni digestori sa kontinualnim protokom tretiraju samo koncentrovan stajnjak, dok ne uključuju i tečni stajnjak iz objekta za mužu krava (15% stajnjaka može se proizvesti iz navedenog objekta). U tabeli 3 prikazani su ispravljani kapitalni troškovi za celokupan tok otpadnog materijala.

Farma	% tretmana	Ispravljani troškovi
		(€/kravi muzari)
„3 mile farm“	80	645
„Myrtle point“	80	618
„Cal Polly“	100	584

Tabla 3 - Korigovani kapitalni troškovi [1]

Čak i ispravljani kapitalni troškovi po kravi muzari ne daju kompletnu ocenu ekonomskog sistema. Pojedini sistemi su daleko efikasniji od drugih u proizvodnji električne energije, odlaganju i izvozu hranljivog organskog đubriva. Najbolji prilaz pri oceni ukupnih troškova jeste izveštaj kapitalnih troškova u eurima po Mbtu energije proizvedene u prvoj godini ili eurima po net kWh kapaciteta električne energije spremne za prodaju. U USA postoji malo podataka na raspolaganju u navedenim jedinicama, za razliku od troškova evropskih zemalja koji iste često koriste. Kapitalni troškovi evropskih zemalja se razlikuju od države do države. U Nemačkoj se proizvode anaerobni digestori po ceni m³, dok se u Danskoj proizvodi veća količina biogasa po kg materije koja se unosi u digester. Nemački sistemi digestije su konstruisani po prosečnoj ceni od 240,7 € po m³. U Danskoj kapitalni troškovi digestora su 37 € po GJ ili 3.7 € na godišnjem nivou proizvodnje biogasa (100,000 Btu ili 1.06 GJ) [1].

4. BROJ FARMI KRAVA MUZARA U CENTRALNOJ SRBIJI

Uprkos smanjenju broja uslovnih grla (UG) proizvodnja mleka je konstantna i na istom nivou od 2000.god. Ovo se može objasniti povećanjem proizvodnje mleka po kravi (povećano korišćenje veštačkog osemenjavanja krava i junica i uvoz visokokvalitetnih stelnih junica).

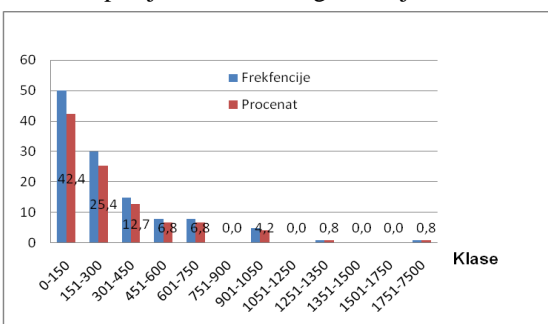
U ovom radu pokušano je ispitati ekonomsku opravdanost proizvodnje biogasa i da li je ona moguća samo na velikim farmama. Pri tome je važno napomenuti da je tokom procesa digestije moguće dodati i određenu količinu kosupstrata sa većim prinosom biogasa i time bitno uticati na ekonomsku isplativost jednog takvog postrojenja.

Da bi smo dobijene podatke po okruzima o broju UG sa farmi krava muzara na teritoriji Republike Srbije mogli statistički da obradimo, potrebno je definisati broj klasa. Obzirom da imamo 118 merenja, preporuka je između 9-12 klasa [2], sa razmakom od 150 UG. Na taj način utvrdili smo sliku 1.

Prikazani podaci su vrlo značajni, jer pokazuju najzastupljeniju klasu UG i na taj način možemo pomoću određenih metoda optimizacije videti koliko je potrebno realnog ulaganja u sektor stočarstva, pri tome afirmišući dobijanje biogasa pomoću anaerobne digestije.

5. EKONOMSKA OPRAVDANOST AD SA FARMI KRAVA MUZARA U CENTRALNOJ SRBIJI

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede je 2007.godine poverilo Institutu za stočarstvo Beograd-Zemun posao izveštavanja o stanju u stočarstvu na teritoriji centralne Srbije. Jedan od izveštaja je i broj farmi krava muzara po okruzima Srbije, sa brojem UG za svaku registrovanu farmu. Opšte je poznato da pored navedenog broja u izveštaju, postoji i veći broj privatnih seoskih gazdinstava koje isporučuju mleko specijalizovanim organizacijama, ali one



Slika 1 – Pregled broja po klasama i procentu

nisu obuhvaćene uzorkom jer zvanično nisu registrovane. Ipak izveštaj Instituta o broju UG sa farmi krava muzara na teritoriji Republike Srbije je uzet kao jedino validan izvor koji postoji u našoj zemlji.

U prvom koraku analize, izvršena je grupacija 118 uzoraka, po već navedenoj metodologiji i određene frekvencije (slika 1). Prvi rezultati su dali podatak da 42.4% pripada grupi od 0-150 UG, a 25.4% grupaciji od 151-300 UG. To ukazuje na kvalitativnu ocenu o velikom broju malih gazdinstava do 150 UG, ali i navesti na moguć zaključak da je moderna stočarska proizvodnja, odnosno visoko produktivna mlecarska industrija u zaostajanju za razvijenim regionima Evrope. Međutim, sobzirom da su se poslednjih godina u većem broju uvezla visokolaktalna UG, manji broj ne mora da znači i manju proizvodnju mleka.

U drugom koraku od 118 uzoraka eliminisani su istovetni po broju UG, tako da je skup činio 105 merenja. Sobzirom da je nepotrebno raditi 105 veoma složenih i dugačkih proračuna, uzet je svaki 5 i formiran reprezentativan skup UG koji čine: 2, 8, 20, 43, 67, 91, 102, 115, 140, 181, 201, 216, 250, 273, 335, 383, 420, 541, 606, 677, 925 i 7034. Zadnji naveden broj UG samo je obrađen za ukupne rezultate, stim da navedena vrednost nije predstavljena na dijagramima, jer je isuviše velika i sa njom se ne bi mogla dobiti kvalitetna analiza i ocena za ciljne grupe koje su i svrha jedne ovakve analize.

Metodologija proračuna troškova izgradnje i mogućih prihoda anaerobne digestije stajnjaka sa farmi krava uzeta je iz eminentnog stručnog priručnika za inženjere pri planiranju i izgradnji bioenergetskog sistema, napisanog od strane nemačkog udruženja za solarnu energiju 2005.godine ([3]).

Polazni podatak je da jedna krava muzara u laktaciji, težine 630 kg za jednu godinu proizvede 27 t stajnjaka, pri čemu isti ima 10% suve materije (DM), sa prinosom biogasa između 0.2-0.4 m³/kgDM [3]. Sobzirom da se u proračunu kao prihod uzima otkupljena električna i toplotna energija, efikasnost CHP jedinice pri proizvodnji električne energije iznosi 20-40%, a toplotne 50%,

stim što je sadržaj metana u biogasu između 50-80%. Radna temperatura digestije je mesofilik 35°C sa temperaturom stajnjaka od 15°C.

Vreme skladištenja fermentiranog materijala u postdigestoru iznosi 2 meseca. Broj opeartivnih sati CHP-a za veći broj UG u toku godine iznosi 7,500 časova, a kao mikser za supstrat koristi se tip "Plunger", snage 2-25 kW u zavisnosti od količine i sastava materijala za digestiju. Hidrauličko vreme zadržavanja fermenta iznosi 28 dana. U konačnim troškovima projekta uključeni su i troškovi razvoja projekta kao i troškovi inženjstva.

Procenat učešća potencijalnog investitora prilikom uzimanja kredita kod poslovnih banaka iznosi 30%, diskant stopa 5%, a kamata na uzeta sredstva je 9.6%. Tehnički vek trajanja postrojenja je 15 godina.

Prilikom izvođenja neophodnih proračuna o rentabilnosti uvođenja postupka anaerobne digestije na farmama krava muzara neophodno je utvrditi minimalne uslove potrebne za formiranje kompletno opremljenog postrojenja. Postojeća iskustva iz Nemačke pokazuju da u slučaju korišćenja energetskih useva kao sirovine, biogas postrojenja sa instalisanom snagom od 250 kWel zahtevaju posebne napore kako bi se osigurala ekonomska isplativost [4]. U ovoj analizi supstrat je kralji stajnjak, a kao kosupstrat kukuruzna silaža u odgovarajućem procentu kao energetski usev. Međutim nema nikakvog smisla raditi proračun kompletno opremljenog biogas postrojenja za 2, 4 ili 8 krava, jer je u tom slučaju sasvim realno moguće iskoristiti tip "kineskog bioreaktora" čiji podzemni digestor ima najčešći volumen od 6-20 m³. Takav tip reaktora radi poluautomatski, pri čemu se supstrat dodaje jedanput dnevno, a istovremeno uklanja približno ista količina tečnosti koja nastaje tokom digestije. Sediment koji se pri tome nataloži na dnu reaktora uklanja se ručno 2-3 puta godišnje. Pri tome se na dnu ostavlja 1/5 sadržaja koja služi kao podloga za razvoj mikroorganizama. U tom slučaju na troškove postrojenja je neophodno utrošiti znatno manje sredstava, a opet u zavisnosti od procenta kosupstrata.

Broj UG	Zapremina digestora (m ³)				Proizvodnja biogasa (m ³ /god)				Ukupni troškovi projekta (€)			
	Udeo kosupstrata (%)											
	0	9	20	30	0	9	20	30	0	9	20	30
2	4	5	5	6	1,080	1,579	2,327	3,216	2,035	2,585	2,915	3,240
8	17	18	21	24	4,320	6,316	9,310	12,862	2,640	3,388	3,895	4,390

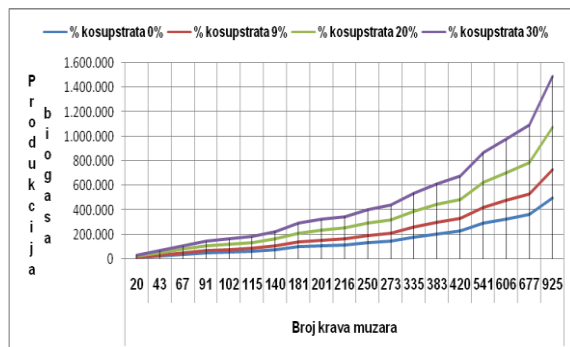
Tabla 4 - AD stajnjaka sa malim brojem UG-a

Zbog male produkcije biogasa na godišnjem nivou on ne može biti iskorišćen za pokretanje CHP jedinice, već samo za grejanje objekta, kuvanje i spremanje hrane. Tabela 4 prikazuje proračun ukupnih troškova projekta zasnovan na tipu "kineskog bioreaktora".

Za proračun troškova rezervora biogasa, u manjim postrojenjima neće se koristiti plinski rezervoari do 10 bara, jer imaju potrebu za energijom od 0.22 kWh/m³, dok kod visokopritisnih rezervoara od 200-300 bara, energetske zahteve su 0.31 kWh/m³ [4].

Takođe je važno napomenuti da su digestori zapremina između 50-150 m³ (što spada u standardni tip malih dimenzija) vodoravni sa čeličnim rezervoarom. Ovakav tip fermentora se obično kupuje nov i transportuje na mesto predviđeno za izgradnju biogas postrojenja. Time će i troškovi biti znatno niži u odnosu na vertikalne betonske ili horizontalne betonske koji mogu podneti zapreminu i do 1,000 m³. Poštujući referentnu literaturu [4] za digestore zapremine do 460 m³ potrebni su minimalni troškovi za plamenik, tanka za sanitaciju i civilne radove. Za manju produkciju biogasa (do 50 UG), troškovi desumporizacije biće minimalni, jer će se primenjivati tehnologija biološke oksidacije koja se temelji na ubrizgavanju malih količina vazduha (2-8 %) u sirov biogas. Ona se odvija izvan fermentora i predstavlja vrlo jeftinu metodu.

Izuzetna dorada/pročišćavanje biogasa potrebno je ukoliko se biogas plasira u sistem distributivne gasne mreže ili kada se koristi kao pogonsko gorivo za vozilo. Takvim postupcima koncentracija metana se u biogasu sa 50-70% povećava na 95% i biogas postaje biometan. Ovo je bilo potrebno naglasiti zbog ulaganja u opremu za kondenzovanje (sušenje) biogasa. U zavisnosti od produkcije biogasa kondenzovanje se može ostvariti jeftinijim ili skupljim ulaganjem u procesnu opremu. Kondenzovanje se vrši hlađenjem gasa i to se redovno obavlja u gasovodima koji transportuju gas iz fermentora u jedinicu za kogeneraciju. Voda se sakuplja na

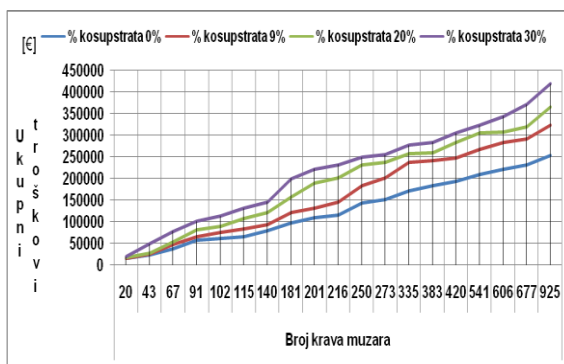


Slika 2 - Zavisnost produkcije biogasa (m³/god), % kosupstrata i broja UG krava

određenim mestima nagnutih cevi i prikuplja u kondenzacionom separatoru. Preduslov za valjanu kondenzaciju vodene pare je odgovarajuća dužina cevi. Uštede su znatne ukoliko se transportne cevi smeste ispod zemlje. Skuplja varijanta odvajanja kondenzata jeste hlađenje gasa u električnim hladnjacima na temperature ispod 10°C, pri čemu je omogućeno odstranjivanje dosta vlage.

Na slikama 2 i 3 prikazana je funkcija produkcije biogasa, kao i ukupni troškovi projekta u zavisnosti od procenta kosupstrata za kodigestiju (9%, 20% i 30%) koga mogu činiti rezidue iz poljoprivrede kao što je kukuruzna silaža, a u čemu je Republika Srbija veoma bogata.

Pored ukupnih troškova projekta, važno je pomenuti i ukupne godišnje troškove koji predstavljaju zbir sledećih parametara: *godišnji anuitet troškova investicije; godišnje troškove održavanja i rukovanja digestorom* (troškovi se kreću od 2-4% ukupnih troškova postrojenja bez troškova za CHP jedinicu); *godišnji troškovi*



Slika 3 - Zavisnost ukupnih troškova projekta, % kosupstrata i broja UG krava muzara

održavanja i rukovanja CHP jedinicom (noviji CHP uređaji imaju troškove održavanja od 0.01 €/h rada, dok stariji od 0.8-1.1 €/h); *godišnji troškovi osiguranja i такси* (troškovi se kreću od 1-0.5% ukupnih troškova); *godišnji troškovi fizičkog rada* (troškovi su minimalni do digestora zapremine 450 m³, a obično uzimaju vrednost oko 5-20 €/dan); *ukupni ulazni troškovi, troškovi prevoza i prihranjivanja neto supstratom* (vrednost približne vrednosti oko 3 €/t).

Sa slike 2 može se zaključiti da sa povećanjem procenta zastupljenosti kosupstrata eksponencijalno se povećava i produkcija biogasa. Kao osnovni razlog može se navesti činjenica da kraljji stajnjak ukoliko se samostalno fermentira ima veoma nisku stopu konverzije VS u biogas zbog visokog sadržaja nepoželjnog lignina. Zato se prilikom dodavanja kosupstrata, u ovom slučaju poljoprivrednih rezidua (kukuruzna silaža) koje sadrže visok procenat celuloze i produkcija biogasa eksponencijalno povećava. Primer je

očigledan ako se sagleda produkcija biogasa sa 200 UG koja iznosi 108,540 m³, a sa istim brojem UG i učešćem kosupstrata od 20% iznosi 233,904 m³. Tako dobijamo povećanje od 115%.

Slika 3 prikazuje zavisnost između ukupnih troškova projekta, procenta zasupljenosti kosupstrata u fermentu i broja UG krava muzara. Najbrže povećanje fiksnih troškova ima kriva sa učešćem kosupstrata od 30%, a najsporije kod digestije samo tečnog kravljeg stajnjaka. To je i logično sobzirom da povećano učešće kosupstrata zahteva i veću zapreminu digestora i CHP jedinice čije je učešće u ukupnim troškovima projekta najveće. Tabela 5 prikazuje prosečno ulaganje po jednom UG krave muzare za 5,596 UG.

	Procenat kosupstrata			
	0%	9%	20%	30%
€ po jednom UG	475	632	714	793

Tabla 5 - Prosečno ulaganje po jednom UG

6. UREDBA O PODSTICAJNIM TARIFAMA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ OIE

Uredba Vlade Republike Srbije od 01.01.2010.god. bliže propisuje mere podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE. Takođe je uredbom definisana elektrana na biogas i to kao elektrana koja koristi gas nastao iz ostataka u poljoprivredi (tečni stajnjak i izmet sa stočarskih i životinjskih farmi), iz biomase i iz ostataka biomase nastalih primarnom preradom poljoprivrednih proizvoda (instalisanе snage do 10 MW sa ugovorom na period od 12 godina). Otkupne cene izražene u evrocentima po kilovat času date su u tabeli 6.

	BIOGAS	
Investicije	3,500-4,500 €/kW	
Broj sati	6,500 h/god	
Troškovi goriva	/	
Troškovi pogona i održavanja	5.7-6.5%	
Radni vek	25 godina	
Otkupna cena (c€/kWh)	Instalisani kapaciteti	Cena
	Do 200 kW	16
	200 kW-2 MW	16.444-2.222•R(MW)
	Preko 2 MW	12

Tabla 6 - Podsticajne cene električne energije proizvedene iz OIE [5]

7. ZAKLJUČAK

Sa žaljenjem možemo da kažemo da Srbija ni približno ne koristi sve prirodnom date resurse, a kada se ovome doda i brzi napredak svetske nauke i tehnologije, kao što je anaerobna digestija, situacija postaje još teža. Kao što je prikazano u analizi usitnjenost poljoprivrednih gazdinstava je jedan od većih problema. Nepovoljna ekonomska situacija, otežena skupim kreditima ni malo ne olakšava zainteresovanim farmerima iskorišćenje stajnjaka sa svojih farmi. Sobzirom da 43% svih registrovanih farmi krava muzara na teritoriji Srbije pripadaju kategoriji od 0-150 UG nije povoljna otplata kredita kod poslovnih banaka i prevelika su ulaganja za tako mali broj krava. Zato je i najveći problem investiranje u sisteme za proizvodnju biogasa. Cilj je stvoriti anaerobni sistem koji sam sebe može da izdržava i relativno brzo otplati. Zato je potrebno u postupke anaerobne digestije kravljeg stajnjaka uvek uvesti kosupstrat. Kao jedan od svetlih primera uvođenja AD na farmi krava u Republici Srbiji jeste raspisivanje tendera (oktobar 2009.godine) poljoprivrednog preduzeća PIK Bečej o izgradnji biogas postrojenja snage 1 MW na farmi "Zalivno polje". Proizvodnja biogasa je na navedenoj farmi pre postojala, ali je period sankcija i otežano održavanje opreme uslovio prestanak rada anaerobnog postrojenja. Konkretno problem bio je deo za desumporizaciju. Izgleda da su se tek danas stekli minimalni uslovi za pokretanje postupka anaerobne digestije.

Vlada Republike Srbije u svojoj podsticajnoj politici prema proizvodnji biogasa dosta kasni u odlukama i stimulisanim tarifama. Za potpunije korišćenje potencijala za proizvodnju biogasa sa farmi krava muzara potrebna je mnogo hrabrija i energičnija aktivnost same vlade i nadležnih ministarstava.

LITERATURA

- [1] Denis A. Burke P.E. "Dairy Waste Anaerobic Digestion Handbook", EEC, June 2001.
- [2] S.Vukadinović, J.Popović, "Matematička statistika", Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni Fakultet, Beograd 1996.
- [3] "Planning and installing bioenergy systems : a guide for installers, architects and engineers", German Solar Energy Society (DGS) and Ecofys, James & James (Science Publishers) Ltd, 2005.
- [4] T.Al Seadi, D.Rutz, "Handbook of biogas" ISBN 978-87-992962-2-4, IEE, 2008.
- [5] D.Stojanović "Ministarstvo rudarstva i energetike", Investment in Bioenergy in Serbia, Novi Sad, September 07, 2009.