

# PROIZVODNJA, ANALIZA KORIŠĆENJA I FINANSIRANJE BIOGAS PROJEKATA

## PRODUCTION, ANALYSIS OF USE AND FINANCING BIOGAS PROJECTS

Sanja Marković | Visoka poslovna škola strukovnih studija "Prof. dr Radomir Bojković" Kruševac |  
sanja.markovic@indmanager.edu.rs

### Sažetak

Rast svetske ekonomije i populacije na globalnom nivou rezultirao je enormnom potrošnjom fosilnih goriva, zagađenjem životne sredine, povećanjem emisije gasova staklene bašte i sve evidentnijim klimatskim promenama. U sklopu globalne inicijative za intenzivnije korišćenje obnovljivih izvora energije (OIE), sredinom prošlog veka počinje sve veće korišćenje biogasa, posebno u ruralnim oblastima Kine i Indije (direktna upotreba za kuvanje i rasvetu), a krajem prošlog veka i u Evropi u kogeneracionim biogas postrojenjima (za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije), napajanje (utiskivanje) mreže prirodnog gasa, za napajanje vozila ili za gorivne ćelije. Sa ciljem podsticanja investicija u oblasti korišćenja OIE, Vlada Republike Srbije je donela uredbu o podsticajnim merama za proizvodnju električne energije iz OI i izdala vodič za investitore za izgradnju postrojenja i proizvodnju električne/toplotne energije iz biomase. Osim što korišćenje biogasa ima niz socioekonomskih i ekoloških prednosti, sve strože granične vrednosti emisija gasova staklene bašte u atmosferu, koje zahtevaju primenu sve naprednijih tehnologija, daju prednost korišćenju biogasu kao OIE.

### Abstract

The growth of the global economy and population at global level has resulted in enormous consumption of fossil fuels, environmental pollution, increased greenhouse gas emissions and evident climate changes. In the context of the global initiative for more intensive uses of renewable energy sources (RES), in the middle of the last century, the increasing use of biogas began, especially in rural areas of China and India (direct use for cooking and lighting). At the end

of the last century, in Europe biogas was used in cogeneration biogas plants (which combined heat and power production), supplying (injection) the natural gas network for vehicle powering or for fuel cells. In order to stimulate investments in the field of RES, the Government of the Republic of Serbia has adopted the Regulation on Incentive Measures for the Production of Electricity from the RES and issued a Guide for Investors on the Construction of Plants and Production of Electricity / Heat from Biomass. In addition to the use of biogas with a range of socioeconomic and environmental benefits, the increasingly stringent emission limit values for greenhouse gases in the atmosphere, which requires the use of increasingly advanced technologies, gives priority to the use of biogas as an RES.

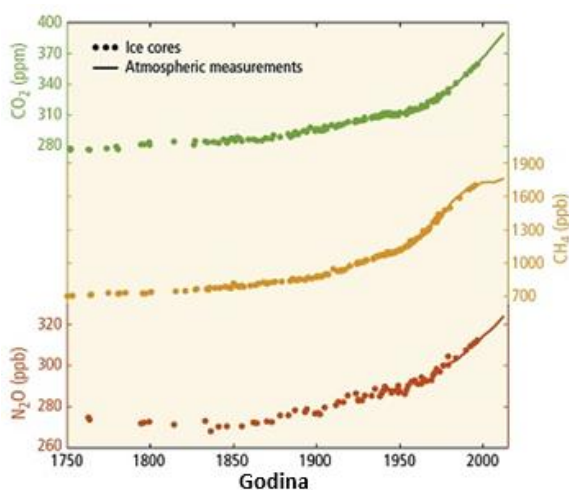
**Ključne reči:** metan, biogas, anaerobna digestija, električna energija, finansiranje projekata

**Keywords:** methane, biogas, anaerobic digestion, electricity, project financing

### 1. Uvod

Sve češći ekstremni događaji u svetu: oluje, razorni uragani, katastrofalne poplave, talasi tropskih vrućina, suše, veliki požari, ubrzano topljenje leda na polovima i glečerima, ukazuju da će klimatske promene u budućnosti imati sve veći uticaj na život na Zemlji. Iako naučnici ističu da se tokom geološke istorije klima menjala od hladnih perioda (glacijali) do toplih perioda (interglacijali), većina se slaže da je evidentno da se klimatske promene dešavaju, te da se sastav atmosfere menja kao rezultat antropogenog zagađivanja,

naročito u periodu nakon industrijske revolucije. Prema analizama Međunarodnog panela za klimatske promene (*Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC*), prosečna srednja globalna temperatura se u odnosu na 1750. g. povećala za 0,85°C kao posledica antropogenih aktivnosti.[1] Da su klimatske promene usko povezane sa emisijom gasova staklene bašte dovoljno govori podatak da koncentracije nekih gasova staklene bašte značajno rastu od 1750.g: ugljen-dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) i azot oksida (N<sub>2</sub>O) (40%, 150% i 20%) (slika 1), tj. imaju najveću vrednost za poslednjih 800.000 godina.[1]



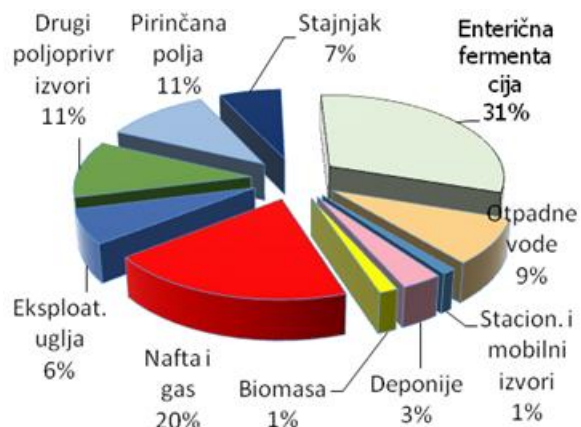
Slika 1. Prosečne koncentracije gasova staklene bašte na globalnom nivou [1]

Dominantni gasovi koji stvaraju efekat staklene bašte u atmosferi i njihove relativne količine su: vodena para H<sub>2</sub>O (36-70%), ugljen-dioksid CO<sub>2</sub> (9-26%), metan CH<sub>4</sub> (4-9%), azot oksid N<sub>2</sub>O (3-7%), ali je evidentno i postojanje gasova (ozon O<sub>3</sub>, perfluorouglenik PFC, sumporheksafluorid SF<sub>6</sub>, hlorofluorouglovodonik HFC,) koji se u atmosferi nalaze u tragovima.[2] Smatra se da su za rast srednje globalne temperature odgovorni CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> (metan sa oko 20%).[3]

## 2. Uticaj metana na klimatske promene

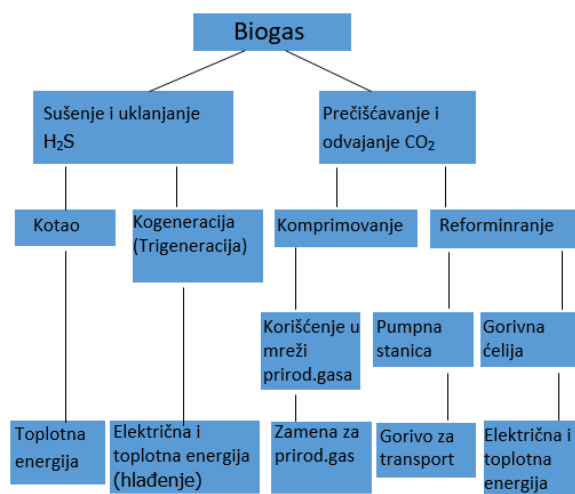
Iako često izostavljan u debatama o klimatskim promenama, metan ima i do 28 puta intenzivniji efekat na globalno zagrevanje od CO<sub>2</sub>. Velike količine CH<sub>4</sub> nastaju iz prirodnih izvora koje nije uvek lako identifikovati: anaerobna razgradnja

organskih materija sa dna močvara, gasni hidrat iz okeana i mora, želudac preživala, aktivnost termita, vulkanske erupcije,[20] mada je, kao što je već navedeno, evidentan sve veći uticaj antropogenih izvora koji su prikazani na slici 2. Najveći antropogeni izvori metana su: poljoprivredna proizvodnja (53%), energetika (28%) i deponije (19%).[3]



Slika 2. Antropogene emisije metana u zavisnosti od izvora zagađenja [3]

Prateći koncentraciju CH<sub>4</sub> u atmosferi tokom poslednje dve decenije, zapaženo je da je u periodu od 2000.-2006.g. zaustavljen rast koncentracije, ali da nakon 2014. g. koncentracija CH<sub>4</sub> u atmosferi ponovo naglo raste. Uzrok navedene pojave još uvek nije poznat.



Slika 3. Mogućnosti korišćenja biogasa u energetske svrhe [4]

Osnovna komponenta biogasa (koji pripada grupi gorivih gasova) je metan, čiji zapreminski udeo utiče na toplotnu vrednost biogasa, mada se osobine i sastav biogasa menjaju u zavisnosti od uslova anaerobne

digestije i vrste ulaznog materijala (supstrata). U cilju sprečavanja direktne emisije  $\text{CH}_4$  u atmosferu, podstiče se izgradnja biogas postrojenja u kojima bi se proizvodila toplotna, odnosno kod kogeneracionih postrojenja - električna i toplotna energija, kao i gorivo za transport, ili bi se biogas (koji je predhodno utisnut u mrežu prirodnog gasa) koristio kao zamena za prirodni gas. (Slika 3) Trenutno, biogas se u svetu najčešće koristi u kogeneracionim postrojenjima za proizvodnju električne energije sa istovremenim korišćenjem otpadne toplote.[5]

### 3. Biogas kao energent

Biogas je obnovljiv izvor energije koji nastaje kao rezultat mikrobioloških operacija i reakcija organskih materija u anaerobnim uslovima (uslovima bez prisustva kiseonika) i uz prisustvo anaerobnih vrsta bakterija. Anaerobne bakterije razgrađuju organsku materiju, a kao proizvod procesa nastaje biogas, toplota i ostatak fermentacije (digestat) koji se nije transformisao u biogas, a koji se može pretvoriti u đubrivo visokog kvaliteta, koje može da se distribuira po poljoprivrednim površinama. [4] U zavisnosti od mesta gde nastaje (mulj močvara, dno bara, deponije itd.), za biogas se često koriste nazivi: barski gas, močvarski gas, deponijski gas i slično. Biogas je inače mešavina gasova, pri čemu najveći udeo od gorivih gasova ima metan ( $\text{CH}_4$ ) (50–75%  $v/v$  zapreminskog udela u ukupnoj zapremini proizvedenog biogasa), a od negorivih gasova: ugljen-dioksid ( $\text{CO}_2$ ) (35–50%  $v/v$ ) i azot ( $\text{N}_2$ ) (<2%  $v/v$ ). [4,5,8,9] Osim navedenih gasova, tipičan sastav biogasa čine i sledeće komponente (sastojci): vodonik ( $\text{H}_2$ ), kiseonik ( $\text{O}_2$ ) (<1%), vodonik-sulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (0,005-2%), amonijak ( $\text{NH}_3$ ) (<1%) i ugljen-monoksid ( $\text{CO}$ ) (<0,6%).[8,10] Zapreminski udeli komponenata biogasa u zavisnosti od ulazne sirovine za proizvodnju biogasa (supstrata) prikazani su u tabeli 1. U zavisnosti od načina nastanka, biogas može sadržati i: vodu, čestice prašine, siloksane, aromatična i halogena jedinjenja, isparljive ugljovodonike (masne kiseline i alkohole), ali je količina navedenih jedinjenja veoma niska u poređenju sa  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$ .

Tabela 1. Zapreminski udeli komponenata biogasa u zavisnosti od supstrata [11]

Biogas	Deponije	Digestor otpadnih voda	Digestor organ. otpada
$\text{CH}_4$ (%)	45-62	58-65	60-70
$\text{CO}_2$ (%)	24-40	33-40	30-40
$\text{N}_2$ (%)	1-17	1-8	1
$\text{O}_2$ (%)	1-2,6	<1	1-5
$\text{H}_2\text{S}$ (ppm)	15-427	0-24	10-180
Benzen $\left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}\right]$	0,6-35,6	0,1-0,3	0,1-1,1
Toluen $\left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}\right]$	1,7-287	2,8-11,8	3-7

#### 3.1 Proces anaerobne digestije, sirovine i potrebni uslovi za proizvodnju biogasa

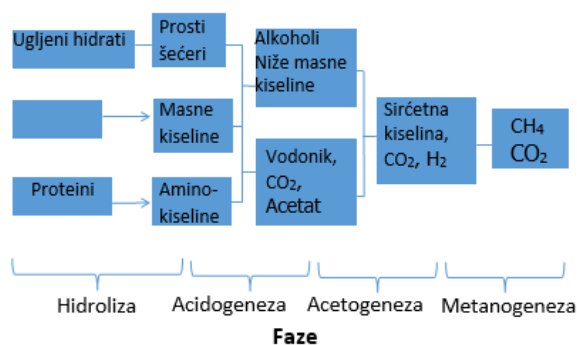
Anaerobni tretman za proizvodnju biogasa u kontrolisanim uslovima je veoma pogodan način da se zbrinu:

- stajnjak sa farmi (čvrsti i tečni)
- komunalne otpadne vode
- komunalne organske frakcije otpada (biorazgradivi otpad iz parkova i bašti) i hrana kojoj je istekao rok trajanja (iz menzi, supermarketa, restorana itd.)
- otpad iz prehrambene industrije (pivara, vinarija, prerade voća, mlekara, industrije celuloze, šećerana, alkohola)
- organski klanični otpad
- energetske biljke (silaza kukuruza i trave, sirak, repa).

Anaerobna digestija predstavlja kompleksan niz mikrobioloških procesa koji mogu biti opisani kroz četiri faze (Slika 4):

1. Hidroliza
2. Acidogeneza (kiselinska faza)
3. Acetogeneza (sirćetna faza)
4. Metanogeneza faza. [4,9,22]

U svakoj od navedenih faza deluju različite vrste bakterija. Svakoj vrsti bakterija međutim, odgovaraju različiti uslovi, pri čemu bakterijama u metanogenoj fazi (*Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanococcus*, *Methanomicrobium* i to više sojeva navedenih bakterija) koje se slabo razmnožavaju, najmanje odgovaraju promene spoljnih uslova, usled čega se (da bi se postigla stabilnost procesa i najveći prinos biogasa) uslovi celokupnog procesa anaerobne digestije prilagođavaju uslovima koji odgovaraju baš ovim bakterijama.



Slika 4. Četiri faze anaerobne digestije [4, 9]

Prva faza procesa anaerobne digestije (hidroliza) počinje degradacijom kompleksnih organskih jedinjenja (ugljeni hidrati, masti, proteini), oslobađanjem enzima materija koji se razlažu na jednostavnija organska jedinjenja kao što su: prosti šećeri, masne i amino kiseline. Hidroliza je najsporija faza, na osnovu koje se određuje brzina celokupnog procesa anaerobne digestije. [22] Već je navedeno da organski sastav supstrata direktno utiče na prinos biogasa i njegov sadržaj metana, s obzirom na to da različiti supstrati imaju različitu stopu degradacije u zavisnosti od sadržaja: masti, ugljenih hidrata i proteina. Masti npr. generalno obezbeđuju najveći prinos biogasa, ali zahtevaju dugo vreme zadržavanja u digestoru, što zavisi od temperaturskog režima u kojem se odvija proces. Ugljeni hidrati (obično šećeri) su prisutni u svim supstratima - npr. nusproizvodi iz proizvodnje hrane i prerade voća i povrća. Celuloza je najrasprostranjenije organsko jedinjenje na Zemlji i predstavlja veliki potencijal za proizvodnju biogasa, uprkos tome što se teško razgrađuje. Proteini se mogu naći u svim organskim supstratima. Primeri

organskog otpada sa visokim sadržajem proteina su: otpad iz klanične industrije, stajnjak sa farmi svinja i peradi, silaža iz etanolske industrije. Otpadne vode iz domaćinstva i hrana kojoj je istekao rok trajanja takođe sadrže proteine, ali u manjim količinama. Supstrati koji su bogati proteinima stvaraju relativno veliku količinu metana u biogasu. [12]

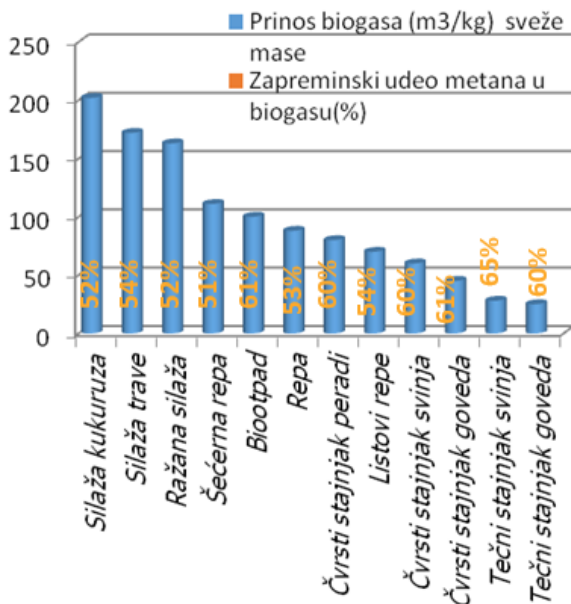
U fazi acidogeneze (kiselinske faze)bb prosti šećeri, masne kiseline i amino-kiseline se dalje razgrađuju uglavnom na: vodonik, CO<sub>2</sub> i acetat (oko 70%), a manjim delom (oko 30%) na alkohole i niže masne kiseline (sirćetna, buterna). S obzirom na to da se produkti acidogeneze ne mogu direktno transformisati u metan uz pomoć metanogenih bakterija, oni se transformišu u metanogeni supstrat. Tokom faze acetogeneze (sirćetne faze), niže masne kiseline i alkoholi oksidiraju u metanogeni supstrat - sirćetne kiseline, ugljen-dioksida i vodonika. Metanogeneza je proces u kome pod uticajem metanogenih bakterija nastaje metan iz sirćetne kiseline (oko 70%) ili ugljen-dioksida i ugljenika (30%). Navedeno je već da je metanogeneza „najosetljivija“ faza anaerobne digestije, tokom koje na aktivnost bakterija (pravilno odvijanje procesa) utiču različiti procesni parametri: fizički, hemijski i mikrobiološki (kvalitet metanskih bakterija). Ovi parametri zavise od: supstrata koji se koristi, tehničkog izvođenja postrojenja i uslova rada postrojenja. Fizički procesni parametri koji određuju stabilnost procesa su: obezbeđenje anaerobnih uslova, krupnoća i vrsta materijala, mešanje supstrata, temperatura i vreme zadržavanja supstrata u digestoru. Treba navesti i podatak da postoje tri temperaturna opsega (režima) u kojima se vrši proces anaerobne digestije:

- psihofilni režim (ostvaruje se samozagrevanjem sa temperaturom procesa ispod 25°C)
- mezofilni režim u kom radi najveći broj digestora (temperature procesa 32-42°C)
- termofilni režim (temperature procesa 50-57°C), [4]

Takope, rad postrojenja ne bi bio ekonomičan ukoliko bi se nameravalo da se



u sistemu izvrši potpuna razgradnja supstrata, jer bi vreme trajanja ciklusa bilo ispluće dugačko. Na osnovu dosadašnje prakse preporučuje se da vreme digestije traje do razgradnje 48-65% supstrata.[13] Hemijski procesni parametri su: pH vrednost u digestoru, prisustvo amonijaka, odnos ugljenika i azota (C/N), kao i odnos suve organske materije i vode u supstratu. Na slici 5 prikazane su aproksimativne vrednosti prinosa biogasa i sadržaj metana iz različitih supstrata.

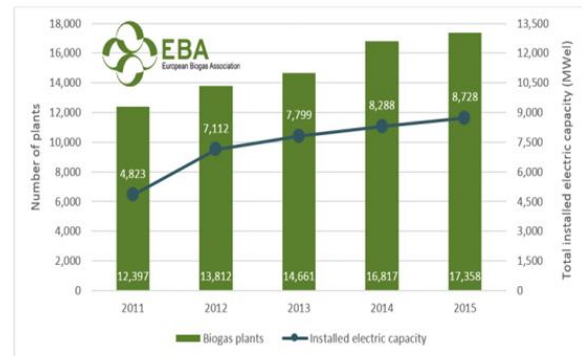


Slika 5. Prinos biogasa i sadržaj metana u različitim supstratima [8]

#### 4. Analiza stanja korišćenja biogasa u Evropi i svetu

Upotreba anaerobnog tretmana stajnjaka i poljoprivrednog otpada široko je rasprostranjena u ruralnim područjima Kine, Indije i Brazila, sa nekoliko miliona niskoproduktivnih biogas postrojenja koja se koriste za proizvodnju toplotne energije, kuvanje i rasvetu. Većina postrojenja za biogas u Aziji takođe koristi jednostavne tehnologije koje se lako projektuju, a sastoje se od jednostavnog digestora (rupa obložena plastičnom folijom ili ciglom i prekrivena ciradom u kojoj se sakuplja metan) koji je cevima povezan sa stajom. Procenjuje se da je 2006. g. u Kini (gde se potencijal biogasa procenjuje na 145.000.000.000 m<sup>3</sup>) postojalo 18.000.000 biogas digestora u ruralnim domaćinstvima, a u Indiji trenutno radi oko 5.000.000 biogas postrojenja.

Prema podacima koje je u izveštaju iz 2015. g. objavilo Evropsko udruženje za biogas (*European Biogas Association - EBA*), ukupan broj instaliranih biogas postrojenja u Evropi iznosio je 17.358 (slika 6), što je gotovo 3 puta više nego 2009. g., kada je bilo instalirano oko 6.000 biogas postrojenja. Ukupni instalirani kapaciteti biogas postrojenja na kraju 2015.g. iznosili su 8.728 MW<sub>el</sub>, što predstavlja rast od gotovo 45% u odnosu na 2011. godinu.



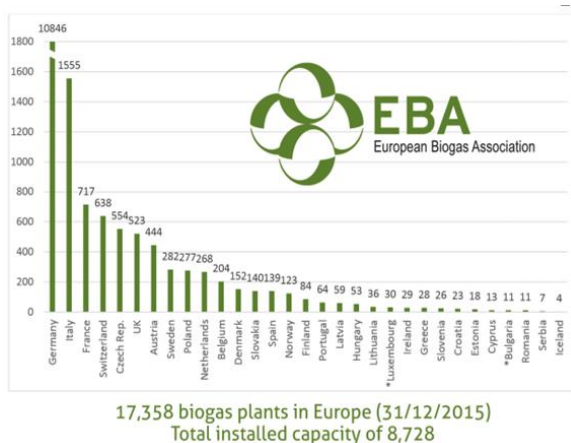
Number of biogas plants and total installed capacity in Europe 2011 - 2015

Slika 6. Broj biogas postrojenja i ukupan instalirani kapacitet u evropskim zemljama u periodu od 2011-2015 [14]

Tokom poslednje decenije sektor biogasa u Evropi beleži začajan rast, podstaknut različitim podsticajnim merama za proizvođače koji koriste obnovljive izvore energije (OIE): u Nemačkoj npr. podsticajnim otkupnim cenama za proizvođače energije iz OIE, koje važe za period do 20 godina tzv. "feed-in" tarifama. Iako električna energija koja je proizvedena iz OIE u Nemačkoj ima prioritet u pogledu priključivanja, prenosa i kupovine, vlasnik biogas postrojenja ipak mora sam da prodaje generisanu energiju. U Velikoj Britaniji se proizvodnja u biogas postrojenjima podstiče sertifikatima o obligacionim obavezama korišćenja OIE i "feed-in" tarifama, a u Švedskoj sistemom poreskih olakšica. Kao rezultat primene podsticajnih mera u Velikoj Britaniji su krajem 2015. g. bila instalirana 523 biogas postrojenja, što je značajan porast u odnosu na 2011. g., kada je postojalo samo jedno takvo postojenje. [15]

Prema podacima koji su dostupni na sajtu EBA, lider u Evropi prema broju izgrađenih biogas postrojenja je Nemačka sa 10846 postrojenja, slede Italija (1551 postrojenja), Francuska (717 postrojenja), Švajcarska

(638 postrojenja). (Slika 7) Sa dijagrama se može zaključiti da sve Evropske zemlje zajedno imaju tek 60% od ukupno instaliranih kapaciteta biogasa postrojenja u Nemačkoj. Najveći deo proizvodnje biogasa iz ovih postrojenja namenjen je za napajanje ili nadograđivanje postojeće mreže prirodnog gasa.



Slika 7. Ukupno instalirani kapaciteti biogasa postrojenja u Evropskim zemljama do kraja 2015.godine [14]

Nedavno su se i države zapadnog Balkana uključile u izgradnju biogasa postrojenja i ponudile značajan razvojni potencijal, među kojima i Srbija. Na osnovu izveštaja EBA iz 2014. g., i pored značajnog porasta broja biogasa postrojenja u Evropi, očekuje se intenziviranje ovog trenda u narednih 10-15 godina. Naime, na nedavnoj konferenciji u Briselu, Evropsko udruženje za biogas istaklo je da bi do 2030. g. proizvodnja biogasa mogla da dostigne 10% od trenutne potrošnje prirodnog gasa u EU (prema Eurostat-u potrošnja prirodnog gasa u EU-28 iznosi 17.903.000.000.TJ) [16]

## 5. Analiza stanja korišćenja biogasa u Srbiji

Na osnovu podataka Nacionalnog akcionog plana za korišćenje OIE (dokument kojim se predviđaju ciljevi korišćenja OIE do 2020. g.,) predviđa da će 2020. g. Srbija proizvoditi 225 GWh električne energije iz novih biogasa postrojenja, što čini 6,2% od ukupno planirane proizvodnje električne energije iz OIE u 2020.g., odnosno da će biti izgrađeno 30MW novih kapaciteta biogasa postrojenja. U istom dokumentu takođe je predviđeno da je u sektoru grejanja i hlađenja potrebno

ostvariti 10 ktoe energije. Korišćenje biogasa isključivo za dobijanje toplotne energije u Srbiji međutim nije isplativo, s obzirom na to da bi cena biogasa postrojenja za dobijanje toplotne energije bila ista kao i cena kogeneracionog postrojenja, a cena toplotne energije na tržištu je znatno niža od cene električne energije, pa bi samim tim i prihodi bili niži. Da bi se dostigli postavljeni ciljevi, a u cilju podsticanja investicija u sektor OIE i smanjenja rizika u njihovo ulaganje, Vlada Republike Srbije je donela uredbu o podsticajnim merama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i iz visokoefikasne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije. Ovom uredbom se bliže opisuju predviđene podsticajne otkupne cene za električnu energiju proizvedenu iz OIE (tzv. „feed-in“ tarife). Podsticajne otkupne cene za električnu energiju iz OIE se utvrđuju na svake 3 godine. U tabeli 2 su date podsticajne otkupne cene za električnu energiju proizvedenu u biogasa postrojenjima, a koje važe do 31. decembra 2018. godine. Da bi se podstaklo investiranje sredstava u biogasa postrojenja, visine tarifa za električnu energiju proizvedenu u elektranama na biogas u poslednjoj uredbi su uvećane u odnosu na tarife iz uredbi iz 2011.godine.

Tabela 2. Podsticajne otkupne cene („feed-in“ tarife) za biogas u vezi sa Uredbom o podsticajnim cenama [17]

Vrsta elektrane	Instal. snaga (MW)	Podsticajna otkupna cena (c€/kWh)
1. Elektrane na biogas	0 do 2	18,333-1,11*P
2.	od 2 - 5	16,85-0,370*P
3.	preko 5	15
4. Elektrane na deponijski gas i gas iz postrojenja za tretman otpadnih voda		8,44

P - Instalirana snaga elektrane, odnosno dela elektrane, izražena u MW<sub>el</sub>

Ministarstvo energetike, razvoja i životne sredine Republike Srbije je u saradnji sa UNDP-om (Program Ujedinjenih nacija za razvoj) tokom 2012.g. izdalo 6 vodiča

namenjenih investitorima i stručnjacima koji rade na razvoju projekata za izgradnju postrojenja i proizvodnju električne/toplotne energije iz OIE, između ostalih i za proizvodnju električne energije iz biomase u Republici Srbiji. U vodiču je prikazan redosled nepophodnih faza kroz koje treba da prođe investitor tokom izgradnje biogas postrojenja. Da bi se u Republici Srbiji izgradio i koristio bilo koji objekat, pa i objekat postrojenja na biogas, neophodno je da se ispune sledeći uslovi:

- pribavljanje energetske dozvole
- pribavljanje lokacijske dozvole
- pribavljanje građevinske dozvole
- građenje objekta i
- tehnički pregled objekta i pribavljanje upotrebne dozvole.<sup>[18]</sup>

Investitori koji su stekli pravo povlašćenog proizvođača električne energije i koji svoja sredstva ulažu u elektrane na biogas ostvaruju pravo na podsticajne otkupne cene u periodu od 12 godina. „Feed-in“ tarifa za električnu energiju iz postrojenja koja koriste biogas je od 1,7-3,5 puta veća od prosečne tržišne cene električne energije koja iznosi 6,4 din/kWh. Na sajtu Ministarstva energetike nalazi se spisak povlašćenih proizvođača električne energije ažuriran 27.03.2017. godine (Tabela 3)

Tabela 3. Spisak povlašćenih proizvođača električne energije iz biogas postrojenja u Srbiji [19]

Proizvođač	Supstrat	Instal. snaga (MW)
"Alltech " Serbia AD - Senta	Mulj iz postrojenja za tretman otpadnih voda	1,738
Mlekara d.o.o Lazar- Blace	Stajnjak i otpad iz industrijske prerade mleka	0,999
Privredno društvo Mirotin Energo doo – Vrbas (Mirotin1)	Stajnjak, silaža kukuruza	0,99
Global Seed d.o.o, Čurug	Stajnjak, silaža kukuruza	0,635
Privredno društvo Mirotin Energo doo – Vrbas (Mirotin2)	Stajnjak, silaža kukuruza	0,5

Bioelektrana d.o.o Botoš	Silaža	0,6
Gakovac doo. -Stara Moravica Bačka Topola	Stajnjak, organski otpad i silaža	2
Biogas Energy Alibunar	Silaža –kukuruz, stajnjak, ječam	3,57
BGS GAMA BP, Bač	Silaža, stajnjak, ostaci voća i povrća	0,65
BGS GAMA BP, Bač	Silaža- sirka, stajnjak, ostaci polj. proizvodnje	0,65
Global Seed d.o.o. Global Seed 2	Stajnjak, silaža kukuruza	0,635

Treba navesti i podatak da postoje propisane kvote za elektrane na biogas i biomasu koje će važiti do 2020. g. i koje iznose ukupno 143 MW, od čega kvota za elektrane na biogas iznosi 30MW. Kvote su inače naziv za zbirni kapacitet svih elektrana (u ovom slučaju za biogas) koji će biti podržan merama podsticaja i važiti sve do onog trenutka dok važi Uredba o uslovima i postupku sticanja statusa povlašćenog proizvođača. Prema podacima Ministarstva energetike, razvoja i životne sredine R. Srbije, do sada je iskorišćeno 12,967MW kvota za elektrane na biogas.

## 6. Finansiranje projekata za izgradnju biogas postrojenja

Iako u Srbiji generalno postoji pozitivno deklarisanje po pitanju korišćenja biogasa i uopšte prema korišćenju OIE, postoje još uvek značajne barijere koje se pre svega odnose na: ograničene finansijske mogućnosti krajnjih korisnika za investiranje usled negativnih makroekonomskih trendova, nedostatak iskustva i informacija o izgrađenim i testiranim postrojenjima, neisplativost investicija u relativno kratkom vremenskom periodu, usitnjenost poljoprivrednih gazdinstava u Srbiji u odnosu na zemlje članice EU itd. Još uvek su nerazvijeni finansijski mehanizmi za finansiranje projekata biomase uopšte, a jedini finansijski mehanizmi koji postoje su lično finansiranje - iz ličnih sredstava investitora ili krediti.

Načini finansiranja projekata biogas postrojenja u Evropskoj Uniji se razlikuju od

države do države, ali se u osnovi koriste dugoročni krediti niskih kamatnih stopa, dok se hipotekarni krediti retko kada koriste za ove svrhe. Kao najpogodnija vrsta kredita za finansiranje biogas postrojenja u EU su dugoročni krediti sa otplatom kredita u anuitetima, sa periodom otplate dužim od 20 godina. U Danskoj npr. projekti za izgradnju biogas postrojenja se finansiraju sredstvima iz dugoročnih kredita sa otplatom u anuitetima, za koje garancije daju opštine. U prethodnom periodu su se u Danskoj za izgradnju biogas postrojenja dobijale državne subvencije, koje su činile do 30% investicionih troškova. Analizu ekonomičnosti biogas postrojenja u Danskoj prikazali su Al Sahidi i ostali autori. Oni navode da su vlasnici biogas postrojenja u Danskoj obično poljoprivrednici (pojedinaac, odnosno udruženje poljoprivrednika) ili opštine i da uspešan projekat kogeneracionog biogas postrojenja zavisi od: operativnih troškova kogeneracionog biogas postrojenja, načina održavanja, sopstvene potrošnje električne energije, prosečnog radnog vremena osoblja zaposlenog na poslovima snabdevanja i održavanja biogas postrojenja. Na uspeh projekta utiču takođe i faktori koji se ne mogu kontrolisati, kao što su: cene sirovina na svetskom tržištu (npr. cene energetske biljake), podsticajne tarife električne energije, pristup elektrodistributivnoj mreži i sl. Na osnovu podataka iz GIZ DKTUI (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ)) programa koji traje do kraja 2017.g. u Srbiji, a koje finansira Nemačko savezno Ministarstvo za međunarodnu saradnju i razvoj (BMZ), prosečni investicioni troškovi biogas postrojenja snage 75 kW<sub>el</sub> iznose 9000 €/kWh, dok bi za kogeneraciono postrojenja iste snage iznosili 1700 €/kWh. Za biogas postrojenje snage 1000 kW<sub>el</sub> prosečni investicioni troškovi bi iznosili oko 3.500 €/kWh, dok bi za kogeneraciono postrojenja iste snage iznosili oko 800€/kWh.<sup>[20]</sup>

## **7. Zaključak**

S obzirom na to da poljoprivredna proizvodnja, a posebno stočarstvo, učestvuje sa gotovo 50% od ukupnih emisija metana u atmosferu<sup>[21]</sup>, a da se kao supstrat za proizvodnju biogasa uglavnom koriste

nusproizvodi iz poljoprivredne proizvodnje (čvrsti i tečni stajnjak) i energetski usevi, osnovna prednost korišćenja biogasa svakako je smanjenje emisije metana u atmosferu (koji bi nastao skladištenjem netretiranog stajnjaka), čime se umanjuje njegov negativan uticaj na klimatske promene. U biogas postrojenjima se anaerobnom digestijom supstrata uklanja neprijatan miris i sprečava zagađenje okolnog zemljišta, podzemnih voda i vodotokova. Za razliku od vetroelektrana, solarnih elektrana ili hidroelektrana, proizvodnja električne energije iz biogasa omogućava stabilno i kontinuirano snabdevanje električnom/ toplotnom energijom. Osim toga, proizvodnjom energije iz OI smanjuje se korišćenje fosilnih goriva, a samim tim i energetska zavisnost, podstiče se ruralni razvoj i zapošljavanje lokalnog stanovništva u različitim oblastima od poljoprivrede (proizvodnja, sakupljanje i skladištenje supstrata) do industrije (proizvodnja tehničke opreme, izgradnja, rad i održavanje biogas postrojenja).

## **Bibliografija**

1. Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2014: Synthesis Report, World Meteorological Organization (WMO), 2015.,
2. Russel R., The greenhouse effect and greenhouse gases. Windows to the Universe: University Corporation for Atmospheric Research; 2007.,
3. Yusuf R.O., Noor Z.Z., Abba A.H., Ariffin Abu Hassan M., Methane emission by sectors: A comprehensive review of emission sources and migration methods, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012., 16; pp. 5059-5070,
4. Martinov M., Kovacs K., Đatkov Đ., Biogas tehnologija, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2012.,
5. Miltner M., Makaruk A., Harasek M., Review on available biogas upgrading technologies and innovations towards advanced solutions, Journal of Cleaner Production, 2017., 161: pp. 1329-1337



6. Scholwin F, Liebetrau J, Edelman W., Biogaszeugung und -nutzung. In Energieaus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren, Springer, Dordrecht/ Heidelberg/London /New York., 2009., 16: pp. 851-931.
7. Nakomčić-Smaragdakis B., Čepić Z., Dragutinović N., Šljivac D., Korišćenje kogenerativnog biogas postrojenja u cilju smanjenja zagađenja životne sredine, Međunarodna Naučna Konferencija ETIKUM, Novi Sad, 2013.
8. Allegue L.B., Hinge J., Report -Biogas and bio-syngas upgrading, Danish Technological Institute, 2012.,
9. Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Köttner M., Finsterwalder T., Volk S., Jannsen R., Biogas handbook, University of Southern Denmark Esbjerg, 2008.,
10. Sun Q., Li H., Yan J., Liu L., Yu Z., Yu X., Selection of appropriate biogas upgrading technology-a review of biogas cleaning, upgrading and utilization, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015., 51: pp. 521–532
11. Khan I.U., Othman M.H.Dz., Hashim H., Matsuura T., Ismail A.F., Arzhandi M.R-D., Wan Azelee I., Biogas as a renewable energy fuel – A review of biogas upgrading, utilization and storage, Energy Conversion and Management 2017., 150: pp.277-294
12. Hagos K., Zong J., Li D., Liu C., Lu X., Anaerobic co-digestion process for biogas production: Progress, challenges and perspectives, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017., 76: pp.1485-1496
13. Lambić M., Termotehnika sa energetikom, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" u Zrenjaninu, 1998.,
14. <http://european-biogas.eu/biogas/> (pristupljeno 5.9.2017.)
15. Lambert M., Biogas: A significant contribution to decarbonizing gas markets? The Oxford Institute for Energy studies, 2017.
16. EBA Workshop: Contribution of biogas towards European renewable energy policy beyond 2020, 2017.
17. Uredba o podsticajnim merama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i iz visokoeffikasne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije, Službeni glasnik RS, br.55/05,71/05
18. Lepotić Kovačević B., Stojiljković D., Lazarević B., Izgradnja postrojenja i proizvodnja električne/toplotne energije i biomase, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, 2013.,
19. [http://www.mre.gov.rs/doc/registar29.03.17.html#Sec\\_Biogas](http://www.mre.gov.rs/doc/registar29.03.17.html#Sec_Biogas) (pristupljeno 18. aprila 2017.)
20. <https://www.nasa.gov/vision/earth/look-into-earth/methane.html> (pristupljeno 18. septembra 2017.)
21. Mosier A, Duxbury J, Freney J, Heinemeyer O, Minami K, Johnson D, Mitigating agricultural emissions of methane, Climate Change 1998., 40(1): pp.39-80
22. Cvetković S., Modelovanje i optimizacija procesa korišćenja biogasa u proizvodnji zelene energije, doktorska disertacija, Tehnološko-Metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2016.

***Istorija rada:***

*Rad primljen: 21.09.2017.*

*Prva revizija: 29.10.2017.*

*Prihvaćen: 05.11.2017.*

