

ELEKTRANE NA BIOGAS PARADIGMA POGONA ZA OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE

Prof. dr. Mirsad Nuković, email: dr.mirsadnukovic@yahoo.com

Internacionlni univerzitet Travnik u Travniku, Bosna i Hercegovina

Sadržaj: Biomasa u Srbiji pre svega predstavlja biljne ostatke iz biljne, voćarske i vinogradarske proizvodnje. Biogas je mešavina gasova koja nastaje razlaganjem organske materije u uslovima bez prisustva kiseonika (anaerobnim uslovima). Možemo reći da je proces skoro identičan sa onim koji se odvija u želudcu krave. Kalorijska vrednost biogasa se kreće u granicama 4,5 do 6,5 kWh/m³. Procenjeno je da se svake godine proizvede ukupna količina od 12,5 miliona tona biomase u Srbiji, od čega u Vojvodini 9 miliona tona (72%). Jedan od načina da se biogas proizvodi u kontrolisanim uslovima je da se izgradi elektrana na biogas. Glavne tehnološke celine elektrane na biogas su deo za proizvodnju biogasa i deo za proizvodnju električne i toplotne energije. Proizvodnja biogasa se vrši u velikim hermetički zatvorenim rezervoarima koje nazivamo digestori. Dužina procesa stvaranja gasa zavisi od izabrane tehnologije i obično traje od 30 do 60 dana. Naravno, što je period duži, količina biogasa je veća, ali i cena takvog postrojenja raste zbog izgradnje većeg ili dodatnog digestora. Biogas dobijen na ovaj način se može iskoristiti za pokretanje gasnog motora, koji opet pokreće generator i tako se dobijaju električna i toplotna energija.

Ključne reči: biogas, biomasa, obnovljivi izvori energije, efikasnost, elektrane, zeleni resursi.

POWER PLANTS ON BIOGAS PARADIGM FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES

Abstract: Biomass in Serbia primarily represents plant residues from plant, fruit and vine production. Biogas is a mixture of gases resulting from the decomposition of organic matter under oxygen-free conditions (anaerobic conditions). It can say that the process is almost identical to what is happening in the desire. The calorific value of biogas ranges from 4.5 to 6.5 kWh / m³. It is estimated that the total quantity of 12.5 million tons of biomass in Serbia is estimated each year, of which 9 million tons in Vojvodina (72%). One way to produce biogas under controlled conditions is to build a biogas plant. The main technological units of the biogas plant are a part of the production of biogas and a part for the production of electricity and heat. Biogas production is carried out in large hermetically sealed reservoirs called digesters. The length of the gas generation process depends on the selected technology and usually takes from 30 to 60 days. Of course, as the period is longer, the amount of biogas is higher, but the price of such plants is increasing due to the construction of a larger or additional digester. The biogas obtained in this way can be used to start a gas engine, which again starts the generator and thus receives electrical and thermal energy.

Key words: bio, biomass, renewable energy sources, efficiency, power plants, green resources.

1. UVOD

Dobro isplaniran lanac snabdevanja biomasom sa odgovarajućom pripremnom tehnologijom može značajno da utiče na cenu proizvedene energije iz biomase. Trošenje fosilnog goriva

izaziva suštinsko zagađenje sredine i klimatske promene. Proizvodnja i korišćenje energije emituju oko 81,5% gasova koji učestvuju u efektu staklene bašte u EU.¹⁷⁸

EU ubrzano sprovodi politiku sve većeg korišćenja obnovljivih izvora energije. Za energetske korišćenje biomase neophodno je da se raspoloživa biomasa prikupe, pripremi i transportuje na odgovarajuće mesto za energetske korišćenje. Današnje pripreme tehnologije biomase u energiju su većinom bazirani na peletizaciji. Međutim, pripreme tehnologije kao što su brza piroliza i torefakcija mogu unaprediti ekonomiju ukupnog proizvodnog lanca.

Peletizacija

Peletizacija se može definisati kao sušenje i presovanje biomase pod visokim pritiskom radi dobijanja cilindričnih komada izvučene i kompresovane biomase. Pelete imaju malu zapreminu i veću gustinu zapremine energije u odnosu na drveni iver, pa su zato lakše za skladištenje, transport i preradu u energiju. Peletizacija ne samo da proizvodi uniformno i stabilno gorivo, već takođe i minimizira količinu prašine kao nusproizvoda. Druga prednost peletizacije je što omogućava slobodan tok, što olakšava materijalni postupak i kontrolu protoka, koji su važni za operacije punjenja i pražnjenja.

Proizvodnja peleta zahteva male čestice sirovine, maksimalno 3-20 mm i sadržaj vlage ispod 10-15%, međutim peletizacija sa presnim klipom može raditi sa 20% vlažnosti. Peletizacija se izvodi na temperaturi oko 150°C. Voda igra važnu ulogu u presovanju.

Biološka goriva iz biomase

Biološka goriva ili obnovljiva goriva postaju sve privlačnija na tržištu. Imamo političke, ekološke i društvene obzire u vezi sa tim. Dakle, do 2020.g. učešće obnovljivih izvora energije će biti 20 %, ne samo biodizela ili bioetanol, već bioenergije uopšte, što podržava EU.¹⁷⁹

Biodizel danas, jeste aktuelno gorivo i očekuje se da njegova potrošnja sve više raste do 2020.g., kada će biti stabilna potrošnja biodizela prve generacije. Biomasa će se u bliskoj budućnosti sve više koristiti za dobijanje goriva. Sa mešavinom novih energenata moramo da razmišljamo o novim motorima. Mogućnost proizvodnje iz biomase, koja će koristiti, otpatke iz industrije, odnosno poljoprivrede i stočarstva sve više je u upotrebi. Sve te otpatke će koristiti, sagorevati i pretvarati u energiju. To je dakle biomasa i to je ogromna investicija koja ponekad ide do pola milijarde evra, u zavisnosti od veličine pogona.

Izgradnja biogas postrojenja

Postupak za planiranje i konstrukciju biogas postrojenja prikazan je na slici. Fazni planiranja i konstrukcije treba da urade eksterne kompanije. Moraju se sastaviti ugovori u skladu sa lokalnim zakonima i regulativama.

Na bazi **studije izvodljivosti** donosi se odluka o izgradnji biogas postrojenja. Pri tome se uzima u obzir ispitivanje tržišta, obezbeđivanje sirovina, infrastruktura i pronalaženje

¹⁷⁸ Wiesenthal T, Fernandez R, Taylor P, Greenleaf J.: Energy and environment in the European Union, EEA report, Copenhagen, Denmark, 2006, p. 1-56.

¹⁷⁹ Obnovljiva goriva-put ka energetske nezavisnosti, Specijalni izveštaj lista Danas, 4.jun, 2007.g.

kvalifikovanih operatera. Finalni rezultat je proračun rentabilnosti postrojenja baziran na pretpostavljenim vrednostima.

2. PRIMER EKOLOŠKE MINI TERMoeLEKTRANE NA BIOMASU

Termoelektrana na biomasu



Sl.1. digestor

Primer ekološke mini termoelektrane na biomasu, srećemo u okolini Čačka, u koju je uloženo oko 200.000 EUR. Digestor kapaciteta 600 m³ i nominalne snage 70-75 kW, koristiće uglavnom kukuruznu silažu. Osim kukuruzne silaže, ovakva termoelektrana može da koristi sve vrste stajnjaka (od ovaca, svinja, goveda, kokoški), zatim grašak, ječam, korov i travu, kao i kućni otpad. Osim osnovnog izlaza iz sistema (struje i toplotne energije), termoelektrana kao nus proizvod daje i 400.000 litara zemlje za cveće i oko 1.000.000 litara tečnosti za đubrenje njiva. Postrojenje se sastoji od skladišta, dela za biogas i dela za električnu energiju i nema štetnih karakteristika. Godišnja proizvodnja električne energije termoelektrane je 560.000 kW. Kada se ta cifra pomnoži sa cenom od 0,16 EUR, koliko je u određeno Uredbom Vlade Srbije, prihod je termoelektrane je 89.600 EUR. Rashodi bi se pokrivali ostavreivanjem dobiti od nus proizvoda termoelektrane. Cena biomase iznosi 25 eura za tonu silaže, doterane na vagu. Zarada poljoprivrednih proizvođača bi u tom slučaju bila 1.200 EUR po hektaru kukuruzne silaže. Zbog kraćeg vegetativnog perioda moguće je raditi dve setve godišnje- kukuruz, pa stočni grašak ili ječam, jer su obe kulture pogodne za biomasu.

Inovativnim pristupom projektovanju i gradnji male termoelektrane otvara se mogućnost da u svakom selu bude sagrađeno po jedno ili više ovakvih postrojenja, posebno što je za izgradnju potrebno svega 50 ari zemljišta. U izgradnju je uloženo oko 200.000 EUR, a računica kaže da je cena termoelektrane po kilovatu oko 3.000 EUR.

Tehnologija puštanja u rad ovakve elektrane zahteva ulivanje 500.000 litara vode u bazen. Pri tom je 500.000 litara vode potrebno zagrejati sa 8 na 38 stepeni.

Opis termoelektrane

Termoelektrana je tehnološki vrlo jednostavno rešenje: ima skladišni deo, deo za proizvodnju biogasa i deo za proizvodnju električne energije. Izduvni gasovi imaju temperaturu od oko 500 stepeni što se sistemom prostog toplovoda može upotrebiti za grejanje etnosela ili drugih objekata u domaćinstvu. Po tehnologiji, predviđen je period od 120 dana od punjenja do prve

struje. Sav gas koji se proizvede ide u potrošnju. Reč je o modularnom tipu termoelektrane, sa jednim digestorom i jednim motorom, čija se snaga vrlo lako može povećati, dodavanjem motora i digestora. Može se napraviti i termoelektrana od 20 kW, pri čemu treba imati u vidu da sa opadanjem snage elektrane raste cena po kilovatu.

Opis rada termoelektrane

Proces anaerobne fermentacije bilja ili druge organske materije počinje tako što se u vodu dodaju nosači bakterija i stvara se bakterijsko jezgro. Voda mora da se zagreje na temperaturu od 38 stepeni, jer će na nižoj temperaturi uginuti. Proces anaerobne fermentacije u kaci termoelektrane identičan je procesu koji se odvija u buragu (deo želuca) krave.

To je zapravo degradacija suve mase, a u procesu se koriste iste bakterije. One se dobijaju iz samlevenih buraga goveda. Bakterije se upumpaju u bazen sa vodom postrojenja gde počinju da se razmnožavaju na 38 stepeni. Pri tom ne postoji mogućnost da u sistem uđu druge bakterije jer je reč o strogo kontrolisanim uslovima u kojima mogu da opstanu samo anareobne bakterije (s obzirom na to da nema kiseonika), jer aerobne uginu čim uđu u kacu. Zatim se izvrši selekcija bakterijskog jezgra, uz pomoć određene kiselosti, tj. zadavanja ph vrednosti, u skladu sa potrebnim anaerobnim bakterijama, te se hemijskim procesom eliminišu sve one nepotrebne. Kaca je dihtovana i zatvorena gumenom membranom, a pod vodu se upumpava hrana. Kada se bakterije razlože do potrebnog nivoa, počinje ubacivanje hrane i bakterije u roku od 40 dana počinju da proizvode metan. Kada se uspostavi neophodna metanska količina, priključuje se motogenerator, koji radi kao motor na prirodni gas, s tim što u njegovim izduvnim gasovima nema štetnih materija. Motor zapravo izbacuje vodenu paru i ugljen dioksid koji nije posledica novostovrene vrednosti već je transformacija iz biljke. Dakle, nema nastanka novog CO₂, jer bi se on u prirodu u svakom slučaju otpustio iz biljaka.

Kpacitet iskorišćenja motora pri proizvodnji struje je oko 32-33%, ali je jedan od proizvoda i toplotna energija, a temperatura izduvnih gasova na auspuhu je oko 500 stepeni. Ti vreli izduvni gasovi se potom koriste i sprovode za zagrevanje staklenika, etnosela, i sl.

Za proizvodnju struje u termoelektrani na biomasu efektnija je silaža, jer tona stajnjaka daje 40 kubika gasa, a tona silaže 200 kubika gasa.

Obnovljivi resursi (trava, kukuruzna silaža, stajnjak, surutka) postaju značajan energetske resurs u prvoj fazi ka stvaranju energetske nezavisnog sela. Ovim rešenjem otvara se mogućnost za princip "jedno selo-jedna elektrana".

Projekat daje značajan primer ostalim sitnim poljoprivrednim proizvođačima u kom pravcu se treba razvijati i razvija javnu svest o potrebi korišćenja obnovljivih izvora energije.

Prema nekim primerima iz prakse, cena ovakvog objekta na svetskom tržištu je od 660.000 do 1 mil EUR. Projektom je predviđeno da se obradom 30 ha zemlje podmire potrebe u biomasi za jednogodišnji rad elektrane.

Godišnja dobit ove elektrane, uz maksimalno umanjenu prihodnu stranu, a uvećanu rashodnu stranu bila bi 80.000 EUR što po 1 ha obrađenog zemljišta daje 2.700 EUR dobiti. Električna energija se otkupljuje po ceni od 0.16 EUR po kWh, a u skladu sa zakonom i ugovorom na 12 godina.

Toplota se koristi za grejanje sopstvenog etno naselja i zagrevanja plastenika i sušara za voće. Čvrsti i tečni stajnjak koji ostaju kao nus produkt koriste se kao visokokvalitetno organsko hranivo u organskoj proizvodnji hrane, a time umanjuje upotreba NPK đubriva. Dodatna prednost je što se tako mala postrojenja mogu izgraditi po znatno manjoj ceni u odnosu na konkurenciju, sa istim tehničkim karakteristikama.

Lokacija

– Zemljište površine od 50 ari, – Prilazne puteve, – Vodu od 2.000 litara dnevno, – Trafo stanicu i dalekovod snage 100KW na udaljenosti ne većoj od 300metara – Telefonski priključak ili signal za mobilni telefon.

Građevinski objekti

Za proizvodnju električne energije iz elektrane na biogas jačine 70 KW neophodni su sledeći građevinski objekti:

– Betonsko skladište silaže za jednogodišnji rod elektrane dimenzije 50x12x3 metra. – Betonski digestor dimenzije 012x5 metara visine – Betonsko skladište gotovog supstrata (budući novi digestor za dupliranje kapaciteta) dimenzije 0 12x5 metara visine. – Komodna soba i prostorija za smeštaj generatora površine 50 m²

Oprema– male elektrane na biogas po propisima elektroprivrede Srbije imaju sledeću opremu i to:

– Standardne opreme digestora – Prateća oprema za manipulaciju – Vaga do 10 tona opciono – Traktor sa utovarnom kašikom napred

Osnovni proizvod elektrane na biogas je proizvodnja električne energije . Godišnja proizvodnja električne energije elektrane od 70 kW na sat je 70x8.000 sati godišnje=560.000 kW X 0,16 EUR=89,600 EUR-a. Cena električne energije od 0,16 evrocentii po kW je određena uredbama Vlade Srbije.

Nus proizvodi

Osim osnovnog proizvoda električne energije, mini termoelektrane imaju i sporedne proizvode a to su: Toplotna energija, Humus ostatak silazne mase, Tečni stajnjak (lišat) koji nastaje kao product ovog procesa, Svaki od ovih pratećih proizvoda vlasniku elektrane donosi dopunske prihode i to:

– **Toplotna energija** koja nastaje prilikom procesa proizvodnje električne energije je za 30% veća od količine električne energije. O d ove količine toplotne energije 30% iste se koristi u procesu proizvodnje digestora, a ostatak od oko 50 kW na čas vlasnik elektrane treba da utroši i preda drugim korisnicima, bilo za zagrevanje stanova, hala , plastenika ili za zagrevanje vode u bazenima i na taj način obezbedi prihod od najmanje 10.000 EUR-a.

– **Humus** ostaje kao nuz proizvod silaže u količini od 400 m³ tj. količini 1m³=1000 litara što iznosi 400.000 litara godišnje. Tržište za prodaju humusa u zemlji postoji jer se isti uvozi iz inostranstva za potrebe povrtara i cvečara koji se bave proizvodnjom u staklenicima i plastenicima. Uvezeni humus se prodaje po ceni od 0,21 EUR po litru. Ovako dobijen humus može se prodavati po ceni od 0,05 EUR-a po litru što vlasniku elektrane donosi prihod od 400.000 litara x 0,05 EUR-a = 20.000 EUR.

– **Tečni stajnjak (lišat)** koji nastaje kao produkt ovog procesa iznosi 600.000 litara godišnje i koristi se kao zamena veštačkog đubriva njiva na kojima se proizvodi silaža. Ovako đubrenje zemljišta može vlasniku da omogući dobijanje sertifikata organskog proizvođača hrane što će u budućnosti biti veoma značajno. Vrednost tečnog stajnjaka (lišat) je najmanje 10.000 EUR-a godišnje. Termoelktrana od 70 kW se, po proračunima “Energoobnove”, isplati za oko 3 godine. Dodatni potencijal otvoriće se sa mogućnošću izvoza zelene energije u inostranstvo.

Organizacija rada i potrebni kadrovi

Organizacija rada u ovakvim elektranama je veoma jednostavna jer je proizvodnja električne energije potpuno automatizovana. Za rad ovakvih elektrana potreban je 1 radnik SS sprema koji će puniti jednom dnevno betonski digestor i obavljati druge neophodne poslove.

Bruto plata sa doprinosima ovog radnika biće 1.000 EUR-a mesečno, odnosno 12.000 EUR godišnje. Svi ostali troškovi telefona, vode i ostali administrativni troškovi iznose 500 EUR-a mesečno, odnosno 6.000 EUR-a godišnje.

Prihodi i rashodi; Na osnovu napred datih podataka dolazi se do ukupnih godišnjih prihoda i rashoda:

Prihodi; – Proizvodnja električne energije 89.600 EUR – Toplotna energija 10.000 EUR
 – Prodaja humusa 20.000 EUR – Prodaja tečnog stajnika (ličata) 10.000 EUR Ukupni prihodi: 129.000 EUR

Rashodi: – Vrednost nabavke sirovine 37.500 EUR – Plata radnika 12.000 EUR
 – Ostali troškovi 6.000 EUR Ukupni rashodi: 55.500 EUR

Dobit: – Bruto dobit 73.500 EUR – Porez na dobit 10% 7.350 EUR Neto dobit: 66.150 EUR-a

Ukoliko se posao obavlja u domacinstvu dobit je dosta veća od 90.000 EUR godišnje

Dakle, Za ovu investiciju potrebno obezbediti sledeća sredstva: – Građevinski objekti i oprema 200.000 EUR, – Troškovi nabavke sirovine 37.500 EUR, – UKUPNO: 237.500EUR

Ako se uzme pretpostavka da se ova sva sredstva obezbede iz kredita uz kamatu od 5% godišnje ova investicija se isplati u roku kraćem od 5 godina.

3. KORIŠĆENJA BIOMASE I BENIFICIJE

Biomasa korišćena u biogas postrojenju „pretežno“, dakle sa preko 50 %, mora da potiče iz poljoprivrednog gazdinstva u čijem se krugu nalazi ili gazdinstava iz neposredne okoline. Ovim ograničenjem treba da se spreči značajno povećanje saobraćaja usled transporta sirovina. Za svako gazdinstvo može da se odobri samo jedno biogas postrojenje.¹⁸⁰

Tab 1. : Smanjenje osnovne tarife za postrojenja za proizvodnju električne energije iz biomase

Godina puštanja u rad	Kategorija snage do 150 kW u ct/kWh	Kategorija snage 150–500 kW u ct/kWh	Kategorija snage 500 kW–5 MW u ct/kWh	Kategorija snage 5–20 MW u ct/kWh
2013	14,01	12,05	10,78	5,88
2014	13,73	11,81	10,56 ^a	5,76 ^a
2015	13,46	11,58	10,35 ^a	5,65 ^a

¹⁸⁰ “Priručnik o biogas - Od proizvodnje do korišćenja”, Stručna agencija za obnovljive resurse, registrovano udruženje (FNR), 7 izdanje, 2016.

2016	13,19	11,35	10,15 ^a	5,53 ^a
2017	12,93	11,12	9,94 ^a	5,42 ^a
2018	12,67	10,90	9,74 ^a	5,32 ^a
2019	12,41	10,68	9,55 ^a	5,21 ^a
2020	12,17	10,46	9,36 ^a	5,10 ^a
...	...	...	...	...

Tab 2. : Smanjenje tarifa za postrojenja za fermentaciju organskog otpada, za mala postrojenja na bazi tečnog stajnjaka i bonus za tretman gasa

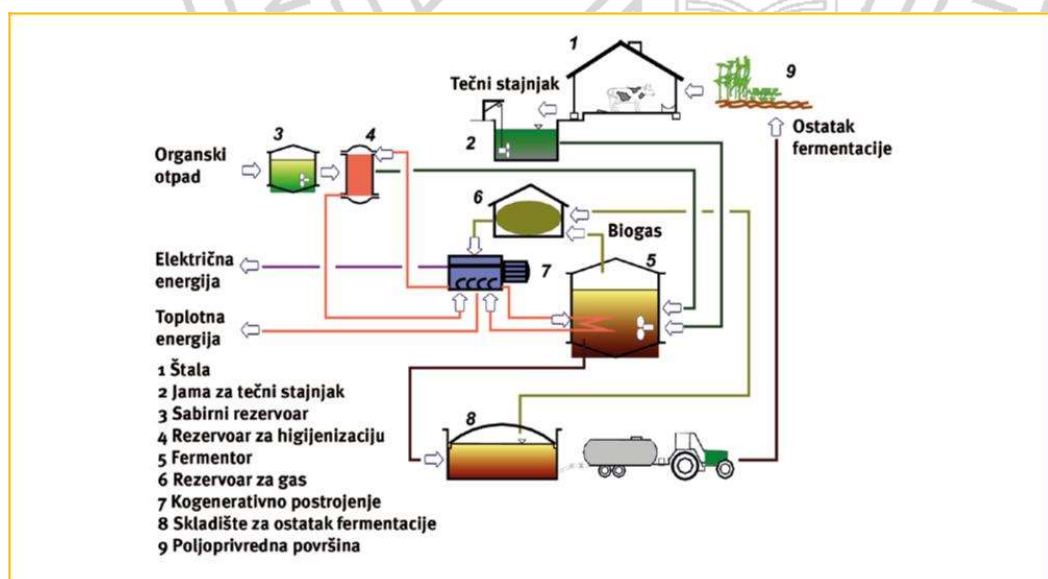
	Postrojenja za	Postrojenja za	Mala postrojenja	Bonus za tretman gasa		
	fermentaciju	fermentaciju				
Godina			na bazi tečnog			
	organskog	organskog		do 700 Nm ³ /h u	do 1.000 Nm ³ /h u	do 1.400 Nm ³ /h u
puštanja u rad			stajnjaka do			
	otpada do	otpada do	75 kW u ct/kWh	ct/kWh	ct/kWh	ct/kWh
	500 kW u ct/kWh	20 MW u ct/kWh				
2013	15,68	13,72	24,50	2,94	1,96	0,98
2014	15,37	13,45	24,01	2,88	1,92	0,96
2015	15,06	13,18	23,53	2,82	1,88	0,94
2016	14,76	12,91	23,06	2,77	1,84	0,92
2017	14,46	12,65	22,60	2,71	1,81	0,90
2018	14,17	12,40	22,15	2,66	1,77	0,89

2019	13,89	12,15	21,70	2,60	1,74	0,87
2020	13,61	11,91	21,27	2,55	1,70	0,85

Proizvedena i u mrežu isporučena električna energija se nadalje tarifira uzimajući u obzir iste tarifne stope i isti datum puštanja u rad.

Tab. 3: premija za upravljanje plasmanom za biomasu, hidroenergiju i druge upravljive obnovljive izvore:

2013	0,275 ct/kWh
2014	0,25 ct/kWh
od 2015	0,225 ct/kWh



Slika 2: Šema poljoprivrednog biogas postrojenja koje koristi kosupstrate [prema ATB]¹⁸¹

Na slici 2. su prikazane značajne komponente postrojenja, konstruktivni elementi i agregati jednostepenog poljoprivrednog biogas postrojenja u kom se koriste kosupstrati koji zahtevaju higijenzaciju. Biogas koji nastaje prilikom fermentacije se skladišti i prečišćava. On se uglavnom koristi u kogenerativnim postrojenjima za istovremenu proizvodnju električne i toplotne energije.

ZAKLJUČCI

Velika je prednost biti sposoban da se zadovolje sopstvene potrebe u energiji, sa razvojem biogoriva, zemlje postaju nezavisnije od nekih globalnih uslova koji se odnose na fosilna goriva i to je jedan od ciljeva ne samo za EU i SAD, već to treba da bude cilj svake pojedinačne zemlje, da se može osloniti na sopstvene snage.

Ukoliko nemamo naftu, imamo zemljište i možemo da prizvedemo one poljoprivredne proizvode koji se mogu koristiti u ovoj proizvodnji biogoriva.

Biogasno postrojenje služi za proizvodnju biogasa iz organskog otpada, nakon čega se kao pogonsko gorivo može koristiti za proizvodnju električne, toplotne i rashladne energije. Kao finalni product anaerobne digestije nastaje đubrivo visokog kvaliteta. Ovakvim postupkom se postiže zaokruženje tehnološkog i ekološkog procesa proizvodnje energije.

LITERATURA

- [1] Wiesenthal T, Fernandez R, Taylor P, Greenleaf J.: Energy and environment in the European Union, EEA report, Copenhagen, Denmark, 2006, p. 1-56.
- [2] Obnovljiva goriva-put ka energetske nezavisnosti, Specijalni izveštaj lista Danas, 4.jun, 2007.g.
- [3] "Priručnik o biogasu - Od proizvodnje do korišćenja", Stručna agencija za obnovljive resurse, registrovano udruženje (FNR), 7 izdanje, 2016.

Linkovi za dodatne informacije:

www.erneuerbare-energien.de – Aktuelne brojke i informacije Saveznog ministarstva za životnu sredinu, zaštitu prirode i bezbednost reaktora u vezi sa obnovljivim izvorima energije.

www.dena.de – Nemačka energetska agencija uredila je onlajn platformu za upumpavanje biogasa u mrežu prirodnog gasa i tamo objavljuje aktuelne novosti iz branše.

¹⁸¹ Priručnik o biogasu –Od proizvodnje do korišćenja(3)