



Republika Srbija
AP Vojvodina
Pokrajinski sekretarijat
za energetiku i mineralne sirovine



Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka
Trg Dositeja Obradovića 6
21000 Novi Sad
www.ftn.uns.ac.rs

**STUDIJA O PROCENI UKUPNIH POTENCIJALA I
MOGUĆNOSTIMA PROIZVODNJE I KORIŠĆENJA BIOGASA
NA TERITORIJI AP VOJVODINE
– IZVOD –**



Novi Sad, maja 2011.

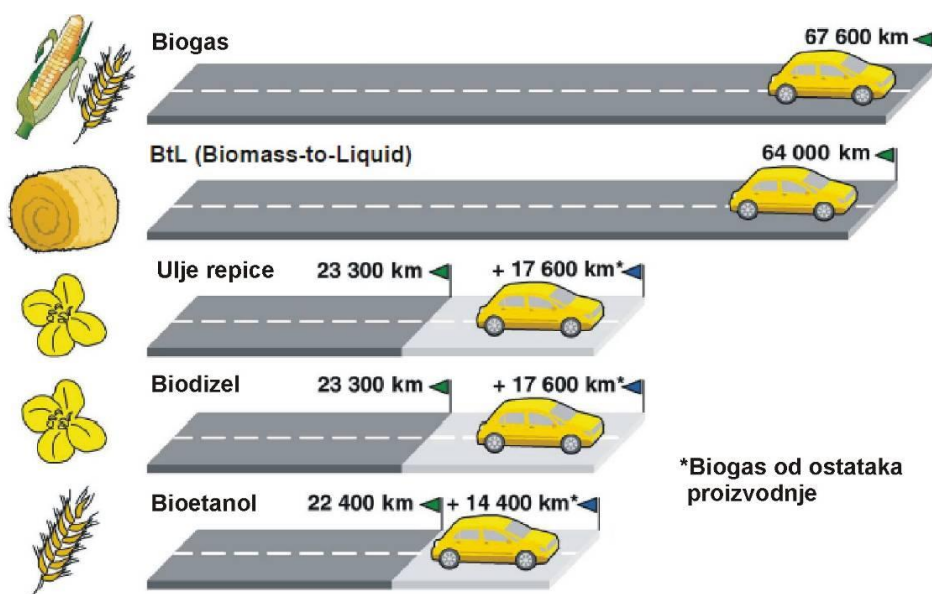
1. ZNAČAJ PROIZVODNJE I KORIŠĆENJA BIOGASA U VOJVODINI

Klimatske promene, većim delom prouzrokovane pojačanim efektom staklene bašte, kao i smanjenje rezervi fosilnih goriva, pokrenuli su brojne mere na globalnom nivou. Jedna od njih jeste korišćenje obnovljivih izvora energije (OIE). Evropska unija je Direktivom 2009/28/EC, detaljno definisala ciljeve u ovoj oblasti. Glavno je, da u EU do 2020. godine udeo OIE u potrošnji primarne energije bude najmanje 20 %, a da se bar 20 % električne energije proizvede iz OIE (*Renewable Energies Sources*, RES). Stoga se ova Direktiva i namera naziva još i RES 2020.

Republika Srbija se obavezala da sledi politiku Evropske unije, te su sprovedene konkretne mere podrške proizvodnji i korišćenju OIE za proizvodnju „zelene“ električne energije. Time su ostvareni osnovni preduslovi za ekonomski isplativu proizvodnju električne energije iz OIE, jer za isporučenu električnu energiju u javnu električnu mrežu mogu da se dobiju *feed-in* tarife.

Jedna vrsta OIE je biogas. Poseban značaj proizvodnje i korišćenja biogasa jeste sprečavanje emisija metana, gasa koji utiče na povećanje efekta staklene bašte (intenzitet je 23 puta veći od ugljen-dioksida). Takođe, korišćenjem biogasa kao goriva, najčešće se proizvodi električna energija, te se i time doprinosi realizaciji postavljenih ciljeva. Dodatni pozitivan uticaj jeste smanjenje rasprostiranja neprijatnih mirisa, sprečavanje zagađenja zemljišta i podzemnih voda, kada se time zbrinjava stajnjak sa stočnih farmi. Ostvaruju se i pozitivni socio-ekonomski efekti, podstiče ruralni razvoj, bolje koriste ljudski i materijalni resursi na lokalnom nivou.

S energetskeg aspekta, biogas se smatra najpovoljnijim gorivom, što je ilustrativno prikazano na slici. Motorno vozilo koje kao gorivo koristi biogas dobijen korišćenjem supstrata proizvedenog na jednom hektaru, može da pređe više kilometara nego kada bi koristilo druga goriva, proizvedena s iste površine. Razmatranje energetskeg potencijala biogoriva proizvedenih na poljoprivrednim površinama, od posebnog je značaja, jer su one ograničene, a vodi se računa i o tome da se time ne ugrozi proizvodnja hrane.



Uporedni prikaz prelaska transportnih rastojanja različitim biogorivima



Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine prepoznao je značaj i potencijalni pozitivan doprinos proizvodnje i korišćenja biogasa u Vojvodini. Uočeno je da ne postoji dovoljno čak ni opšteg znanja o ovoj tehnologiji. Zbog toga je inicirana izrada **Studije o proceni ukupnih potencijala i mogućnostima proizvodnje i korišćenja biogasa na teritoriji AP Vojvodine**. U ovom izvodu prikazani su najznačajniji rezultati, a studiju u PDF formatu zainteresovani mogu da preuzmu s internet sajta Sekretarijata (<http://www.psemr.vojvodina.gov.rs/index.php?a=studije>).

Osnovi cilj studije jeste da se sagledaju mogućnosti proizvodnje i korišćenja biogasa, tj. odrede potencijali i definišu pogodne tehnologije za njegovu proizvodnju i energetske korišćenje. Drugi cilj je da se potencijalnim investitorima predstave relevantne podloge za donošenje odluka, te ukaže na postupke realizacije, probleme i ograničenja. Posebna pažnja posvećena je finansijskoj oceni investiranja u biogas postrojenja. Studija može da posluži i javnosti, kao izvor relevantnih informacija o osnovama procesa proizvodnje biogasa i tehnologija za njegovo korišćenje. Vojvodina je poljoprivredna regija, pa je prvenstveno obrađena proizvodnja i korišćenje biogasa u poljoprivredi.

2. PROIZVODNJA BIOGASA

Biogas nastaje mikrobiološkim procesom u anaerobnim uslovima (bez prisustva kiseonika), tzv. proces anaerobne fermentacije. Pod pojmom biogas podrazumeva se gas nastao u anaerobnim fermentorima i kontrolisanim uslovima, u biogas postrojenjima.

Biogas je mešavina gasova, čiju zapreminu čini oko dve trećine metan (CH_4) i jednu trećinu ugljen-dioksid (CO_2). Osim metana i ugljen-dioksida, zapreminu biogasa čine i drugi gasovi u znatno manjem udelu.

Sastav biogasa

| Sastojak | Hemijski simbol | Zapreminski udeo, % |
|----------------|----------------------|---------------------|
| Metan | CH_4 | 50-75 |
| Ugljen-dioksid | CO_2 | 25-45 |
| Vodena para | H_2O | 2-7 |
| Kiseonik | O_2 | < 2 |
| Azot | N_2 | < 2 |
| Amonijak | NH_3 | < 1 |
| Vodonik | H_2 | < 1 |
| Vodonik-sulfid | H_2S | 20-20.000* |

ppm (milijunih delova)

U današnje vreme postoje raznovrsne tehnologije proizvodnje biogasa, što podrazumeva i različite konfiguracije postrojenja i opremu. Opremom se omogućava skladištenje, priprema i manipulacija supstratom, proizvodnja i skladištenje biogasa, te skladištenje i prerada ostataka fermentacije. Na savremenim biogas postrojenjima ova oprema je koncipirana tako da omogućava potpunu automatizaciju pogona, pa se ovde ubraja i oprema za kontrolu i upravljanje procesom.

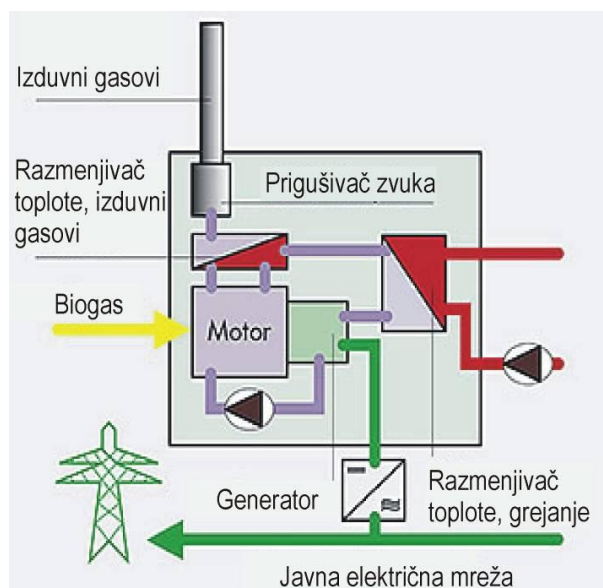
Postupci koji se koriste za proizvodnju biogasa najviše zavise od vrste supstrata za proizvodnju biogasa. Osobine supstrata mogu znatno da utiču na složenost biogas postrojenja, što značajno utiče na visinu investicije.

3. KORIŠĆENJE BIOGASA

Postoje razne mogućnosti za korišćenje biogasa, odnosno za proizvodnju energije iz njega. Uvođenjem podsticajnih *feed-in* tarifa za proizvodnju električne energije, najperspektivnije je korišćenje biogasa u kogeneraciji, za spregnutu proizvodnju električne i toplotne energije. Tehnologija koja je dostigla najvišu „zrelost“ je kogenerativno postrojenje sa motorom SUS. Ova tehnologija se i najviše koristi za kogeneraciju na biogas postrojenjima, jer se postiže visoki električni stepen korisnosti i niže su investicije.

Postoje dve vrste motora SUS koji se koriste na kogenerativnim postrojenjima za biogas. To su **gasni Otto motori** (engleski *Gas sparking engines*, nemački *Gas-Ottomotoren*) i **dizel motori s inicijalnim paljenjem** (engleski *Pilot injection gas engines*, nemački *Zündstrahlmotoren*). Osnovna razlika je što dizel motori s inicijalnim paljenjem, osim biogasa za sagorevanje, koriste i određeni udeo dizel goriva.

Kogenerativno postrojenje sa motorom SUS šematski je prikazano na slici. Sagorevanjem biogasa u motoru proizvodi se obrtni moment na vratilu motora. Vratilo je spregnuto s električnim generatorom u kojem se proizvodi električna energija. Kogeneracija se ostvaruje iskorišćenjem toplotne energije rashladne tečnosti i produkata sagorevanja. Toplotna energija koja se dobija iz rashladne tečnosti je na niskom temperaturnom nivou, pa može da se iskoristi samo za zagrevanje vode do oko 90 °C, koja se koristi za grejanje fermentora ili obližnjih radnih i stambenih prostorija. Temperature produkata sagorevanja su 460 do 550 °C, pa mogu da se koriste za proizvodnju tehnološke pare.



Šematski prikaz kogenerativnog postrojenja sa motorom SUS

Električni stepeni korisnosti kogenerativnih postrojenja sa motorom SUS su u opsegu 30 do 40 %. Porastom nominalne električne snage, viši je i električni stepen korisnosti. Radni vek dizel motora s inicijalnim paljenjem jeste oko 35.000 h, a gasnog *Otto* motora oko 45.000 h. Nakon radnog veka sprovodi se generalna popravka. Investicije za kogenerativno postrojenje umnogome zavise od tipa motora. Za dizel motore s inicijalnim paljenjem su niže, a 200 kW_e ima specifičnu investiciju oko 550 €/kW_e, dok gasni *Otto* motor iste snage košta oko 800 €/kW_e.



4. POTENCIJALI ZA PROIZVODNJU BIOGASA U AP VOJVODINI

Na osnovu podataka o broju stoke na većim farmama u Vojvodini, izračunat je potencijal biogasa od stajnjaka u vidu instalirane električne snage kogenerativnog postrojenja sa motorom SUS, a on je 23 MW. U skoroj budućnosti, očekuje se značajno povećanje stočnog fonda u Vojvodini, a posebno na većim farmama.

Kada se koristi dodatni supstrat za proizvodnju biogasa, silaža kukuruza, potencijal proizvodnje biogasa se uvećava. Razmatrana su tri scenarija, kada se koristi supstrat u vidu silaže kukuruza, čijom količinom se u proseku povećava potencijal proizvodnje biogasa za 30, 50 i 70 %, u odnosu na slučaj korišćenja samo stajnjaka. Tada bi potencijal biogasa iz silaže, a na bazi sadašnjeg stanja u stočarstvu, bio 7, 12 i 17 MW_e respektivno. U 2020. godini to bi iznosilo 15, 25 i 35 MW_e.

Ukupni potencijali za proizvodnju biogasa od stajnjaka i silaže u neposrednoj budućnosti, iznose 30, 35 i 40 MW_e, respektivno za prvi, drugi i treći scenario primene. Zbog povećanja stočnog fonda na velikim farmama, do 2020. ti potencijali bili bi 65, 75 i 85 MW_e. U narednoj tabeli prikazana je potencijalna proizvodnja električne energije prema određenim potencijalima, kao i potrebne površine za proizvodnju silaže kukuruza.

Potencijalna godišnja proizvodnja električne energije iz biogasa i potrebne površine za silažu kukuruza

| | Neposredna budućnost, 2012. godina | | U budućnosti, do 2020. godine | |
|-------------|--|-----------------|--|-----------------|
| | Električna energija, GWh _e | Površina, ha | Električna energija, GWh _e | Površina, ha |
| Stajnjak | 184 | – | 400 | – |
| 1. scenario | 240 | 3.200 | 520 | 6.800 |
| 2. scenario | 280 | 5.400 | 600 | 11.300 |
| 3. scenario | 320 | 7.700 | 680 | 16.000 |

Ukoliko se u obzir uzme treći scenario u neposrednoj budućnosti, proizvodnjom električne energije iz biogasa moglo bi da se pokrije oko 4 % potrošnje. Pod uslovom da potrošnja električne energije do 2020. u Vojvodini neće značajno rasti, primenom mera racionalizacije, prema trećem scenariju moglo bi da se električnom energijom iz biogasa pokrije oko 9 % potrošnje.

5. OSNOVNE SMERNICE ZA OSTVARENJE BIOGAS POSTROJENJA

Za ostvarenje biogas postrojenja, potrebno je da se razmotre sve mogućnosti i potencijalni efekti koji bi se postigli izgradnjom biogas postrojenja. Nakon ideje, prvenstveno se razmatra potencijalna lokacija za izgradnju biogas postrojenja, raspoložive količine supstrata i mogućnost priključenja na elektrodistributivnu mrežu. Potrebna je izrada i prethodne studije tehničke i ekonomske izvodljivosti. Samo ukoliko je ocena pozitivna sprovode se konkretne mere potrebne za projektovanje i izgradnju. Obezbeđenje dozvola za izgradnju i korišćenje biogas postrojenja značajna je aktivnost koja zahteva vreme.

Orijentacione vrednosti pomoću kojih mogu da se izračunaju osnovni parametri za proizvodnju i korišćenje biogasa prikazani su u narednoj tabeli.



Orijentacione vrednosti za proračun proizvodnje i korišćenje biogasa

| | | |
|--|------------------------------|---------------------------|
| Sadržaj metana u biogasu | 50 do 70 % | |
| Donja toplotna moć metana | 9,97 kWh/Stm ³ | |
| Donja toplotna moć biogasa (50-70 % metana) | 5 do 7 kWh/Stm ³ | |
| 1 UG je životinja težine | 500 kg | |
| 1 UG proizvede količinu stajnjaka | 6,6 do 35 t/god | |
| 1 UG goveda ili svinje zahteva električnu snagu | 0,11 do 0,15 kW _e | |
| 1 UG peradi zahteva električnu snagu | 0,5 kW _e | |
| 1 ha silaže kukuruza zahteva električnu snagu | 2 do 2,5 kW _e | |
| 1 t silaže kukuruza zahteva skladišteni prostor trenč-silosa | 1,4 m ³ | |
| 1 t tečnog stajnjaka svinja ima prinos biogasa (% metana) | 20 Stm ³ (60 %) | |
| 1 t tečnog stajnjaka goveda ima prinos biogasa (% metana) | 28 Stm ³ (55 %) | |
| 1 t silaže kukuruza ima prinos biogasa (% metana) | 180 Stm ³ (52 %) | |
| Potrebna zapremina fermentora za 100 kW _e | 400 do 800 m ³ | |
| Potrebna zapremina horizontalnog fermentora za 100 UG | 100 do 150 m ³ | |
| Potrebna zapremina vertikalnog fermentora za 100 UG | 200 do 250 m ³ | |
| Električni stepen korisnosti kogenerativnog postrojenja | 30 do 40 % | |
| Termički stepen korisnosti kogenerativnog postrojenja | 40 do 60 % | |
| Ukupni stepen korisnosti kogenerativnog postrojenja | 85 % | |
| Troškovi investicije za celo biogas postrojenje | 150 kW _e | 3.500 €/kW _e |
| | 500 kW _e | 3.000 €/kW _e |
| | 1.000 kW _e | 2.500 €/kW _e |
| Troškovi investicije za gasni agregat | 150 kW _e | 680 €/kW _e |
| | 500 kW _e | 570 €/kW _e |
| | 1.000 kW _e | 400 €/kW _e |
| <i>Feed-in</i> tarife za postrojenja snage | 150 kW _e | 16,11 ct/kWh _e |
| | 500 kW _e | 15,33 ct/kWh _e |
| | 1.000 kW _e | 14,22 ct/kWh _e |