

**PROIZVODNJA BIOPLINA IZ ORGANSKOG DIJELA
KOMUNALNOG OTPADA U GRADU ZAGREBU**

Dinko Sinčić, Bojan Ribić

Zagrebački Holding, Podružnica Čistoća

Sažetak:

Energetsko iskorištavanje biootpada kroz proizvodnju bioplina ima dva pozitivna učinka: izbjegavanje odlaganja na odlagalištu i proizvodnju važnog energenta čije su mogućnosti primjene višestruke. U tu je svrhu napravljena predstudija izvodljivosti koja pokazuje ekonomičnost takvog poduhvata u gradu Zagrebu. Analizirane su tri mogućnosti uporabe bioplina: kao stlačeni prirodni plin (CNG – Compressed Natural Gas) - biogorivo za vozila, korištenje u kogeneracijskim postrojenjima za proizvodnju električne energije i topline te mogućnost direktnog spajanja na gradsku plinsku mrežu.

Izračunate su maksimalne količine fosilnog goriva koje ovakvo postrojenje može zamijeniti doprinoseći tako značajno obvezama Republike Hrvatske u smanjenju emisija stakleničkih plinova.

Naime, prema procjenama u Gradu Zagrebu je oko 20% biootpada (70 000 tona) u komunalnom otpadu što bi bilo dovoljno za bioplinsko postrojenje snage preko 2MW.

Ključne riječi: proizvodnja bioplina, biootpad, predtretman biootpada, komunalni otpad

BIOGAS PRODUCTION FROM ORGANIC PORTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE CITY OF ZAGREB

Summary:

Using biowaste to produce biogas has two positive effects: avoiding waste landfill deposition and obtaining new important energy source with multiple usage options. To that end the prefeasibility study has been carried out which demonstrates the profitability of such an undertaking in city of Zagreb. Three possibilities of biogas usage have been analyzed: as compressed natural gas (CNG) – biofuel for the road transport vehicles, as cogeneration unit fuel and the case of connection to the city gas grid. The maximal quantity of fossil fuel which this biogas could replace has been calculated giving the contribution to the obligations of Republic of Croatia regarding lowering of greenhouse gas emissions.

Namely, based on an estimate of 20% biowaste in municipal solid waste, biogas plant of 2 MW could be built.

Key words; biogas production, biowaste, biowaste pretreatment, municipal solid waste

1. Uvod

U Gradu Zagrebu se komunalni otpad odvozi na odlagalište Jakuševac čija se uporaba privodi kraju. Vrijeme nekontroliranog odlaganja otpada na odlagalištu je iza nas, a o onome što bi trebalo učiniti govore sljedeći ključni dokumenti:

*Strategija o gospodarenju otpadom Republike Hrvatske*¹ govori o uspostavljanju sustava kojem će cilj biti smanjenje količine otpada, a isto tako i održivo gospodarenje proizvedenim otpadom.

*Zakon o otpadu Republike Hrvatske*² obvezuju nas da otpad čija se vrijedna svojstva mogu iskoristiti mora se odvojeno skupljati i skladištiti.

*Zakon o energiji*³ napominje da je korištenje obnovljivih izvora energije u interesu Republike Hrvatske jer preuzeta je obveza da će do 2020.godine 20% energije dolaziti iz OIE, a isto tako da će 10% goriva u prometu biti biogoriva.

Odvojenim sakupljanjem biootpada i njegovim korištenjem za proizvodnju bioplina ispunjavaju se preuzete međunarodne obveze u pogledu korištenja i proizvodnje energije iz obnovljivih izvora. *Waste Frame Directive*⁴ obvezuje na izradu programa svake pojedine države za odvajanje biootpada i njegovu uporabu. *Landfill Directive*⁵ obvezuje na smanjenje biorazgradivog otpada na odlagalištima za 35% do 2016.

Obnovljivim se izvorima energije smatraju: biomasa, solarna energija, energija vjetra, geotermalna, hidro i energija mora. Biomasa je po svojoj definiciji biorazgradivi dio proizvoda, otpada i ostataka proizvedenih u poljoprivredi (uključujući tvari biljnoga i životinjskoga podrijetla), u šumarstvu i srodnim industrijama, kao i biorazgradivi dio industrijskoga i komunalnoga otpada.

Stoga, proizvodnja bioplina iz biorazgradivog dijela komunalnog otpada spada pod proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije.

2. Klasifikacija biootpada

Biorazgradivi otpad u gradu Zagrebu trenutačno se najvećim dijelom u sklopu komunalnog otpada odlaže na odlagalištu Jakuševac, a manjim dijelom, izdvojeni biootpad, koristi se u kompostani za proizvodnju komposta. Odlaganje na odlagalištu protivno je spomenutoj Europskoj direktivi o odlaganju otpada, a uz to se gubi i vrijedna sirovina za proizvodnju energije. U Nacrtu *Plana gospodarenja otpadom Grada Zagreba za razdoblje do 2015. godine*⁶ predviđena je biološka obrada izdvojeno sakupljenog biorazgradivog dijela komunalnog otpada u svrhu dobivanja bioplina. U tu svrhu planira se za obradu izdvojeno skupljenog biootpada iz domaćinstava, biljne mase iz uslužnih djelatnosti, te biljne mase skupljene s groblja, tržnica i prodajnih centara izgraditi objekt za proizvodnju bioplina. Sirovine pogodne za proizvodnju bioplina prema katalogu otpada navedene su u tablici 1.

Tablica 1. Sirovina pogodna za proizvodnju bioplina⁷

Naziv otpada	Ključni broj
Biorazgradivi otpad	20 02 01
Jestiva ulja i masti	20 01 25
Biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina	20 01 08
Otpad iz poljodjelstva, vrtlarstva, proizvodnje vodenih kultura, šumarstva, lova i ribarstva, pripremanje hrane i prerade	02

Količina plina koju je moguće proizvesti iz pojedine vrste otpada prikazane su u Tablici 2.

Tablica 2. Bioplinski potencijal različitih sirovina⁸

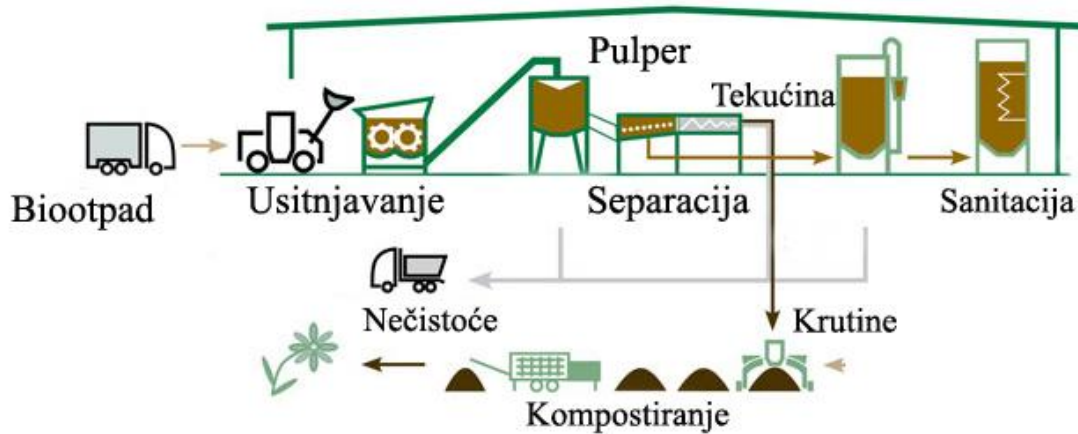
Vrsta supstrata	Količina bioplina (m ³ /tona)
Masti i ulja	961
Otpad iz pekarske industrije	714
Ostatci hrane	265
Otpad iz pivarske industrije	120
Ostatci krumpira	39
Zeleni otpad	100
Kukuruzna silaža	180
Klaonički otpad	30

Iz navedenog se može zaključiti da postoje značajne razlike i različiti odnos mase ulaznih sirovina i proizvedenog plina kod različitih postrojenja.

3. Postrojenja za proizvodnju bioplina

Zagrebački Holding, Podružnica Čistoća je započela s intenzivnijem skupljanjem biootpada iz kućanstava, tržnica, trgovačkih lanaca i sl. tijekom ove godine. Taj biootpad odlazi u kompostanu. Kompostana, zbog svojih tehničkih karakteristika može oporabiti samo čisti biootpad, bez primjesa anorganskog podrijetla. Međutim, velike količine biootpada dolaze u ambalažnim pakiranjima pa je prije ulaska u fermentore potrebno razdvojiti organski od anorganskog otpada. Također, jedan od problema u gradu Zagrebu, ali i u Republici Hrvatskoj su i nusproizvodi životinjskog podrijetla koji nisu za prehranu ljudi, tzv. „napoj“. *Pravilnik o nusproduktima životinjskog podrijetla koji nisu za prehranu ljudi*⁸ zabranjuje njihovo korištenje za prehranu životinja (nažalost to se i dalje prakticira). Zbog toga postrojenja za proizvodnju bioplina iz brojnih dostupnih vrsta biootpada u gradovima mora

sadržavati dio u kojem se odvija predtretman. U tom se dijelu procesa uklanjaju sve nečistoće . Shema takvog predtretmana prikazana je na slici 1.



Slika 1. Shematski dijagram procesa predtretmana

Prvi je korak, dakle, odvajanje ambalaže, a potom usitnjavanje otpada nakon čega slijedi likvefakcija u pulperu i separacija krutog i tekućeg dijela. Proces likvefakcije je pogodan za sve vrste biootpada. Tu se nepoželjni teški materijali talože i odvajaju, a tekuća faza i lakši materijali idu dalje u proces gdje dolazi do završne faze odvajanja pijeska i tvari sličnih karakteristika. Nakon mehaničkog tretmana, prekondicionirani supstrat se sprema u međuspremnik iz kojeg se odvodi u proces sanitacije.

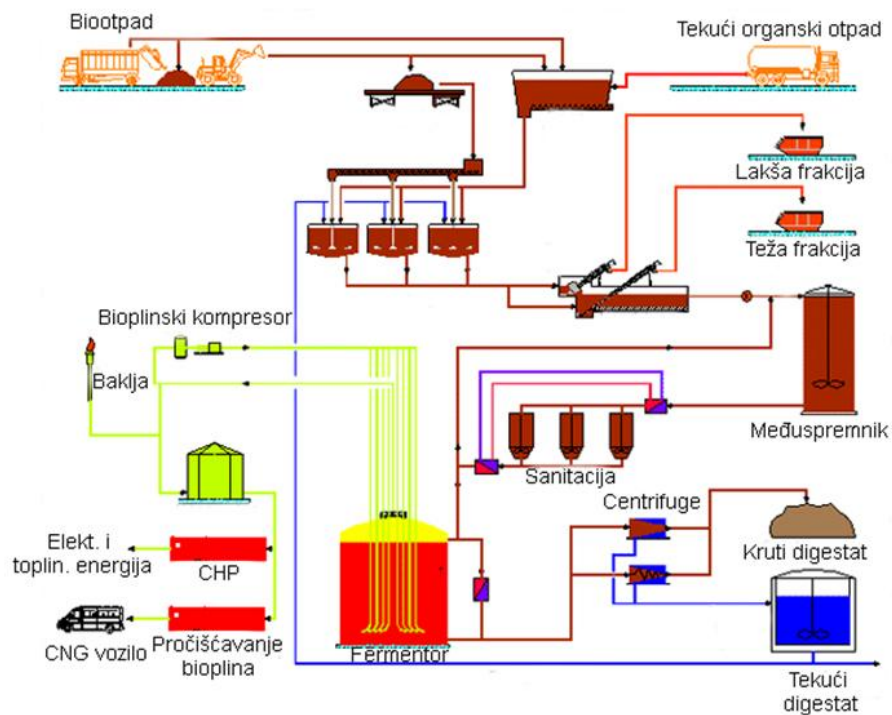
Slika jednog komercijalnog postupka predtretman prikazana je na slici 2.



Slika 2. Fotografija tipičnog postupka predtretmana⁹

S obzirom na karakteristike sirovina za proizvodnju bioplina iz biootpada, shema postrojenja za predtretman izgleda kao na slici 1.

Shema cjelovitog postrojenja prikazana je na slici 3.



Slika 3. Shema postrojenja za proizvodnju bioplina.

Kao što se vidi na slici 3., zavisno od odabrane namjene i završni dio postrojenja je različit. Naime, uključenje u gradsku mrežu ili primjena kao pogonskog sredstva u vozilima zahtjeva čišćenje plinske smjese koja je produkt anaerobnog vrenja. Taj dodatni sustav zahtjeva i dodatne investicije pa je ukupna cijena takvog postrojenja veća.

4. Količine i značajke bioplina

Za potrebe predstudije izvodljivosti na temelju direktnih upita i anketa napravljene su procjene količina pojedinih vrsta otpada što je navedeno u Tablici 3.

Tablica 3. Procijenjena količina biorazgradivog otpada u gradu Zagrebu

Ulazna sirovina	Količina (tona/god)	Suha tvar (%)	Bioplinski potencijal (m ³ /god)	Količina metana (m ³ /god)
Biootpad iz trgovina i kućanstava	5 000	20	500 000	340 000
Biootpad iz kuhinja i kantina	10 000	20	1 000 000	600 000
Biootpad s tržnica	3 000	20	300 000	180 000
Industrijski biorazgradivi otpad	1 000	20	100 000	60 000
Mliječni proizvodi i jaja	500	17	37 500	20 000
Ukupno	20 000		1 937 500	1 200 000

Prema Tablici 3. procjenjuje se da bi se u prvoj fazi moglo prikupiti oko 20 000 tona/godišnje. Na temelju nekih analiza u Gradu Zagrebu sadašnji miješani komunalni otpad sadrži oko 20% biootpada (70 000 tona) što bi bilo dovoljno za bioplinsko postrojenje snage preko 2MW.

Na temelju navedenih vrijednosti za bioplinski potencijal (Tablica 3.) izračunata je količina bioplina koja bi se proizvela u prvoj fazi izgradnje postrojenja i dobivena je vrijednost od 2 milijuna m³/godišnje.

Kao što je dobro poznato, bioplin je po svom kemijskom sastavu spoj metana (prirodni plin) i ugljikov dioksida (CO₂) s primjesama, pri čemu točan udjel pojedinih komponenata zavisi od karakteristika substrata.

Tablica 4. Prosječni sastav bioplina

Kemijski sastav	Koncentracija (vol %)
Metan	50-75
Ugljični dioksid	25-45
Vodena para	2-7
Kisik	< 2
Dušik	< 2
Vodikov sulfid	< 2
Amonijak	< 1
Vodik	< 1

Iskoristivost bioplina je višestruka:

- kao energent u kogeneracijskim postrojenjima za proizvodnju električne i toplinske energije;
- kao biogorivo (bioplin) u sredstvima javnog i komunalnog prijevoza;
- direktno spajanje s plinskom mrežom Grada Zagreba ili korištenje kao pogonskog goriva u javnom prometu Grada;

Ekonomska analiza napravljena je polazeći od strukture cijena postrojenja prikazane u

Tablici 5.

Tablica 5. Procijenjena vrijednost bioplinskog postrojenja

	Cijena, €
Predtretman	1 500 000
Anaerobni fermentacijski sustav	3 000 000
Kogeneracija	500 000
Sustav pročišćavanja bioplina	1 000 000
Ukupno	6 000 000

Dobiveni rezultati prikazani su ovdje u formi prihoda ostvarivog u različitim mogućim konfiguracijama (Tablica 6).

Tablica 6. Prihodi postrojenja temeljeni na različitim proizvodnim opcijama bioplina (20 000 t/god)

Tablica 6. Ekonomska analiza postrojenja za proizvodnju bioplina (20 000t/god)

Vrsta	Količine	Jedinična cijena	Kogeneracija / €	Bioplin (CNG)/ €	Plinska mreža/€
Električna energija	4 670 160 kWh	0,16€/kW	747 225	-	-
Toplinska energija	2 766 390 kWh	0,02 €/kW	55 327	-	-
Biometan	1 200 000 m ³ 860 400 kg	0,46€/m ³ 0,72€/kg (CNG)	-	619 488	552 000

Rezultati prikazani na Tablici 6. pokazuju da je prihod u slučaju kogeneracije (električna i toplinska energija) najveći. Za konačnu odluku potrebno je uzeti u obzir i druge faktore pa je cjelovita ekonomska analiza znatno složenija.

Tablica 7. Potencijalna proizvodnja energije postrojenja kapaciteta 70 000t/g

Vrsta	Količine
Električna energija	16 340 MWh
Toplinska energija	9 700 MWh
Biometan	4 200 000 m ³ (3 011 tona)

Izračunavanjem proizvedene energije iz biootpada u ekvivalentnu količinu dizela može se pokazati da je iz 70 000 t biootpada moguće dobiti količinu plina koja je ekvivalentna 3600 t fosilnog dizela. Drugim riječima, emisiju fosilnog ugljikovog dioksida moguće je proizvodnjom bioplina iz biootpada smanjiti za 11 000 t/god.

5. Zaključak

Proizvodnja bioplina iz biootpada koji se prikuplja u gradovima zahtjeva izgradnju postrojenja koje mora biti prilagođeno sastavu tog otpada. To znači da značajan dio investicije mora biti namijenjen predtretmanu ulazne sirovine kako bi se ona na adekvatan način pripremila za fermentaciju. Unatoč tome, može se izgraditi profitabilno postrojenje.

Međutim, mora se uvijek imati na umu da već ranije spomenuta dva bitna aspekta : radi se o zamjeni fosilnih izvora energije obnovljivim te se doprinosi zaštiti okoliša kroz energetske uporabu otpada koji se sada najvećim dijelom odlaže na odlagalište i smanjenju emisije stakleničkih plinova. U slučaju grada Zagreba, smanjenje emisije stakleničkih plinova prema navedenom izračunu iznosi oko 11 000 t/god. Napominjemo, u slučaju kompostiranja biootpada tog korisnog efekta nema! Zbog toga je izgradnja postrojenja za proizvodnju bioplina važan doprinos ostvarivanju ciljeva koji proizlaze iz obveza koje je Republika Hrvatska prihvatila kao odgovoran član međunarodne zajednice.

6. Literatura

- [1] Strategija gospodarenja otpadom (NN 130/05)
- [2] Zakon o otpadu (NN 178/04, 111/06, 60/08, 87/09)
- [3] Zakon o energiji (NN 68/01)
- [4] Waste Frame Directive (2008/98/EC)
- [5] Landfill Directive (1999/31/EC)
- [6] Nacrt Plana gospodarenja otpadom u gradu Zagrebu za razdoblje do 2015. godine
- [7] Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada (NN 50/05)
- [8] Basisdaten Biogas, Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V. (2005)
- [9] Pravilnik o nusproduktima životinjskog podrijetla koji nisu za prehranu ljudi
(NN 87/09)