

Josip Puljko
Agroproteinka-Energija d.o.o.
Josip.puljko@agroproteink-energija.hr

BIOPLINSKO POSTROJENJE AGROPROTEINKA-ENERGIJA SNAGE 1MW

SAŽETAK

U Sesvetskom Kraljevcu izgrađeno je bioplinsko postrojenje za proizvodnju električne energije i toplinske energije. Investitor postrojenja je tvrtka Agroproteinka-Energija d.o.o.

Bioplinsko postrojenje je kogeneracijskog tipa instalirane snage 1 MW električne energije, te kao produkt proizvedene električne energije, proizvodi se otprilike 1 MW toplinske energije. Toplinska energija se koristi za potrebe tehnologije bioplinskog postrojenja. Dio topline koristi u postrojenju Agroproteinke d.d., za potrebe njihovih tehnoloških procesa. Sirovina za proizvodnju bioplina je biorazgradivi organski otpad. U to ulazi otpadna hrana iz bolnica, restorana, hotela, škola, vrtića, te hrana iz trgovina pod istekom roka trajanja. Sirovina koja je ušla u bioplinsko postrojenje, nakon što odradi svoj proces, vraća se na polja kao gnojivo za obogaćivanje tla za budući rast.

Ključne riječi: bioplinsko postrojenje, Agroproteinka, Agroproteinka-Energija, bioplin, kogeneracija, otpad

BIOGAS PLANT AGROPROTEINKA-ENERGIJA POWER OF 1MW

SUMMARY

In Sesvetski Kraljevec was built biogas plant for production of electrical and heat energy. Investor of this biogas plant is company Agroproteinka-Energija d.o.o.

Biogas plant is cogeneration type of production with installed electrical power of 1 MW, and as byproduct of electrical energy we get around about 1 MW of heat energy. Heat energy is used for the needs of biogas plant and part of heat energy is used for purpose of the production Agroproteinke d.d. Material for production of the biogas is biodegradable organic waste. In this category, we are using kitchen waste from hospitals, restaurants, hotels, kindergartens and food waste from the markets. Material that enters the biogas plant, after he done his work, is returned on the field as organic fertilizer to enrich the soil for, further grow.

Key words: biogas plant, Agroproteinka, Agroproteinka-Energija, biogas, cogeneration, waste

1. UVOD

U Zagrebačkoj županiji, u Sessvetskom Kraljevcu izgrađeno je bioplinsko postrojenje za proizvodnju električne energije i toplinske energije. Investitor postrojenja je tvrtka Agroproteinka-Energija d.o.o.

Postrojenje je završeno početkom 2017. godine te je sredinom godine započelo sa isporukom električne energije u HEP-ovu mrežu.

Bioplinsko postrojenje je kogeneracijskog tipa instalirane snage 1 MW električne energije te kao produkt proizvedene električne energije, proizvodi se otprilike 1 MW toplinske energije. Toplinska energija se koristi za potrebe tehnologije bioplinskog postrojenja. Dio topline koristi se u postrojenju Agroproteinke d.d., za potrebe njihovih tehnoloških procesa.

Sirovina za proizvodnju bioplina je biorazgradivi organski otpad. U to ulazi otpadna hrana iz bolnica, restorana, hotela, škola, vrtića, te hrana iz trgovina pod istekom roka trajanja.

Sirovina koja je ušla u bioplinsko postrojenje, nakon što odradi svoj proces, vraća se na polja kao gnojivo za obogaćivanje tla za daljnje agrikulture.

Ovim projektom tvrtka Agroproteinka d.d. svojim djelatnostima zatvara svoj **zeleni krug**.

2. AGROPROTEINKA-ENERGIJA D.O.O.

2.1. Strateški plan

Prema definiciji iz Strategije energetskeg razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09) bioplin je plinovito gorivo dobiveno anaerobnom razgradnjom organskih tvari. Sirovine za proizvodnju bioplina su otpad iz stočarske proizvodnje i otpad iz uzgoja životinja (gnojevka, izmet i/ili otpad iz poljoprivredne proizvodnje (silaža, travne smjese i sl.). U manjoj mjeri bioplin se proizvodi i od otpada iz agroindustrije i prehrambene industrije, klioničkog otpada i komunalnog otpada.

Također, RH potiče proizvodnju i uporabu bioplina, kao i domaću proizvodnju bioplinskih postrojenja.

Predviđena lokacija bioplinskog postrojenja smještena je na rubnom dijelu grada Zagreba, u Sesvetama u poslovnoj zoni. Područje predstavlja jednu od vodećih proizvodno gospodarskih zona grada Zagreba jer su u najbližem susjedstvu smještene mnoge proizvodne tvrtke. Mikrolokacija predviđenog pogona nalazi se u smjeru istoka na udaljenosti 2 km od naseljenog područja Sessvetskog Kraljevca.

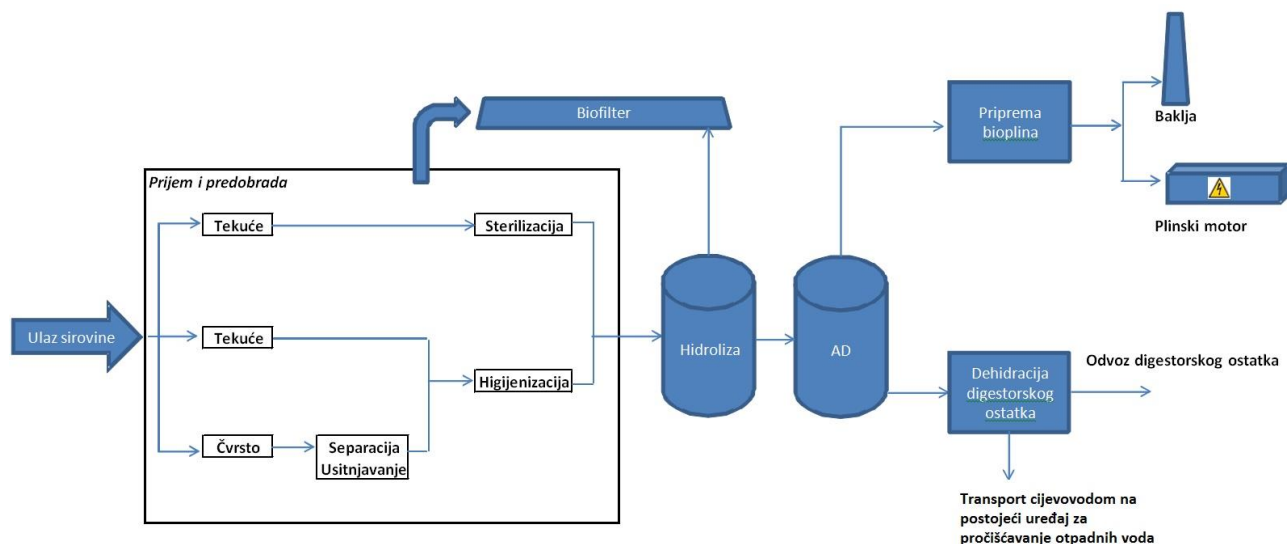
Predviđeno bioplinsko postrojenje počelo je sa gradnjom početkom 2016. godine kao sestrinska tvrtka postrojenja tvrtke Agroproteinka d.d. Završetak građevinskih i strojarskih radova, te ishodovanje uporabne dozvole je završeno u lipnju 2017. godine.

Poduzeće Agroproteinka-Energija d.o.o. ima dugoročni cilj zauzimanja vodeće pozicije na tržištu prikupljanja i prerade biorazgradivog kuhinjskog otpada na području grada Zagreba i šire okolice.

Izgradnjom i radom bioplinskog postrojenja planirana je proizvodnja cca 3,8 milijuna Sm³/god bioplina, odnosno cca 8 GWh/god električne energije, pare u količini cca 4.000 t/god, odnosno topline 3 GWh/god.

3. TEHNIČKI OPIS RADA POSTROJENJA

Opis bioplinskog postrojenja prikazat će se slijedom od prijema do konačne proizvodnje bioplina. Tehnološki proces proizvodnje bioplina prikazan je na slici 1.



Slika 1. Tehnološki proces proizvodnje bioplina

3.1. Prihvat i predobrada

Prije prijehata i predobrade, sva ulazna sirovina se evidentira, važe i istovaruje u više prihvatnih spremnika, što ovisi o vrsti agregatnog stanja (tekuće, čvrsto). Tekuće sirovine pune se u spremnike sa miješalicom, a ostale u prihvatni bazen sa pužnim transporterom.

Ukoliko ulazna sirovina dolazi u čvrstom agregatnom stanju, odnosno umotana u ambalažni materijal, istu je potrebno deambalažirati i sortirati preko detektora metala i separatora, nakon čega se usitnjava na komade manje od 12 mm i transportira na higijenzaciju. Ambalažni otpad se odvaja i odlaže u objektu smještene posebne kontejnere koji se prazne putem ovlaštenog poduzeća.

Nakon higijenzacije u posudu se dodaje potrebna količina vode, kako bi se dobila suha tvar od 9 %. Nakon higijenzacije i sterilizacije, sirovina se pumpa u hidrolizni reaktor.

U objektu za predobradu instalirana je slijedeća oprema:

- za kuhinjski otpad, bivšu hranu prihvatni bazen volumena 50 m³
- za tekući otpad, dva spremnika volumena 22,5 m³, te jedan spremnik volumena 30 m³
- za bivšu hranu (zapakiranu) privremeno odlagalište, gdje se zapakirani materijali mogu privremeno odložiti u prijemnom dijelu zgrade

3.2. Hidroliza

Hidrolizni reaktor se koristi i kao spremnik sirovine preko vikenda. Sirovina se temperira na 45°C i istodobno drobi na što manje komade pomoću dva mješača. Sirovina se iz hidroliznog reaktora periodično pumpa u digestor.

U hidroliznom reaktoru pH iznosi od 3,5 do 4,5. Hidrolizni reaktor nije priključen na razvod plina, jer se u njemu formira uglavnom CO₂, ali i drugi plinoviti produkti razgradnje koje je prije ispuštanja u okoliš potrebno pročititi pomoću biofiltera. Sirovina se miješa putem mješala, da se stvori homogenizirani supstrat.

3.3. Digestor

U digestoru se održava temperatura 40°C i proizvodi bioplin. Digestor se puni do 99% volumena digestora, a ostalo popunjava bioplin. Supstrat se stalno miješa i grije preko toplinskih izmjenjivača na temperaturi od 40°C. U digestoru se supstrat teoretski zadržava 45-60 dana.

Digestor se puni sirovinom iz hidrolize svaka dva sata u jednakim intervalima zadanom količinom supstrata.

Zadana količina supstrata se određuje prema sljedećim parametrima koji se sustavno prate:

- kemijska analiza sirovine u hidrolizi
- kemijskoj analizi supstrata u digestoru
- proizvodnji bioplina koja regulira snagu i rad otto motora

3.4. Postfermentor

Kako se digestor puni svaka dva sata jednako, tako je potrebno prazniti ga u jednakim intervalima. Supstrat koji izlazi iz digestora odlazi u postfermentor, gdje se skladišti. Postfermentor se još koristi, uz skladište supstrata i kao plinohram.

Plinohram je spremnik plina koji se kontinuirano proizvodi. Plinohram Agroproteinke-Energije ima kapacitet otprilike od dva do tri sata rada postrojena.

U postfermentor se dovodi i manja količina zraka, kako bi se postigao koncentrat kisika od 1 %. Uloga kisika je da se spriječi formiranje H₂S. Uklanjanjem H₂S čuva se ulje u motoru, a time se produljuje sami radni vijek ulja i motora.

Proizvedeni plin se prenosi u dio za pripremu bioplina prije plinskih motora.

3.5. Priprema bioplina

Prije korištenja bioplina u kogeneracijskom postrojenju, isti se treba pripremiti. Naime, iz digestora bioplin dolazi zasićen vodom i onečišćen ostalim primjesama te se mora filtrirati i osušiti, što se postiže hlađenjem te ponovnim grijanjem. Količina vlage utječe na kalorijsku vrijednost i na stupanj iskorištenja - Sm³/kWh. U fazi hlađenja kondenzat se uklanja i odvodi.

Filteri bioplina su sačinjeni od dva spremnika u kojima se nalazi aktivni ugljen. Plin se, prolazeći kroz aktivni ugljen, pročišćava te mu aktivni ugljen dodatno smanjuje razinu H₂S-a.

3.6. Kogeneracijska jedinica

Kogeneracijska jedinica sastoji se od otto motora s generatorom, te parnog kotla.

Motor je tvrtke Jenbacher, sestrinske tvrtke G.E. To je četverotaktni plinski motor sa 20 cilindara, hlađen vodom, a punjen smjesom - pomoću turbo punjača na ispušni plin. Motor se napaja mješavinom plina s viškom zraka, da bi se već prilikom izgaranja smanjile emisije.

Snaga motora je 1095 kW i daje snagu na generatoru 1 MW. Motor radi stalnom brzinom od 1500 okretaja/minuti. Električna efikasnost cijelog sklopa motora i generatora iznosi 40,9%. [1]

Kao nusprodukt proizvodnje električne energije nastaju dva izvora toplinske energije. Jedan izvor toplinske energije su ispušni dimni plinovi, dok je drugi izvor toplinske energije voda za hlađenje motora.

Motor pri radu ispušta dimne plinove koji prelaze preko parnog kotla. Temperatura dimnih plinova koristi se za proizvodnju pare. Dimni plinovi ulaze u parni kotao sa temperaturom od 550°C te izlaze iz parnog kotla sa 275°C. Tako ispušni dimni plinovi predaju toplinsku energiju. Predaja se vrši putem cijevnog registra koji zagrijava vodu na 160 stupnjeva pod tlakom od 6-7 bara. U tom trenutku se postiže para.

Nastala para pod tlakom odlazi cjevovodom u Agroproteinke d.d. gdje se koristi za daljnje potrebe tehnoloških procesa.

Voda za hlađenje motora postiže temperaturu 90°C. Njezina toplinska energija se predaje preko pločastog izmjenjivača topline drugom krugu grijanja, koji vodi prema pogonu bioplinskog postrojenja. Unutar bioplinskog postrojenja, toplinska se energija od hlađenja motora koristi za zagrijavanje hidroliznog tanka, digestorskog tanka, higijenizaciju, grijanje pogona preko kalorifera, grijanje uredskih prostorija te grijanje potrošne tople vode.

Kada motor radi na 1 MW, postrojenje za iskorištenje toplinske energije proizvodi:

- na parnoj strani 350 kW
- na strani vode za hlađenje motora 550 kW

To ukupno iznosi 900 kW dodatne energije koja se akumulira i troši za potrebe Agroproteinke d.d. i Agroproteinke-Energije d.o.o.

3.7. Baklja

Sva su bioplinska postrojenja opremljena bakljom. Baklja je sigurnosni element koji u slučaju prestanka rada motora preuzima ulogu spaljivanja viška plina.

Višak plina nastaje u trenutku kada motor prestane raditi, a biologija unutar digestora i dalje proizvodi bioplin. Kapaciteti plinohrama su ograničeni, a višak plina se mora spaliti, kako ne bi došlo do propuštanja na tankovima.

U tom trenutku baklja ima naredbu za paljenje viška plina. Snaga baklje je veća od snage motora za 20 %, kako bi bio osiguran normalan rad baklje.

3.8. Skladištenje i otpremanje digestata

Sirovina koja je završila u postfermentoru, tzv. digestat, se mora dalje otpremati kako novi digestat dolazi iz digestora.

Postoje dva modela otpreme na bioplinskom postrojenju Agroproteinke-Energije.

3.8.1. Otpremanje digestata u lagunu

Prvi model je otpremanje digestata iz postfermentora u lagunu u neposrednoj blizini bioplinskog postrojenja.

Unutar tog modela, u dogovorenim ciklusima, cisterna dolazi na bioplinsko postrojenje. Priklijućkom se hermetički spaja na postfermentor te se puni do punog kapaciteta same cisterne. Nakon toga se odvozi do prve lagune, gdje se prazni.

Same lagune su konstruirane tako da imaju vodonepropusno dno, kako materijal koji se ispušta u njih zemlja ne bi direktno propuštala prema podzemnim vodama.

Digestat iz lagune kasnije se koristi kao organsko gnojivo za polja, gdje se potrebnom mehanizacijom nanosi u dozvoljenim periodima godine.

3.8.2. Dehidracija digestata

Drugi model omogućava otpremanje digestata cjevovodom na dekanter. To je uređaj za dehidraciju supstrata. Time bi se preostala kruta tvar iz digestata izdehidrirala te postigla tvar vlažnosti oko 40-50%. Takva tvar bi se također mogla koristiti kao kruto gnojivo.

Voda koja bi se izdehidrirala iz digestata, odlazila bi na otpadne vode. Na otpadnim vodama bi prošla proces pročišćavanja, gdje bi se nakon cijelog procesa mogla ponovno vratiti u bioplinsko postrojenje - za potrebe deambalažiranja.

4. ANALIZA STANJA NA TRŽIŠTU OTPADA I ŽNP

Bijela knjiga postavlja nacionalne i međunarodne okvire s ciljem smanjenja emisija stakleničkih plinova, za emisije ugljičnog dioksida predviđeno je smanjenje za 60 posto do 2050 godine, sa značajnim napretkom do 2020.

Tehnologija proizvodnje bioplina iz biorazgradivog otpada u skladu je sa strateškim ciljevima Europske unije. Hrvatska je postavila cilj da do 2020 proizvodi minimalno 13,6% električne energije iz obnovljivih izvora energije. (Uredba o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz OIE i kogeneracije. [2])

Europska Direktiva o odlagalištima otpada postavlja ciljeve za smanjenje količine biorazgradivog otpada na odlagalištima. Hrvatska je postavila cilj da do 2020, smanji količine odlaganja biorazgradivog otpada na 35 posto biorazgradivog otpada odloženog u 1997 godini. Količina otpada koji nastaje u Hrvatskoj raste za 1% godišnje. Obradom biorazgradivog otpada u bioplin postiže se, da takav otpad ne završava na odlagalištu nego se reciklira.

U području gospodarenja otpadom u Europskoj uniji uzete su u obzir sljedeće hijerarhijske mjere gospodarenja otpadom:

- prevencija stvaranja otpada,
- priprema otpada za ponovnu uporabu,
- recikliranje otpada
- ostalo zbrinjavanje otpada (spaljivanje)
- odlaganje otpada.

Otpad namijenjen uporabi je otpad sve dok se ne preradi u korisni materijal ili energiju, odnosno dok se ne pripremi za ponovno korištenje.

Hrvatski krovni zakoni o gospodarenju otpadom su Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. do 2015 i Zakon o otpadu.

Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05)

Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. do 2015. godine (NN 85/07, 126/10, 31/11)

Zakon o otpadu (NN 178/04, 111/06, 60/08, 87/09)

Plan gospodarenja otpadom u Hrvatskoj 2007-2015, obuhvaća i postupanje s nusproizvodima životinjskog podrijetla.

Plan jasno postavlja ciljeve za smanjenje odlaganja biorazgradivog otpada. Do 2020 godine potrebno je smanjiti količinu odloženog biorazgradivog otpada na 35% od onoga što je odloženo 1997.

Ciljevi cjelovitog gospodarenja otpadom su u najvećoj mogućoj mjeri:

- Smanjiti količinu otpada koji nastaje;
- Smanjiti količinu otpada koji se odlaže na deponij s primarnim vađenjem korisnog otpada;
- Smanjenje biorazgradivog otpada na odlagalištima
- Smanjenje negativnih utjecaja odlagališta otpada na okoliš, klimu i ljudsko zdravlje;
- Gospodarenje otpadom po načelu održivosti;
- Energetska uporaba otpada za proizvodnju energije.

Planom gospodarenja otpadom su planirani centri za gospodarenje otpadom, gdje se komunalni otpad prije konačnog odlaganja na odlagalište, mehanički i biološki obrađuje. Za posebne kategorije otpada, uključujući ŽNP u planu je između ostalog spomenuto, da se ŽNP K3 prerađuje u bioplin i gnojivo. "Za nusproizvode životinjskog porijekla nužno je uspostaviti nadzor nad uginulim životinjama kako ne bi došlo do širenja zaraznih bolesti. Svi objekti za uzgoj stoke trebaju se registrirati u Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva (MPŠVG), Upravi za veterinarstvo, dobiti veterinarski kontrolni broj, voditi evidenciju o uzgoju i broju uginule stoke. Na temelju te evidencije iz proračuna MPŠVG-a treba osigurati sredstva za subvencioniranje troškova zbrinjavanja nusproizvoda životinjskog porijekla.

Kako bi se uspostavio učinkovit sustav zbrinjavanja nusproizvoda životinjskog porijekla potrebno je sljedeće:

- sagraditi najmanje pet sabirališta za privremeno čuvanje nus-proizvoda životinjskog porijekla na temperaturi ne većoj od 4 °C u Vukovarsko srijemskoj županiji, Istarskoj, Koprivničko-križevačkoj, Splitsko-dalmatinskoj, Zadarskoj županiji;

- uvesti nove tehnologije obrade nusproizvoda životinjskog porijekla, III. kategorije koristeći ih za proizvodnju električne energije, topline – bioplina i visokovrijednih gnojiva,

Modernizacijom kafilerije otvorenog tipa Agroproteinka d.d. ispunjeni su osnovni zahtjevi u skladu s kriterijima EU-a, a koji se odnose na objekte za toplinsku obradu nusproizvoda životinjskog porijekla. Postojeći kapaciteti za obradu nusproizvoda životinjskog porijekla tako zadovoljavaju tržište, no potrebno je osigurati učinkovito prikupljanje i pojačati rad inspekcije. [3]

Zakonodavstvo postavlja standarde za obradu ŽNP, uključujući kuhinjski otpad koji se koristi u kompostani ili bioplinskom postrojenju. Cilj veterinarskog zakonodavstva je zaštititi zdravlje ljudi i životinja sprečavanjem širenja patogena poput salmonelle ili E.coli. Anaerobna digestija opremljena uređajem za pasterizaciju je odobrena za uništavanje mikroorganizama.

Prema podacima organizacije UN-a za hranu i poljoprivredu (FAO) u svijetu se svake godine, odbaci 1,3 milijardi tona hrane, što je trećina sve proizvedene hrane. U Sjedinjenim Državama godišnje se odbacuje 27 posto proizvedene hrane, od čega su dvije trećine voće, povrće, mlijeko, žitarice i proizvodi od šećera. U Velikoj Britaniji, odbacuje se 19 posto kupljene hrane, a u Austriji godišnje se odbaci 166.000 tona hrane. U Austriji, domaćinstva odbacuju svake godine u prosjeku za 400 dolara hrane, u SAD-u je trošak odbačene hrane u prosjeku 755 dolara po kućanstvu. Procjenjuje se da se u europskim zemljama, EU 27 odbaci 67 kg hrane po osobi godišnje. [4]

Ukupni utjecaj otpada nastalog od hrane na emisije CO₂ procjenjuje se na najmanje 170 milijuna tona CO₂ eq. godišnje u Europi s prosjekom od 1,9 t CO₂/t hrane (otpada). U ovome su obuhvaćeni svi životni ciklusi otpadne hrane, poljoprivrede, prerada hrane, prijevoz, skladištenje, potrošnja i krajnji učinak. Ova brojka predstavlja oko 3% od ukupnih emisija u EU 27 u 2008. [5]

5. ANALIZA TRŽIŠNIH MOGUĆNOSTI

5.1. Karakteristike materijala

Bioplin se može dobiti od skoro bilo kojeg organskog materijala koji sadrži dovoljan udio organske tvari. Iznimno je važno pravilno korištenje materijala ili mješavine materijala s ciljem postizanja veće učinkovitosti metana.

Za proizvodnju bioplina mogu se koristiti različite sirovine: stajski gnoj, gnojevka i gnojnica, žetveni ostatak, organski otpad iz mliječne industrije, organski otpad iz prehrambeno-prerađivačke industrije, organska frakcija mulja nastala pročišćavanjem otpadnih voda, organski otpad iz kućanstava i ugostiteljske djelatnosti, biljke proizvedene kao energetske nasadi i ostalo.

Biorazgradivi materijali s dobrim prinosom bioplina su:

- otpad iz pekarske industrije

- otpadna ulja i masti
- flotati
- kuhinjski otpad
- energetske biljke, biomasa (kukuruz, trava, djetelina, stočna repa, kolač od uljane repice, suncokreta, itd.).
- životinjski nusproizvodi kategorije 2 i 3 (sadržaj probavnog trakta, sadržaj želuca, krv, ostali klaonički proizvodi).

Za preradu u bioplinskom postrojenju su zanimljivi sljedeći supstrati:

Supstrat	Kategorija (ŽNP)/otpad	Prinos m3 bioplina/t sirovine
Masti	K2	800-1400
Ulja i masnoće iz Mastolovaca	Otpad	20-302
Flotati (mljekare, klaonice, preh. industrija)	K2	63-325
Bivša hrana	Otpad ili K3	45-140
Biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina	K3	50-220
Mlijeko	K3	50-111
Krv	K3	48-118

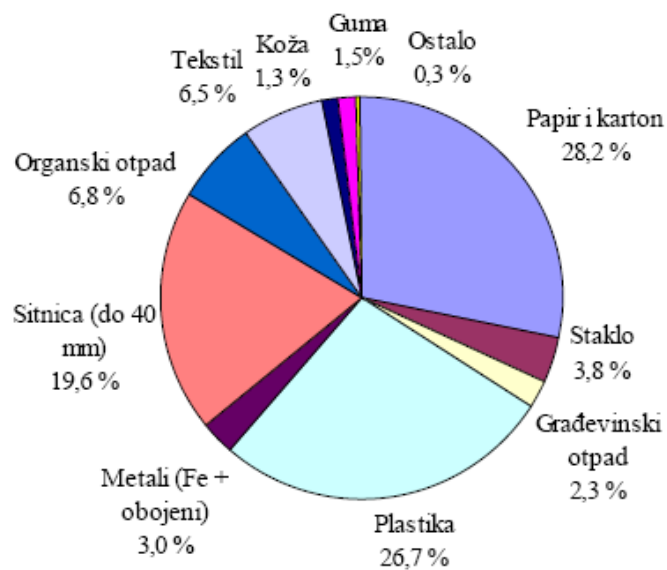
Tablica 1. Prinos bioplina za tržišno zanimljive supstrate ŽNP po kategorijama (K2 i K3) i otpad

Bioplin se iz navedenih sirovina može dobiti ako su pomiješane u prikladnim omjerima. Degradacija organske tvari i prinos bioplina ovisi uglavnom o sastavu sirovina. Najbolji za anaerobnu razgradnju su masti, ugljikohidrati i proteini. Udio pojedinih sirovina utječe na kvalitetu proizvedenog bioplina, (postotak metana itd).

5.2. Analiza tržišta nabave

Bioplinsko postrojenje će obraditi lokalni biorazgradivi otpad i životinjske nusproizvode. Procesom anaerobne biorazgradnje, obradit će se lokalni biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina. Stalni izvor otpada je takozvani kuhinjski otpad iz restorana, bolnica, hotela, škola i vrtića, domova za starije osobe, sirotišta, vojarna, studentskih domova, kao i otpad iz prehrambene industrije, maloprodaje i bivše hrane (to-date). Povremeni izvori su ostaci iz pivovara, ostaci od kruha, vina, ulja i masti iz mastolovaca.

Prema Agenciji za zaštitu okoliša, ukupna količina otpada prikupljenog u Zagrebu u 2007. bila je oko 344.493 t/g. Sastav komunalnog otpada je prikazan na slici 2. Organski otpad predstavlja 6,8% udjela u komunalnom otpadu.



Slika 2. Sastav Komunalnog otpada iz Grada Zagreba (2007.)

Odvojeno sakupljanje organskog kuhinjskog otpada nije regulirano. Očekuje se da će se uskoro početi provoditi po kućanstvima i u javnim ustanovama, u kontekstu javnih usluga.

Za grad Zagreb je napravljena procjena potencijalnog otpada iz bolnica, sirotišta, domova, vrtića, studentskih domova, osnovnih škola, hotela, restorana, vojarna i tržnica. Procijenjena je količina otpada iz proizvodnje piva, vina i ostale agro industrije. Studijom iz 2008. je zaključeno da je dostupno 122 800 tona godišnje.

Biorazgradivi otpad	tona/g
Bolnice	2760
Sirotište	394
Domovi za njegu	762
Dječji vrtići	1548
Studentski domovi	509
Osnovne škole	1374
Hoteli	303
Restorani	2000
Vojarne	930
Ukupno	10 580
Tržnice Zagreb:	7245
Industrija	
Pivovarski ostaci	59 500
Kvasac	2040
Dijatomejska zemlja za filtraciju	1259

Mulj od čišćenja otpadnih voda	3250
Vinogradarstvo	1560
Uljare	8300
Voće i povrće	4574
Masti i ulja iz mastolovaca	4500
UKUPNO:	122 808

Tablica 2. Sastav otpada na tržištu

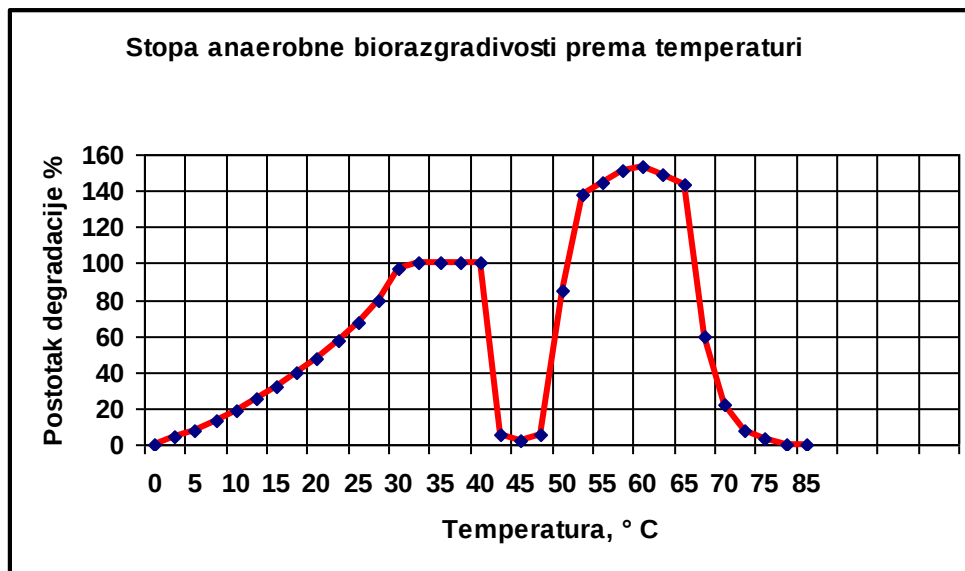
5.2.1. Sakupljanje sirovina

Tvrtka će za sakupljanje većine sirovina (80%) koristiti svoje osoblje, vozila i opremu. Predviđena je kupnja 2 vozila nosivosti do 4,6 tona i 4 vozila nosivosti do 1,5 t.

Za prikupljanje kuhinjskog otpada u restoranima, školama, itd. potrebno je osigurati 1500 komada 60 litarskih bačvi.

6. BIOLOGIJA BIOPLINSKOG POSTROJENJA

Za proizvodnju bioplina može se koristiti više vrsta procesa. Najčešće korišteni su mezofilni i termofilni proces. U mezofilnom procesu, razgradnja se odvija u temperaturnom području 38-42 °C. Na toj temperaturi, prilagođene metanogene bakterije prerađuju organske tvari i proizvode bioplin. U termofilnom procesu, specifične termofilne metanogene bakterije rade u temperaturnom rasponu od 52°C do 59°C.

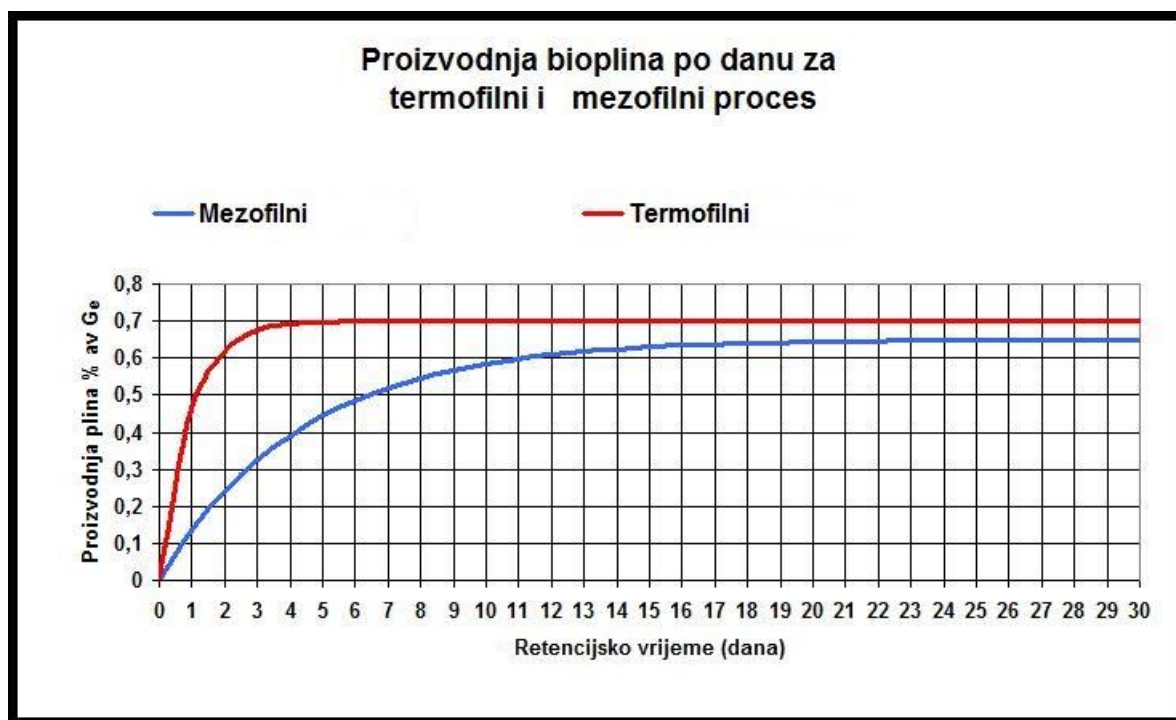


Slika 3. Stopa anaerobne biorazgradivosti organske tvari kod različitih temperatura

Graf na Slici 3. pokazuje da je temperaturni raspon između 42 i 48 °C nepovoljan, jer je temperatura previsoka za mezofilne bakterije, a preniska za termofilne bakterije.

Stopa degradacije također ovisi o sastavu supstrata. Za sam proces iznimno su važni parametri pH i hlapive masne kiseline (VFA), temperatura i retencijsko vrijeme.

U uvjetima niže temperature, metabolizam radi sporije, a time je za proizvodnju bioplina potrebno više vremena. Uobičajeno retencijsko vrijeme u mezofilnom procesu iznosi između 30-40 dana. Termofilni proces je ubrzan (retencijsko vrijeme 10-20 dana), ali troši više topline i manje je stabilan.



Slika.4. Retencijsko vrijeme supstrata za mezofilni i termofilni proces

Prednosti mezofilnog procesa prema termofilnom procesu:

- Sirovina se razrjeđuje s vodom, da se dobije odgovarajući viskozitet supstrata i da se smanji sadržaj amonijaka u supstratu. Dodavanjem vode supstrat se hladi na temperaturu oko 35°C, tako da je potrebno minimalno dogrijavanje na 40°C u digestorima. U slučaju termofilnog procesa potrebno je dodatno zagrijavanje supstrata u hidrolizi na 55°C.
- Potrošnja energije za održavanje temperature u digestorima (na 55°C) je veća u termofilnom procesu.
- U mezofilnom procesu nije potrebno hlađenje digestorskog ostatka.
- Mezofilni proces je stabilniji od termofilnog. Potencijal inhibicije procesa odražava se sporije (npr. inhibicija amonija). Obujam digestora kod mezofilnog procesa je veći i promjene u kvaliteti sadržaja digestora su sporije nego kod termofilnog procesa.

Najveća prednost mezofilnog procesa je manja potrošnja energije. Na ulazu supstrata nema potrebe za dodatnim grijanjem nakon toplinske obrade i razrjeđivanja, dok na izlazu digestata nema potrebe za hlađenjem.

Za grijanje 1 t čiste vode (35°C do 55°C) potrebno je 83 600 kJ tj. 23,22 kWh.

Kod hlađenje potrebna je električna energija za napajanje uređaja za hlađenje.

6.1. Odabran biološki proces za Agroproeinku-Energiju

Za rad bioplinskog postrojenja Agroproteinke-Energije odabran je mezofilni proces anaerobne razgradnje organskog otpada za proizvodnju bioplina. U tom procesu organski otpad se melje, termički obrađuje zbog higijenskih zahtjeva i drži u okruženju bez prisutnosti kisika na temperaturi od 40 °C.

Mikroorganizmi razgrađuju materijal. Krajnji proizvodi anaerobne razgradnje su:

- metan (CH_4) i ugljikov dioksid (CO_2) = bioplin,

Ostatak raspada je gnojivo, koje se može upotrijebiti tekuće ili kao tvrdi kompost, nakon dehidracije.



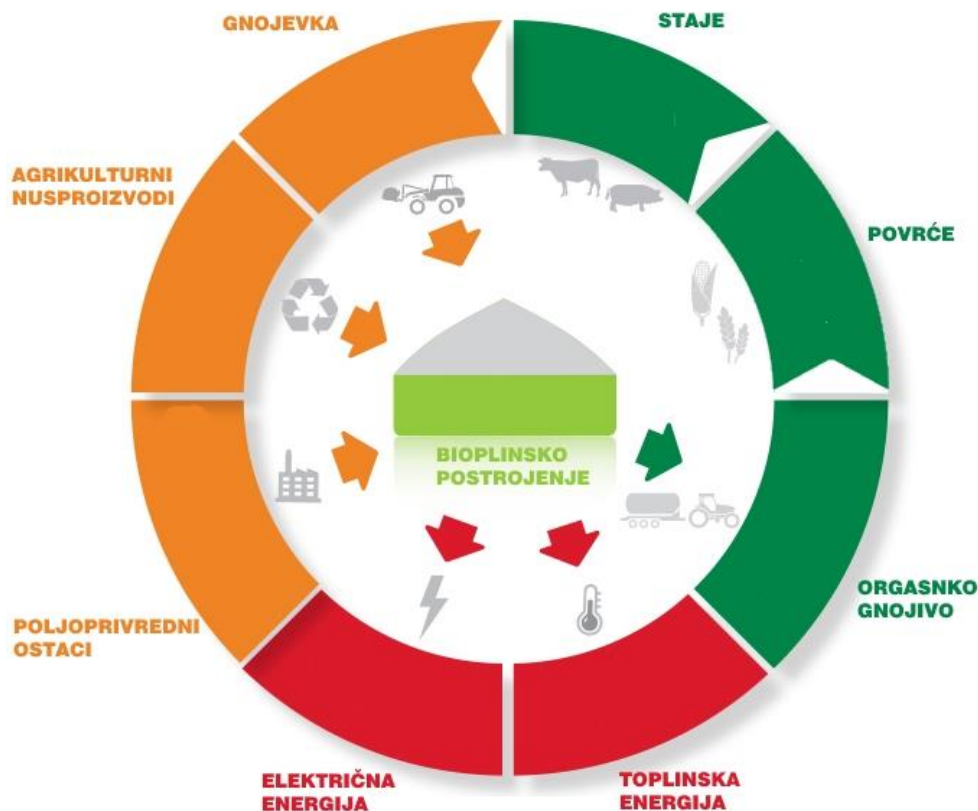
Slika 5. Princip dobivanja bioplina

Koraci u procesu dobivanja bioplina prikazani su na Slici 5. Proces se mogu odvijati paralelno u vremenu i prostoru unutar spremnika za digestiju (fermentatoru). Faza hidrolize može biti odvojena. Brzina ukupnog procesa razlaganja je jednaka najsporijoj reakciji u nizu.

6.2. Zatvoreni ciklus hranjivih tvari

Proces proizvodnje bioplina - od proizvodnje supstrata pa do korištenja digestata kao gnojiva - čini zatvoreni ciklus hranjivih tvari. Količina ugljikovih spojeva (C) smanjuje se postupkom digestije, pri čemu se metan (CH_4) koristi za proizvodnju energije, a ugljikov dioksid (CO_2) se ispušta u atmosferu te je ponovo vezan u biljke tijekom fotosinteze.

Dio ugljikovih spojeva ostaje u digestatu. Oni povećavaju sadržaj ugljika u tlu, ukoliko se digestat koristi u gnojivne svrhe. Proizvodnja bioplina se može dobro integrirati u konvencionalnu i ekološku poljoprivredu, gdje digestat zamjenjuje mineralna (umjetna) gnojiva, proizvedena uz veliki utrošak fosilnih goriva.



Slika 6. Zatvoreni održivi ciklus bioplina

7. ZAKLJUČAK

Bioplinsko postrojenje Agroproteinka-Energija snage 1MW trenutno je tehnološki najnaprednije postrojenje takve vrste u Hrvatskoj.

Otvaranjem novih radnih mjesta i zbrinjavanjem problematičnog biološki razgradivog otpada, od velike je društvene važnosti, kako za grad Zagreb tako i za cijelu Hrvatsku. Na taj način smanjujemo gomilanje otpada na odlagalištima, stvaramo novu vrijednost u obliku električne i toplinske energije te proizvodimo organsko gnojivo koje se ponovno vraća u prirodan ciklus.

8. LITERATURA

- [1] JGS 320 GS-B.LC, priručnik za rukovanje Jenbacher motora
- [2] NN 33/07, NN 8/11
- [3] NN 85/07 Plan gospodarenja otpadom
- [4] Reuters / STA, 11/28/11
- [5] Preparatory study on food waste across EU-27, listopad 2010.