

# Obnovljivi izvori energije dobiveni na bioplinskim postrojenjima

---

**Haban, Tomislav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:833609>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-15**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tomislav Haban

Preddiplomski stručni studij Mehanizacija u poljoprivredi

**OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE DOBIVEN NA  
BIOPLINSKIM POSTROJENJIMA**

Završni rad

Vinkovci, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tomislav Haban

Preddiplomski stručni studij Mehanizacija u poljoprivredi

**OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE DOBIVEN NA  
BIOPLINSKIM POSTROJENJIMA**

Završni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnoga rada:

1. prof. dr. sc. Mladen Jurišić, predsjednik
2. dr. sc. Domagoj Zimmer, član
3. prof. dr. sc. Goran Heffer, član

Vinkovci, 2020.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. MATERIJAL I METODE .....	2
2.1. Obnovljivi izvori energije.....	2
3. BIOPLIN.....	3
3.1. Proces proizvodnje bioplina .....	3
3.2. Faze anaerobne digestije.....	6
3.3. Prednosti korištenja tehnologije bioplina .....	8
3.3.1. Smanjenje emisije stakleničkih plinova i ublažavanje globalnog zagrijavanja ...	9
3.3.2. Smanjenje ovisnosti o uvozu fosilnih goriva .....	9
3.3.3. Stvaranje novih radnih mjesta .....	10
3.3.4. Fleksibilno i učinkovito korištenje bioplina.....	10
3.3.5. Digestat kao proizvod stvaranja bioplina .....	10
3.3.6. Fleksibilnost u korištenju različitih vrsta biomase .....	10
3.3.7. Smanjenje pojave neugodnih mirisa i insekata .....	11
4. OPIS BIOPLINSKOG POSTROJENJA.....	12
4.1. Povijest tvrtke Energija Gradec d.o.o. ....	12
4.2. Tijek tehnološkoga procesa bioplinskog postrojenja.....	13
4.3. O pogonu bioplinskog postrojenja Vinka.....	14
4.4. Skladištenje i dopremanje biomase .....	15
4.5. Doziranje krutih sirovina u mješaće jame .....	16
4.6. Doziranje tekućih sirovina u fermentore .....	19
4.7. Fermentori i postfermentori .....	20
4.8. Plinski motor.....	21
4.9. Plinska baklja.....	22
4.10.Sustav za nadzor i prikupljanje podataka .....	23
4.11. Generator .....	24
4.12.Transformatorska stanica i električna mreža .....	25
5. REZULTATI I RASPRAVA .....	26
5.1. Koristi bioplina.....	27
6. ZAKLJUČAK .....	28
7. LITERATURA.....	29

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski stručni studij Mehanizacija u poljoprivredi

Završni rad

Tomislav Haban

### **Obnovljivi izvor energije dobiven na bioplinskim postrojenjima**

#### **Sažetak:**

Analiziran je proces proizvodnje bioplina i električne energije u bioplinskom postrojenju Vinka. Pogon se sastoji od istosmjernih i izmjeničnih motora, različitih snaga potrebnih za njihovu radnju. Cijeli sadržaj je popraćen odgovarajućim skicama, slikama i shemama pomoću kojih možemo približiti sliku rada ovakvog pogona. Ukazano je na neracionalno iskorištavanje konvencionalnih izvora energije te o problemima koje takav resurs izaziva. Osim iscrpljivanja neobnovljivih resursa, problem za koji se dugo zna, je i zagađenje okoliša. Uporabom obnovljivih izvora energije, konkretnije biomase, moglo bi se u potpunosti zamijeniti tradicionalne izvore energije, čime bi se smanjila i emisija štetnih plinova u atmosferi. Jedan od obnovljivih izvora energije upravo je bioplin, proizvod biomase.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, bioplin, biomasa, električna energija, pogon, istosmjerni motor, izmjenični motor

Završni rad je pohranjen u knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Professional study Mechanization in agriculture

Final work

Tomislav Haban

### **Renewable energy source obtained from biogas plants**

#### **Summary:**

The process of biogas and electricity production in Vinka biogas plant has been analyzed. The drive consists of DC and AC motors. The entire content is accompanied by appropriate sketches, images and diagrams with which we can get a closer picture of the operation of this plant.

It has been pointed out by this resource about the irrational use of conventional energy source and the problems caused by it. In addition to depleting non-renewable resources, a long-known problem is environmental pollution. The use of renewable energy sources, more specifically biomass, could completely replace traditional energy sources, which would also reduce the emission of harmful gases into the atmosphere.

Keywords: renewable energy sources, biogas, biomass, electricity, drive, DC motor, AC motor

Final work is archived in library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek



## 1. UVOD

Tijekom povijesti električna se energija većinom proizvodila iz neobnovljivih izvora energije kao što su ugljen, nafta i plin. Međutim, budući da je njihova količina ograničena te ima poguban utjecaj na okoliš, potrebno je naći nove izvore koje bi mogli koristiti u proizvodnji električne energije.

Novi izvori energije imaju naziv obnovljivi izvori energije. U obnovljive izvore energije pripada biomasa, snaga vjetra, sunčeva energija, geotermalna energija, hidro energija te energija plime i oseke.

U završnom radu će se opisati pogon bioplinskog postrojenja Vinka u vlasništvu Energije Gradec d.o.o. te će se objasniti ciklus proizvodnje električne energije čiji je glavni emergent biomasa. Bioplinsko postrojenje ima gotovo u potpunosti automatiziran process koji iskorištava biomasu nastalu na farmama Pik-a Vinkovci i tvornice za preradu voća i povrća Vinka d. d.

Krajnji proizvod, električnu energiju, tvrtka prodaje hrvatskom nacionalnom distributeru električne energije – HEP-u, a višak se proizvedene električne energije vraća u process gdje se upotrebljava za grijanje fermentora i postfermentora.

## 2. MATERIJAL I METODE

### 2.1. Obnovljivi izvori energije

Današnja je globalna opskrba energijom ovisna o fosilnim izvorima (sirova nafta, lignit, željezna ruda, ugljeni prirodni plin). Ovi izvori energije fosilizirani su ostaci biljaka i životinja koji su stotinama milijuna godina bili izloženi visokim temperaturama i tlaku unutar Zemljine kore. Upravo su zbog toga fosilna goriva neobnovljivi izvori energije, čije se reserve iscrpljuju znatno brže nego što se stvaraju nove (Labudović, 2002.).

Vrhunac korištenja naftnih izvora definiran je kao „trenutak u kojem je dostignuta maksimalna proizvodnja sirove nafte, nakon kojeg će razina proizvodnje nadalje padati. Obnovljivi izvori energije u hrvatskom se Zakonu o energiji (NN, 120/12) definiraju kao: „izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično, posebno energija vodotoka, vjetra, ne akumulirana sunčeva energija, bio dizel, biomasa, bioplin, geotermalna energija i tako dalje. ” Obnovljivi izvori energije su oni koji se dobivaju iz prirode te se mogu obnavljati pa se sve više koriste zbog svoje mogućnosti onečišćenja prema okolišu (Labudović, 2002.).

Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske (NN, 130/09) temeljni je dokument kojim se utvrđuje energetska politika i planira energetskega razvoj zemlje za razdoblje do 2020. godine, donesen s ciljem usklađenja sa strateškim dokumentima Europske unije. Strategija nudi rješenja za sigurnost opskrbe energijom, konkurentnost energetskega sektora i održivost energetskega sustava.

U Europi i drugim industrijaliziranim područjima, glavni razlog za razvoj obnovljivih izvora energije je okoliš, posebice zabrinutost u vezi s globalnim klimatskim promjenama i potrebom za poboljšanjem sigurnosti i raznolikosti opskrbe energijom. U zemljama u razvoju, obećavaju novu nadu za obnovljive izvore primarne energije u regijama bez konvencionalne energije i pružaju priliku za održivi razvoj (Ošljaj, 2010.).

Prema Šikiću (2016.), u obnovljive, neiscrpe izvore energije svrstavaju se:

- neposredno iskorištenje sunčeva zračenja (solarna ili sunčeva energija),
- vodne snage (neovisno o tome u kako se velikim hidroelektranama iskorištavaju), hidroenergija;
- energija vjetra (eolska energija)



- energija morskih valova i morskih struja
- unutarnja toplina vode (mora), zraka i tla
- energija plime i oseke
- energija biomase (uključivo ogrjevno drvo), koja se može koristiti na obnovljivi način, tako da ukupni trošak u pojedinom razdoblju bude jednak ili manji od prirasta biomase u tom razdoblju
- energija sadržana u otpadu (biorazgradivom komunalnom i industrijskom te biljnom i životinjskom) koji je također obnovljiv
- energija bioplina, nastaje fermentacijom ekskrementa domaćih životinja te organskih otpadaka iz kućanstava, vrtlarstva, voćarstava, poljoprivrede i industrije.

### **3. BIOPLIN**

Bioplin je mješavina plinova koja nastaje fermentacijom biorazgradivog materijala u okruženju bez kisika (Šljivac, 2009.; Špicnagel, 2014.; Šikić, 2016.). Dobiva se iz organskih materijala, a lakši je od zraka 20 % i bez mirisa je i boje. Postoje dva osnovna tipa organske razgradnje: aerobna (uz prisustvo kisika) i anaerobna (bez prisustva kisika). Dobiveni se bioplin najčešće koristi za dobivanje toplinske ili električne energije izgaranjem u kotlovima, plinskim motorima ili turbinama (Šljivac, 2009.). Bioplin, to jest smjesa plinova u kojoj je većina metan, može se dobiti od svake biomase.

#### **3.1. Proces proizvodnje bioplina**

U Europi postoje mnoge vrste postrojenja za proizvodnju bioplina kategoriziranih prema tipu supstrata od kojih se bioplin proizvodi ili prema primijenjenoj tehnologiji. Bioplinska postrojenja koja koriste stajsko gnojivo kategorizirana su kao poljoprivredna postrojenja za bioplin, koja osim stajskog gnoja koriste i druge pogodne organske ostatke (Ošlaj, 2010.).

Prema Šikiću, aerobna digestija (fermentacija) proizvodi ugljični dioksid, amonijak i ostale plinove u malim količinama, veliku količinu topline i konačni proizvod koji se može upotrijebiti kao gnojivo. S druge strane, anaerobna digestija je proces razgradnje složenih

organskih spojeva, djelovanjem različitih mikroorganizama (Špicnagel, 2014.), koji se mora odvijati u zatvorenom sustavu bioplinskog postrojenja (fermentoru) u strogo kontroliranim uvjetima, odnosno, bez prisutnosti kisika (Bilandžija i sur., 2009.). Pri anaerobnoj digestiji kao produkt nastaju digestat i bioplina. U prirodi se može pronaći i na morskom dnu, kao i u želucima preživača.

Anaerobna digestija proizvodi metan, ugljični dioksid, nešto vodika i ostalih plinova u tragovima, vrlo malo topline i konačni proizvod sa većom količinom dušika nego što se proizvodi pri aerobnoj fermentaciji. Takvo gnojivo sadrži dušik u mineraliziranom obliku (amonijak) koje biljke mogu brže preuzeti nego organski dušik što ga ini posebno pogodnim za oplemenjivanje obradivih površina. Anaerobna digestijase odvija samo u specifičnim uvjetima među kojima su ulazna pH vrijednost ulazne mješavine između 6 i 7, potrebna temperatura od 25 do 35 °C te određeno vrijeme zadržavanja mješavine u digestoru. Najzastupljeniji plin u smjesi je metan. Energetska vrijednost bioplina povezana je sa sadržajem metana, stoga je cilj svakog procesa anaerobne digestije postići visoki udio metana u bioplina. Na svojstva bioplina i udio metana u bioplina utječe i kemijski sastav supstrata koji se upotrebljava, vrsta bioreaktora te procesni uvjeti pri kojima se provodi proces anaerobne digestije (Špicnagel, 2014.).

S obzirom na raznovrsnost supstrata koji se dodaju u postrojenje, postoje dva osnovna tipa digestije – monodigestija pri čemu se koristi jedan supstrat i koodigestija, što bi obuhvaćalo korištenje dva ili više supstrata. Potrebno je naglasiti kako je u 21. stoljeću zastupljenija koodigestija zbog prisutnosti različitih sirovina (Špicnagel u Došen, 2014.).

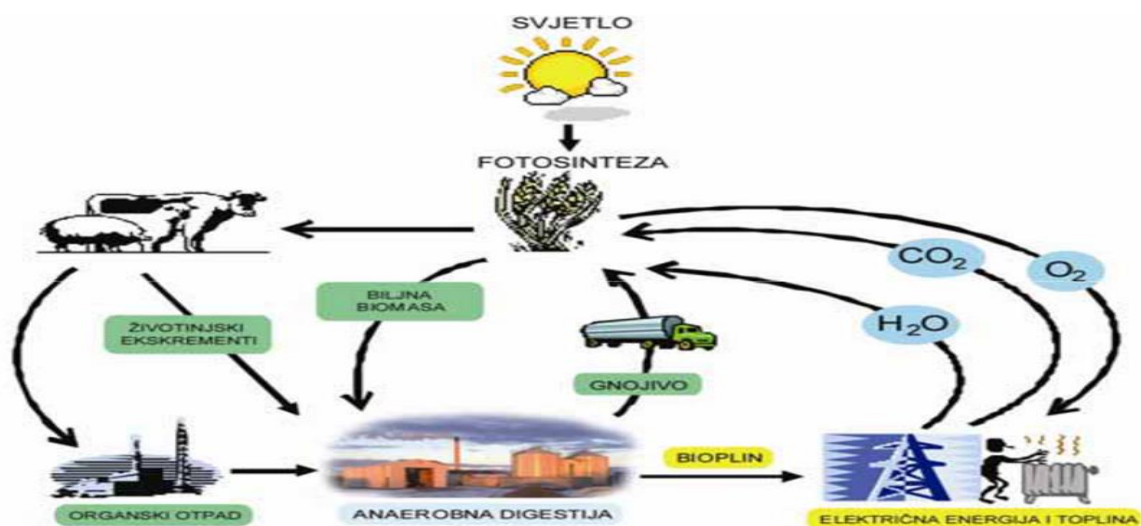
Biomasa koja se koristi za proizvodnju bioplina je raznovrsna. Kao što je vidljivo u tablici 1., kao sirovina se može koristiti razgradivi organski otpad iz poljoprivredne i prehrambene industrije biljnog i životinjskog podrijetla, otpadni muljevi, kao i energetske usjevi u koje pripadaju na primjer, kukuruz, sirak, različite vrste trava, djetelina i slično (Bilandžija i sur., 2009.).

Tablica 1 .Vrste sirovina i prinos metana t/ST različitih supstrata za proizvodnju bioplina.

(Izvor: Vemejlka, 2015.)

Vrsta supstrata	Organska tvar	C:N omjer	Suha tvar (ST) %	Prinos bioplina m <sup>3</sup> /kg
Svinjski izmet	Ugljikohidrati, bjelančevine, masti	3-10	3-8	0,25-0,50
Izmet goveda	Ugljikohidrati, bjelančevine, masti	6-20	5-12	0,20-0,30
Izmet peradi	Ugljikohidrati, bjelančevine, masti	3-10	10-30	0,35-0,60
Iznutrice –NŽP	Ugljikohidrati, bjelančevine, masti	3-5	15	0,4-0,68
Slama	Ugljikohidrati i masti	80-100	70-90	0,15—0,35
Otpad od voća		35	15-20	0,25-0,50

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<sub>4</sub>) koristi za proizvodnju energije, a ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) se ispušta u atmosferu i biva ponovo vezan u biljke tijekom fotosinteze. Nešto ugljikovih spojeva ostaje u digestatu. Oni povećavaju sadržaj ugljika u tlu ako se digestat koristi u gojidbene svrhe. Proizvodnja bioplina može se dobro integrirati u konvencionalnu i ekološku poljoprivredu, gdje digestat zamjenjuje mineralna (umjetna) gnojiva, proizvedena uz veliki utrošak fosilnih goriva (Došen, 2017.). Na slici 1. prikazan je zatvoreni održivi ciklus bioplina.

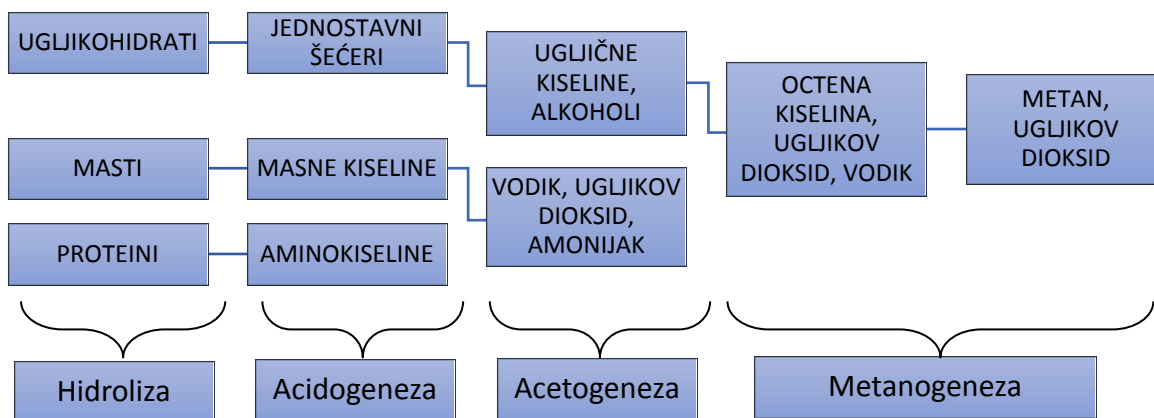


Slika 1. Održivi ciklus proizvodnje bioplina AD

(Izvor:www.big-eust.eu)

### 3.2. Faze anaerobne digestije

Proces nastanka bioplina rezultat je niza povezanih procesnih koraka tijekom kojih se sirovina razlaže na sve jednostavnije spojeve, sve do nastanka bioplina. U pojedinim fazama proizvodnje djeluju specifične grupe mikroorganizma. Pojednostavljeni dijagram anaerobne digestije prikazan je na slici 2. na kojoj su naglašene četiri glavne faze u procesu nastanka bioplina: hidroliza, acidogeneza, acetogeneza i metanogeneza.



Slika 2. Glavne faze anaerobne digestije

(Izvor:Vemejlka Z., 2015.)

### **3.2.1. Hidroliza**

Hidroliza je prva faza anaerobne digestije u kojoj dolazi do hidrolize složenih organskih tvari hidroliziraju na jednostavne spojeve, a razgradnja se odvija pod utjecajem hidrolitičkih bakterija, odnosno odgovarajućih enzima. Ako se u procesu koristi poljoprivredni otpad, ova faza limitira proces. Poljoprivredni otpad je po kemijskom sastavu lingo celuloza, a lignin je, za razliku od ostalih sastavnica lingo celuloze (celuloza, hemiceluloza), spoj koji hidrolitičke bakterije ne mogu razgraditi (Špicnagel, 2014.).

### **3.2.2. Acidogeneza**

U drugoj fazi, fazi acidogeneze, produkti hidrolize se, djelovanjem acidogenih bakterija razlažu do jednostavnijih komponenti. To jest, jednostavni šećeri, aminokiseline i masne kiseline se razlažu u acetate, ugljikov dioksid i vodik (70 %), kao i u hlapljive masne kiseline i alkohole (30 %) (Špicnagel, 2014.).

### **3.2.3. Acetogeneza**

U fazi acetogeneze, hlapljive masne kiseline i alkoholi oksidiraju u acetat, vodik i ugljikov dioksid. Acetogenezu provode isključivo anaerobne bakterije iz roda *Propionibacterium spp.*, *Syntrophobacter spp.* i *Synthromonas spp.* Potrebno je naglasiti kako se acetogeneza i metanogeneza odvijaju usporedno, a nastali vodik u ovoj fazi se tijekom metanogeneze transformira u metan (Špicnagel, 2014.).

### **3.2.4. Metanogeneza**

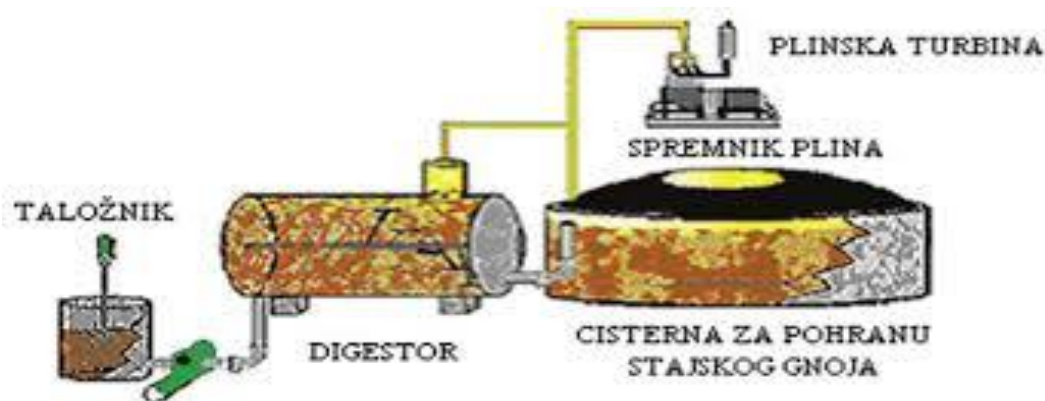
Ovo je najosjetljiviji i najsporiji dio anaerobne digestije u kojoj se proizvodi većina metana. Proces provode anaerobne bakterije a većina metana, čak oko 70 %, nastaje iz acetata, dok preostalih 30 % nastaje iz reakcije vodika i ugljikovog dioksida.

Koraci u procesu dobivanja bioplina prikazani na slici 5. odvijaju se paralelno u vremenu i prostoru spremnika za digestiju (fermentatora). Brzina ukupnog procesa razlaganja jednaka je najsporijoj reakciji u nizu.

Proizvodnja bioplina vrhunac dostiže u fazi metanogeneze. Bakterije koje provode metanogenezu izuzetno su osjetljive na nagle promjene kemijsko-fizikalnih parametara u

fermentoru (temperatura, pH, kisik...) pa treba voditi brigu da se ne pretjera s unosom sirovina, kako bi ovi čimbenici ostali u podnošljivim granicama za metanogene bakterije (Špicnagel, 2014.).

Postrojenje za proizvodnju bioplina naziva se digestor. Budući da se u njemu događaju različite kemijske i mikrobiološke reakcije, poznat je i kao bioreaktor ili anaerobni reaktor. Glavna mu je funkcija da pruži anaerobne uvjete. Mora biti nepropustan za zrak i vodu. Može se napraviti od različitih materijala i različitih oblika i veličina, a to ovisi uglavnom o sirovini koja će se upotrijebiti. Sustavi namijenjeni za digestiju tekuće ili vrste sirovine uglavnom se pune i prazne pomoću crpki. Kompletni digestorski sustav se sastoji od jame za sakupljanje gnojiva, spremnika za miješanje, cijevi za odvođenje, digestora, spremnika i sustava za iskorištavanje plina kao što je prikazano na slici 3.



*Slika 3. Proces dobivanja bioplina*

*(Izvor: Gašić M., 2018.)*

### **3.3. Prednosti korištenja tehnologije bioplina**

Na globalnoj razini potencijal proizvodnje energije iz biomase smatra se vrlo visokim, potencijal biomase se može jednoznačno povezati sa potencijalom bioplina. Ipak, istraživanja ukazuju na to da se danas vrlo mali dio tog potencijala koristi. Europska udruga za biomasu (European Biomass Association - AEBIOM) procjenjuje da se energija proizvedena iz biomase može povećati sa 72 Mtoe iz 2004. godine na 220 Mtoe u 2020. (Osman, 2015.). Najveći potencijal za povećanje je u poljoprivrednoj biomasi. Prema

procjenama 20 - 40 Mha zemljišta u EU moglo bi se koristiti za proizvodnju energije, bez utjecaja na opskrbu hranom u Europskoj uniji.

Proizvodnja i korištenje bioplina iz anaerobne digestije ima pozitivan učinak na okoliš i društveno-gospodarsku korist za društvo u cjelini kao i za uključene poljoprivrednike. Samim time poboljšava se životni standard i doprinosi ekonomskom i socijalnom razvoju (Došen, 2017.).

### ***3.3.1. Smanjenje emisije stakleničkih plinova i ublažavanje globalnog zagrijavanja***

Iskorištavanjem fosilnih goriva u koje spadaju lignit, mrki ugljen, sirovu naftu ili prirodni plin, dolazi do oksidacije ugljika čijim se izgaranjem oslobađa energija, a posljedično se u atmosferu ispušta ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ). Povećanjem koncentracije ugljikovog dioksida u atmosferi dolazi do globalnog zatopljenja. Izgaranjem bioplina također se oslobađa  $\text{CO}_2$ , no razlika u odnosu na fosilna goriva je u tome što je  $\text{CO}_2$  iz bioplina nedugo prije oslobađanja bio apsorbirani za atmosfere fotosintetskom aktivnošću biljaka. Korištenjem bioplina proces ugljika zatvoren je u kratkom vremenu. Proizvodnjom bioplina anaerobnom digestijom smanjuju se emisije metana ( $\text{CH}_4$ ) i dušikovog oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) do kojih dolazi tijekom odlaganja i korištenja stajskog gnoja. Korištenjem bioplina supstituira se potrošnja fosilnih goriva za proizvodnju energije i pogonskog goriva te se na taj način znatno smanjuje emisija  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  i  $\text{N}_2\text{O}$ , što pridonosi ublažavanju pojave globalnog zatopljenja (Šikić, 2016.)

### ***3.3.2. Smanjenje ovisnosti o uvozu fosilnih goriva***

Opće je poznato kako su fosilna goriva ograničena na određena geografska područja, ali i količinom. Zemlje koje ne pripadaju tim naftom bogatim područjima i imaju trajno nesiguran status i ovisne su o uvozu energenata. Razvoj i unapređenje sustava obnovljivih izvora energije, kao što je bioplin iz aerobne digestije, povećat će stabilnost nacionalne opskrbe energijom i smanjiti ovisnost o uvozu energenata.

### **3.3.3. Stvaranje novih radnih mjesta**

Poticanjem razvoja nacionalnog bioplinskog sektora omogućava se širenje i otvaranje novih tvrtki koje predstavljaju značajan ekonomski potencijal koji će ekonomski osnažiti ruralna područja i stvoriti nova radna mjesta. U usporedbi s korištenjem fosilnih goriva iz uvoza, proizvodnja bioplina anaerobnom digestijom zahtijeva znatno više radne snage za proizvodnju, prikupljanje i transport supstrata, proizvodnju tehničke opreme, izgradnju, upravljanje i održavanje bioplinskih postrojenja i ostalih operacija vezanih za rad postrojenja.

### **3.3.4. Fleksibilno i učinkovito korištenje bioplina**

Bioplin je fleksibilan energent primjenjiv za različite potrebe. U zemljama u razvoju najjednostavnija primjena bioplina je za kuhanje i rasvjetu. U mnogim europskim zemljama bioplin se koristi i kao energent za kogeneracijsku proizvodnju topline i električne energije. Bioplin se uz doradu i pročišćavanjem može uključiti i u sustav postojeće mreže prirodnog plina ili koristiti kao pogonsko gorivo u vozilima (Šikić, 2016.).

### **3.3.5. Digestat kao proizvod stvaranja bioplina**

Postrojenje za proizvodnju bioplina ne proizvodi samo energiju. Biomasa preostala nakon anaerobne razgradnje organske tvari – digestat – predstavlja vrijedno gnojivo, bogato dušikom, fosforom, kalijem i mikro nutrijentima. Za rasprostiranje po poljoprivrednoj površini može se koristiti ista mehanizacija koja se koristi za svježi stajski gnoj i gnojnicu. U usporedbi sa svježim stajskim gnojem, digestat ima znatno bolja gnojidbena svojstva zahvaljujući homogenosti i većoj hranidbenoj vrijednosti, boljem omjeru ugljika i dušika te gotovo potpunom nedostatku neugodnog mirisa (Šikić, 2016.).

### **3.3.6. Fleksibilnost u korištenju različitih vrsta biomase**

Za proizvodnju bioplina mogu se koristiti različite sirovine: stajski gnoj, gnojovka i gnojnica, žetveni ostatak, organski otpad iz mliječne industrije, organski otpad iz prehrambeno-prerađivačke industrije, organska frakcija mulja nastala pročišćavanjem



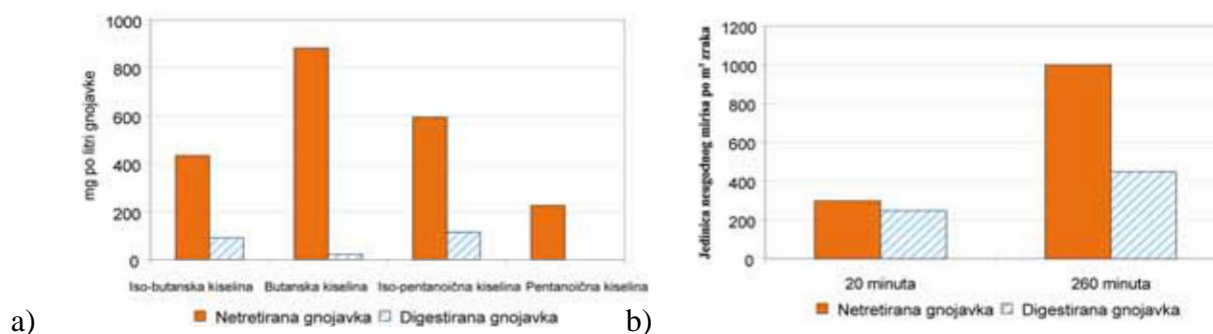
otpadnih voda, organski otpad iz kućanstava i ugostiteljske djelatnosti, biljke proizvedene kao energetske nasadi i ostalo. Bioplin se može prikupljati i s odlagališta otpada (Šikić, 2016.).

Jedna od glavnih prednosti proizvodnje bioplina mogućnost je korištenja tzv. mokre biomase kao sirovine. Primjeri mokre biomase su otpadni mulj od pročišćavanja otpadnih voda, muljeviti ostaci iz mljekarskih i svinjogojskih farmi ili mulj iz prehrambene industrije u kojem je udio vlage od 60 % do 70 %.

U posljednjih se deset godina na veliko koriste brojni energetske usjevi (pšenica, kukuruz, uljana repica i ostalo) kao sirovina za proizvodnju bioplina. Osim ovih sirovina, sve vrste poljoprivrednih ostataka usjeva, koji su zbog nekog razloga neprihvatljivi za prehranu ljudi i životinja (primjerice, propali usjevi uslijed vremenskih nepogoda) mogu biti korišteni za proizvodnju bioplina i gnojiva.

### 3.3.7. Smanjenje pojave neugodnih mirisa i insekata

Skladištenje i primjena gnojnice, stajskog gnoja i različitog organskog otpada uzrokuju pojavu neugodnih mirisa te privlače insekte. AD reducira nastanak neugodnih mirisa za gotovo 80 %. Digestat gotovo i nema miris, a miris amonijaka nestaje nekoliko sati nakon primjene. Na slici 4. prikazano je smanjenje pojave neugodnog mirisa putem AD.



Slika 4. a) Koncentracija neugodnih mirisa i hlapivih masnih kiselina u ne tretiranom i tretiranom stajskom gnoju. b) Koncentracija neugodnih mirisa u uzorku zraka uzetom na polju nakon aplikacije stajskog gnoja i digestata.

(Izvor: [www.lemvigbiogas.com](http://www.lemvigbiogas.com))

## 4. OPIS BIOPLINSKOG POSTROJENJA

Uvidom u pogon i dostupnu dokumentaciju potrebno je proučiti i opisati proizvodnju i to od početne sirovine (biomase) do konačnog proizvoda (električne i toplinske energije) u pogonu elektrane na biomasu "Vinka". Posebna je pažnja posvećena procesima te nadzoru i upravljanju istih pogona. Sadržaj je popraćen odgovarajućim skicama, slikama i shemama koje daju viziju rada i funkcije ovakvoga pogona.

### 4.1. Povijest tvrtke Energija Gradec d.o.o.

Bioplinsko postrojenje Vinka u vlasništvu tvrtke Energija Gradec d.o.o. te se nalazi na potezu između mjesta Jarmina i grada Vinkovaca u Vukovarsko-srijemskoj županiji, a od Vinkovaca je udaljeno 5 km. Bioplinsko postrojenje sagrađeno je 2014. godine. Postrojenje se sastoji od pogona ukupne snage 2 MW. U pogonu postoje dvije mješače jame za doziranje sirovina, dva fermentora, dva postfermentora, dva bioplinskamotora, dva generatora, baklja za spaljivanje viška bioplina i bazena za skladištenje tekućeg digestata (end-lagera). Cijeli process proizvodnje gotovo je u potpunosti automatiziran. Biomasa koju tvrtka koristi za proizvodnju električne energije je stajska gnojnica, stajnjak i kukuruzna silaža. Biomasu potrebnu za rad tvrtka nabavlja na farmama Pik-a, kooperanti Pik-a Vinkovci i tvornice za preradu voća i povrća Vinka d.d. Izgled bioplinskog postrojenja prikazan je na slici 5.



*Slika 5. Prikaz bioplinskog postrojenja Vinka*

*(Izvor: Haban, 2020.)*

Tvrtka Energija Gradec d.o.o. osnovana je 2011. Godine, a od 2019. godine u vlasništvu je grupacije Fortenova grupe – grupacije Agrokor d.d. Tvrtka Energija Gradec d.o.o. bavi se proizvodnjom, distribucijom i trgovinom električne energije iz obnovljivih izvora energije te su zaključena ulaganja u pet bioplinskih postrojenja (Gradec, Mitrovac, Popovac, Ovčara i Vinka) ukupne snage 10 MW.

Svoje poslovanje postrojenja temelje na ekološkom pristupu zbrinjavanju nusproizvoda i otpadnih tvari iz poljoprivredne proizvodnje, prerađivačkih, prehrambenih i skladišnih kapaciteta te maloprodaje i veleprodaje. Proces proizvodnje električne energije obavlja se iz obnovljivih izvora energije, pri čemu istovremeno nastaje i toplinska energija i organsko gnojivo.

#### **4.2. Tijek tehnološkoga procesa bioplinskog postrojenja**

Doziranje krutih sirovina vrši se putem dozirnih mješačkih jama u kojim se sirovina miješa s tekućim supstratom iz postfermentora. Punjenje dozirnih mješačkih jama obavlja se strojem za utovar (teleskopski manipulator). Iz mješačke jame, te preko procesnih pumpi, sirovina dolazi do fermentora, te se miješanjem homogenizira sa sadržajem fermentora.

Tekućase faza, odnosno gnojevka, putem kamionskih cisterni transportira od farme do prijemne jame na postrojenju, gdje se dodatno homogenizira i miješa te se u fermentore dozira putem cjevovoda i pumpe.

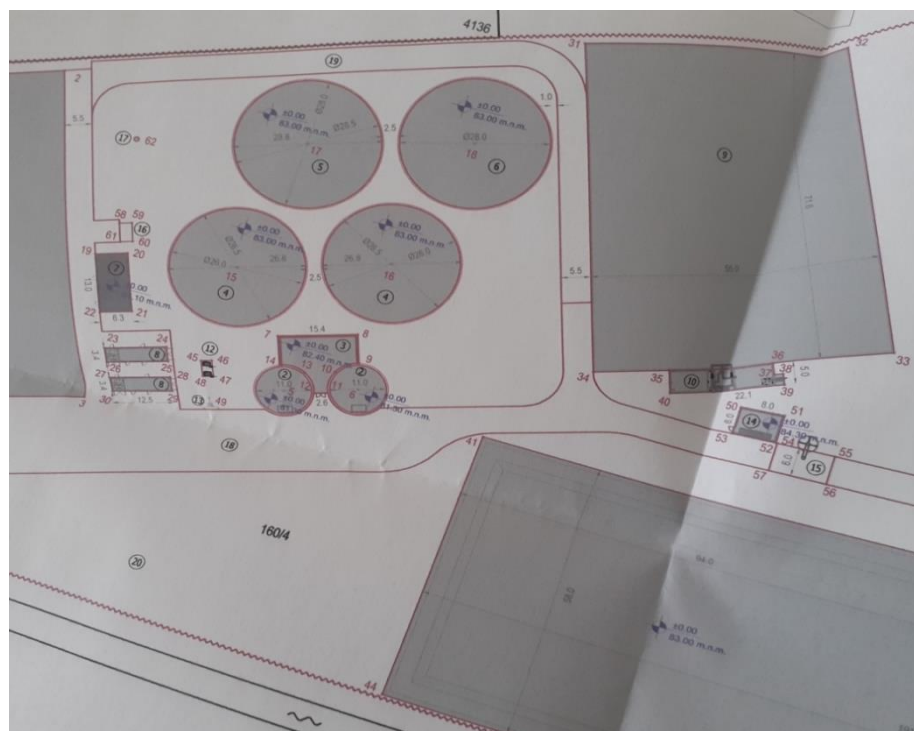
Sljedeći korak u procesu rastvaranje je materijala preko hidrolize, acidogeneze, acetogeneze sve do završne faze metanogeneze, čiji je krajnji produkt bioplin. Nastali plin plinovodom dolazi do sustava za obradu plina, u kojem se bioplin hladi u uređaju za hlađenje i pročišćuje prolaskom kroz pročištač aktivnog ugljena te tako ohlađen i pročišćen bioplin dolazi u plinski motor u kojem izgara.

Plinski motor pokreće generator koji proizvodi električnu energiju, a toplinska energija nastala zagrijavanjem plinskog motora koristi se za grijanje i održavanje temperature u fermentorima i u postfermentoru. Nakon vremena retencije u trajanju 30 – 45 dana, masa se iz fermentora transportira u postfermentor, gdje ostaje 15 – 30 dana, tj. do isteka vremena retencije od 60 dana.

U postfermentoru dolazi do završetka procesa metanogeneze, odnosno, stvaranja bioplina, te iskorištena masa odlazi n aseparaciju, gdje se odvaja kruta i tekuća faza.

### 4.3. O pogonu bioplinskog postrojenja Vinka

U prethodnim je poglavljima opisan tok tvari u pogonu. Slijedi opis svih procesa, strojeva i "stanice" kroz koje prolaze biomasa, bioplin i na poslijetku, dobivena električna energija koja se preko transformatorske stanice pušta u električnu mrežu, a toplinska energija, koja je nusproizvod generatora, vraća se nazad i služi za grijanje fermentora. Shema postrojenja snage 2 MW se može vidjeti na slici 6.



Slika 6. Tlocrt objekta  
(Izvor:Haban, 2020.)

Legenda objekta prikazanog na slici 6. prikazuje:

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1. Plato za silažu                       | 16. Sabirna jama                 |
| 2. Mješača jama                          | 17. Zdenac                       |
| 3. Crpna stanica                         | 18. Interne ceste i parkiralište |
| 4. Fermentor                             | 19. Vatrogasni pristup           |
| 5. Postfermentor                         | 20. Zelena površina              |
| 6. Postpostfermentor                     | 21. Ograda                       |
| 7. Upravljački objekt                    |                                  |
| 8. Kontejnersko generacijskog modula (2) |                                  |
| 9. Deponij krute faze fermentata         |                                  |
| 10. Separator fermentata                 |                                  |
| 11. Konačni spremnik fermentata          |                                  |
| 12. Puhalo za bioplin                    |                                  |
| 13. Plinska baklja                       |                                  |
| 14. Okno konačnog spremnika fermentata   |                                  |
| 15. Tankvana                             |                                  |

#### **4.4. Skladištenje i dopremanje biomase**

Kruta biomasa skladišti se u takozvane trenč silose koji su namijenjeni izričito za tu svrhu. Zbog količine biomase koja godišnje prođe kroz fermentore (30.000 t), trenč silosi velikog su kapaciteta kao što je prikazano na slici 7. Silaža se mora raditi iz biljnog materijala sa stabilnim udjelom vlage (55 – 70 %, ovisno o načinu skladištenja, stupnju kompresije i udjela vode koji će se izgubiti tijekom skladištenja). Silaža prolazi kroz process fermentacije gdje fermentacijske bakterije koriste energiju za proizvodnju hlapljivih masnih kiselina (HMK) poput acetata, propionata, laktata koje tako konzerviraju silažu. Rezultat toga je da silaža ima manji sadržaj energije od originalnog biljnog materijala, budući da su fermentacijske bakterije koristile nešto ugljikohidrata za proizvodnju hlapivih masnih kiselina.

Silaža se skladišti u trenč silose od betona (Slika 8.) ili u velike hrpe na zemlji. Silaža se izgazi traktorom kako bi se što čvršće sabila i time istisnuo sav zrak. Smanjivanje količine kisika na najmanju moguću mjeru sprječava aerobne procese. Zato se obično

silaza i pokriva plastičnim folijama koje se moraju čvrsto pričvrstiti gumama ili vrećama pijeska. Drugi je način iskorištavanje prirodnih pokrivača, poput sloja travnate silaže, koji također može stegnuti silažu u trenč silosu. Na nekim se silosima sije pšenica, a neki uopće nisu pokriveni. To može smanjiti troškove, ali i povećati gubitak energije iz silaže. Kod trenč silosa uvijek se u obzir mora uzeti činjenica da silaža tijekom procesa fermentacije ispušta tekućinu koja može zagaditi vodotok ako se ne poduzmu mjere predostrožnosti. Visoki udio hranjivih tvari može dovesti do eutrofikacije (povećani rast algi – povećana primarna produkcija), a tekućina iz silaže sadrži nitratnu kiselinu ( $\text{HNO}_3$ ) koja je korozivna.

Tekuća sirovina, odnosno gnojevka, se putem kamionskih cistern transportira od farme muznih krava do prijemne jame na postrojenju. U prijemnoj jami dodatno se homogenizira i miješa, te se u fermentore također dozira putem cjevovoda i crpke.



*Slika 7. Trenč silos*

*(Izvor:Haban, 2020.)*

#### **4.5. Doziranje krutih sirovina u mješaće jame**

Dozirne mješaće jame, služe za doziranje krutih sirovina i njihovo miješanje. Potom se

ista ta homogena masa dozira u fermentore (proces koji nazivamo “hranjenje fermentora”). Punjenje jama odvija se pomoću stroja za utovar (JCB-a), takozvanog teleskopskog manipulatora. Osnovne karakteristike teleskopskog manipulatora su: velika snaga motora, mogućnost dizanja tereta, pouzdanost, univerzalnost i ekonomičnost.

Na bioplinskom postrojenju Vinka postoje dvije mješaće jame u koje se dozira kruta sirovina:

- kukuruzna silaža,
- stajnjak (kruta i tekuća faza),
- bio otpad iz tvornice za preradu voća i povrća Vinka.

Mješača jama kružnog je oblika promjera 11 m te dubine 4.5 m, obujma 345 m<sup>3</sup>.

U mješačkoj jami (Slika 8.) nalaze se dvije mješalice postavljene uz rubove jame koji služe za miješanje krutih sirovina. Jedna je postavljena vertikalno, a druga pod kutem od 45 °C radi boljeg umješavanja. Na osovini mješalice nalaze se tri elise postavljene u tri reda, jedna iznad druge. Mješalice pokreću elektromotori snage 30 kW. Na mješačkoj jami nalazi se otvor dimenzija 250x180 cm sa usipnim košem postavljenim oko ruba otvora.

Doziranje sirovina u mješaće jame vrši se svaki dan po odabranoj recepturi koja se mijenja po potrebi, a ovisi o proizvodnji bioplina odnosno, potrošnji. Proces započinje punjenjem mješaće jame tekućinom iz postfermentora, punjenje se odvija pomoću glavnog programa koji upravlja radom postrojenja. Punjenje se pokreće kada je razina tekućine u jami ispod 80 cm, a zaustavlja se na razini od 390 cm. Nakon što se mješača jama napunila na zadanu vrijednost, počinje se s radom doziranja sirovina – u ovom slučaju kukuruzne silaže, krutog stajnjaka i otpada povrća.



*Slika 8. Mješače jame za doziranje krute sirovine*

*(Izvor:Haban, 2020.)*

Doziranje se vrši pomoću utovarivača, koji ima utovarni koš kapaciteta 2 m<sup>3</sup>, koji ubacuje sirovinu kroz otvor s usipnim košem mješače jame. Mješalice za vrijeme doziranja sirovine u jamu rade i umješavaju je zajedno s tekućinom koja se nalazi u jami.

Nakon što je određena količina sirovine ubačena i zamiješana u mješačkoj jami, odvija se punjenje („hranjenje“) fermentora iz mješače jame. Proces punjenja odvija se također automatikom glavnog programa koji upravlja radom procesnim crpkama u dozirnoj stanici koje umiješanu sirovinu upumpavaju iz mješače jame u fermentore.

Procesne crpke na bioplinskom postrojenju Vinka su od proizvođača *Wangen* (Slika 9.), to su rotirajuće crpke za pomicanje medija niskog do visokog viskoziteta. Elementi crpke izrađeni su za rotor od čeličnih materijala, a stator od elastomerskih materijala zbog rotacije rotora u statoru. Pokretna traka komore se otvaraju i zatvaraju što omogućava da se medij kontinuirano odvodi iz usisne grane prema tlačnoj.





*Slika 9. Wangen procesna crpka*

*(Izvor:Haban, 2020.)*

Proces doziranja iz mješače jame u fermentore odvija se 24 sata dnevno, odnosno program doziranja ide svakih sat vremena i odvija se potpuno automatizirano.

Nakon što se sav supstrat iz mješače jame ispumpa –dozira u fermentore, opisani process punjenja mješače jame se ponavlja.

#### **4.6. Doziranje tekućih sirovina u fermentore**

Na bioplinskom postrojenju Vinka, također se odvija process doziranja tekućih sirovina koje se skladište u spremnike obujma 30 m<sup>3</sup>. Na ovom postrojenju nalaze se dva spremnika vertikalno i horizontalno (slika 10.). U njih se skladište sirovine poput glicerina, šećerne melase, NŽP-a (nusproizvodi životinjskog porijekla). Tekuće sirovine dovoze se kamionskim cisternama koje pretaču u spremnike.

Doziranje tekućih sirovina se također vrši automatizirano preko pumpe koja upumpava tekuću sirovinu direktno u fermentore te se tako maksimalno iskorištava vrijednost sirovine za prinos u proizvodnji bioplina.



*Slika 10. Spremnici za tekuću sirovinu*

*(Izvor:Haban, 2020.)*

#### **4.7. Fermentori i postfermentori**

Središnji dio bioplinskog postrojenja je fermentor ili reaktor u kojemu se odvija proces anaerobna mikrobiološka razgradnja supstrata. Postoje dvije vrste reaktora: ukopan i vanjski.

Dva fermentora FM1 i FM2 svaki po 3.850 m<sup>3</sup> neto kapaciteta, promjera 26 m i 8 m visine, a sastoje se od armiranog betona. Dva postfermentora FM3 i FM4 svaki po 4.460 m<sup>3</sup> neto kapaciteta, promjera 28 m i 8 m visine, također se sastoje od armiranog betona. Fermentori i postfermentori izvedeni su s duplim membranskim skladištem. Obje membrane su od PVC materijala kako ne bi došlo do propuštanja ili ulaska vanjskog zraka u fermentor. Između dvije membrane nalazi se zrak koji je pod pritiskom i koji sprječava vanjsku membranu od urušavanja te ujedno stvara pretlak za bioplin koji se nalazi ispod unutarnje membrane. Fermentori su obloženi zidovima debljine 30 cm. Fermentor je u potpunosti nepropusan, što znači da kada je u pogonu u njega se ne može više ući, osim u slučaju remonta ili nekih hitnih situacija.

Budući da se fermentor redovito puni novom biomasom u njemu se nalaze i miješalice koje pokreću električni motori. Miješalice je moguće pomicati "gore-dolje" ovisno o količini biomase koja se nalazi u fermentoru .

Bitna komponenta za razvoj bakterija i uspješnu anaerobnu digestiju je toplina. Na ovom postrojenju se toplinska energija nastala zagrijavanjem plinskog motora koristi za

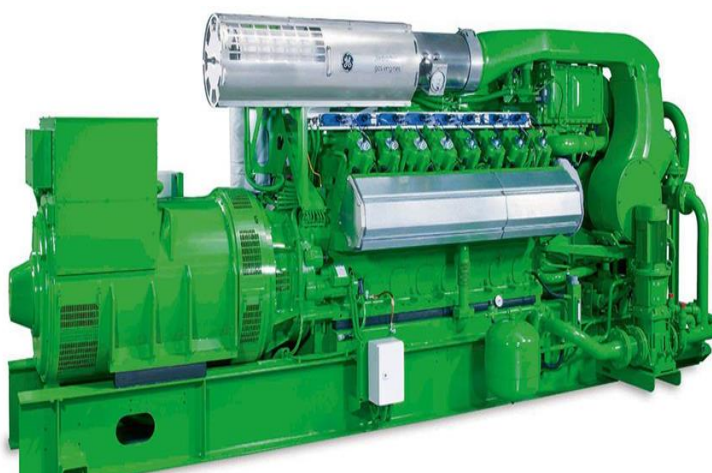
održavanje temperature u fermentoru i postfermentoru. Preko ljeta se ne iskoristi cijeli višak topline jer je vanjska temperatura dovoljna da bi se i unutra postigla željena temperatura, ali tijekom zimskih dana obavezno je grijanje fermentora jer se u suprotnom process proizvodnje bioplina znatno usporava ili u potpunosti prekida.

Nakon vremena retencije u trajanju od 30 do 45 dana, masa se iz fermentora transportira u postfermentor, gdje ostaje 15 – 30 dana, tj. do isteka vremena retencije od 60 dana. U postfermentoru dolazi do završetka procesa metanogeneze odnosno stvaranja bioplina, te iskorištena masa odlazi na separaciju, gdje se odvaja kruta i tekuća faza. Treba napomenuti kako se nakon separacije kruta faza može iskoristiti kao kvalitetno gnojivo. U slučaju bioplinskog postrojenja Vinka cijela količina dobivenog kvalitetnog gnojiva upotrebljava se na obližnjim poljima Pik-a Vinkovci i njihovim kooperantima.

#### **4.8. Plinski motor**

Dobiveni bioplin iz postfermentora putem plinovoda dolazi do sustava za obradu plina. U uređaju za hlađenje plin se hladi, a potom prolaskom kroz pročistač aktivnog ugljena se pročišćava. Takavo hlađeni pročišćen dolazi do plinskog motora. U plinskom motoru dolazi do unutarnjeg izgaranja i proizvodnje mehaničkog rada koji pokreće generator. Nusproizvod plinskog motora je toplinska energija koja služi za grijanje fermentora i postfermentora, kao što je objašnjeno u prehodnom poglavlju.

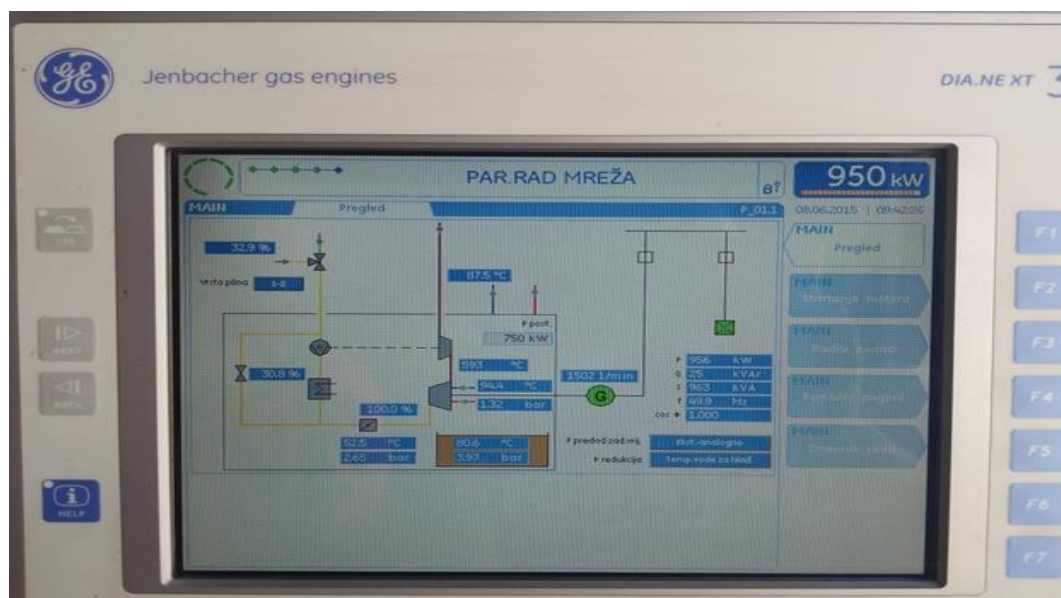
Postoji, naravno, više proizvođača plinskih motora, a jedan od najpoznatijih je *Jenbacher*. Jedan njihov kogeneracijski plinski motor s generatorom je prikazan na slici 11.



*Slika 11. Plinski motor s generatorom*

*(Izvor:www.sti.hr)*

Zahvaljujući naprednom i automatiziranom sustavu može se u svakom trenutku vidjeti trenutno stanje na motoru i generatoru. Svi podatci, od trenutne snage do otpadne topline, su čitljivi s monitora. Zbog toga se mogu brzo uočiti promjene u ponašanju motora ili generator te na vrijeme reagirati kako ne bi došlo do mogućih oštećenja. Podatci o radu plinskog motora mogu se vidjeti na slici 12.



Slika 12. Podatci o radu bioplinskog motora i njegovo upravljanje  
(Izvor:Haban, 2020.)

#### 4.9. Plinska baklja

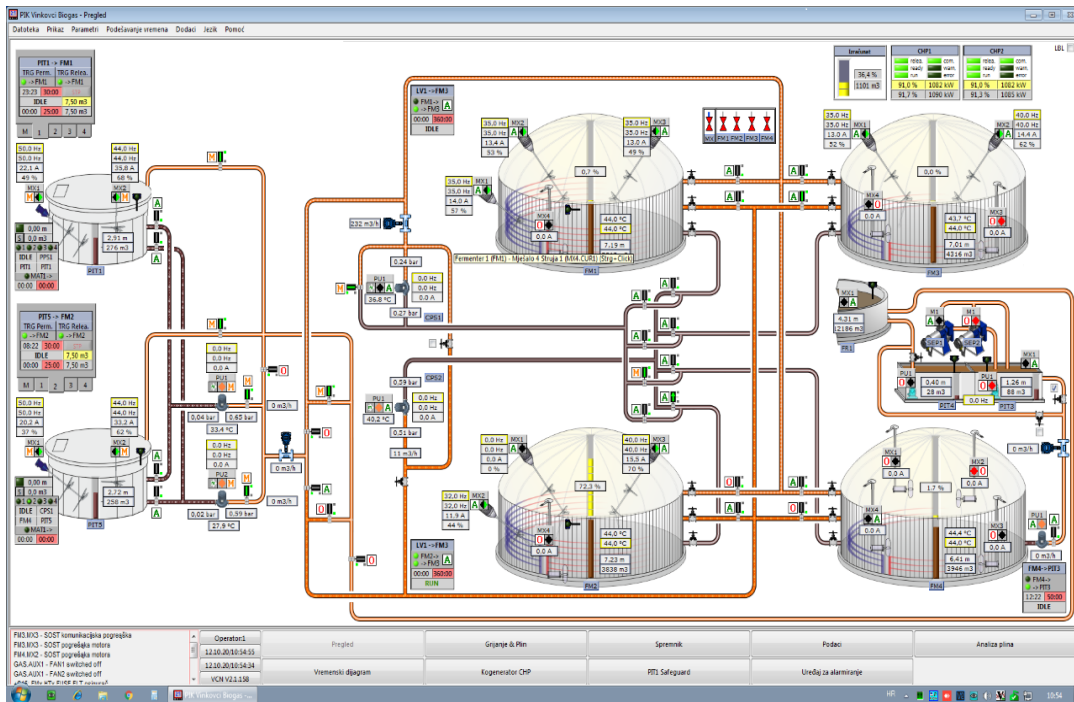
Ponekad se dogodi da proizvodnja bioplina bude veća od količine koja se može iskoristiti za proizvodnju energije. Razlog može biti ili neuobičajeno visoka proizvodnj plina ili kvar /održavanje sustava za proizvodnju energije. U oba slučaja neophodna su pomoćna rješenja poput dodatnog skladišta za bioplin ili dodatnog sustava za proizvodnju energije. Bioplin je moguće skladištiti kroz kraće vrijeme bez stlačivanja, ali ako se radi o vremenu dužem od nekoliko sati, obujam proizvedenog plina premašuje skladišne kapacitete. S druge strane, dodatni sustav za proizvodnju energije (na primjer, još jedno kogeneracijsko postrojenje) može biti vrlo skup. Zato je svako bioplinsko postrojenje opremljeno s bakljom za bioplin. Izgaranje na baklji je konačno rješenje u situacijama kada se višak bioplina ne može uskladištiti ili iskoristiti radi sigurnost i zaštitu okoliša.



*Slika 13. Plinska baklja  
(Izvor:Haban, 2020.)*

#### **4.10. Sustav za nadzor i prikupljanje podataka**

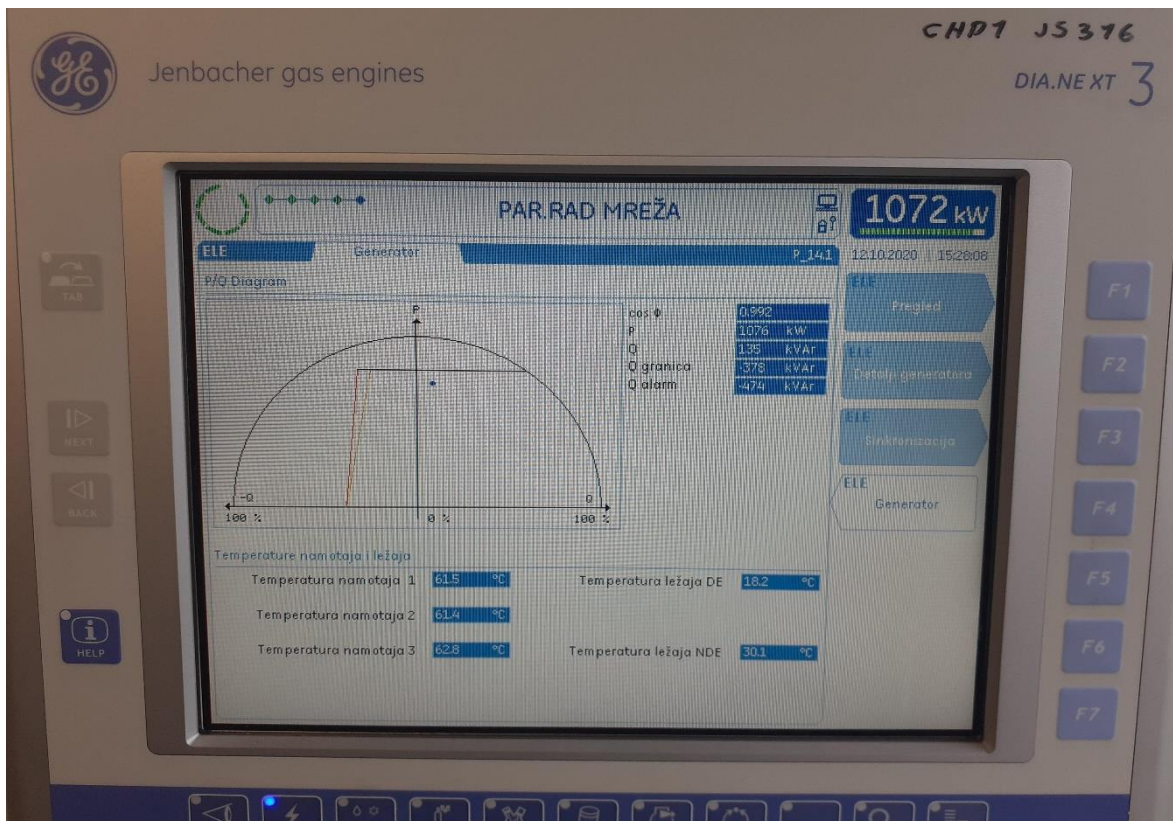
Nadzor postrojenja vrši se preko posebno dizajniranog programa koji je prikazan na slici 14. Sustav daje uvid u osnovne podatke postrojenja kao što su trenutne količine proizvedenog plina, trenutna snaga generatora, zagrijavanje generatora, trenutna snaga motora, količine biomase u fermentorima, obavijesti i slično. Sustav u svakom trenutku dostavlja obavijesti kada postrojenje radi unutar parametara, a kada dođe do napuštanja parametara u bilo kojem dijelu postrojenja, voditelj pogona odmah dobiva upozorenje i podatak gdje je pogreška. Također, sve se obavijesti spremaju u bazu podataka da bi se kasnije mogao imati uvid u iste.



Slika 14. Sustav – program za upravljanje bioplinskog postrojenja  
(Izvor:Haban, 2020.)

#### 4.11. Generator

Električna energija proizvodi se uslijed mehaničkog rada, prijenosom pravocrtnog kretanjak lipova u V-cilindričnom motoru na radilicu (koljenasto vratilo), čijim se okretanjem ostvaruje zakretni moment, potreban za stalnu vrtnju rotora u asinkronom generatoru. Zbog induciranja u zavojnicama, na statoru dolazi do proizvodnje izmjenične električne struje, koja nema dovoljan napon pa se isti povećava uporabom transformatora. Podatci o radu generatora se mogu vidjeti na slici 15.



Slika 15. Podatci o radu generatora  
(Izvor:Haban, 2020.)

#### 4.12. Transformatorska stanica i električna mreža

Posljednji korak na bioplinskom postrojenju je priključak na električnu mrežu. Budući da generator ne proizvodi struju dovoljno visokog napona isti se povećava uporabom transformatora, odnosno transformatorske stanice. Postrojenje ima ukupnu snagu 2 MW. Osim što služe za podizanje napona, transformatorske stanice služe HEP-u za usmjeravanje struje u željenom smjeru i količini, ovisno o potrebi korisnika. Cijelokupna električna energija koja se proizvede na postrojenju se prodaje HEP-u.

## 5. REZULTATI I RASPRAVA

Na globalnoj razini potencijal proizvodnje energije iz biomase smatra se vrlo visokim, a potencijal biomase se može jednoznačno povezati s potencijalom bioplina. Postojeće procjene izrađene su na temelju različitih scenarija i pretpostavki, ali svi rezultati ukazuju na to da se danas vrlo mali dio tog potencijala koristi. Prema različitim scenarijima, procjenama i studijama, korištenje biomase u energetske svrhe bi se moglo znatno povećati. Europska udruga za biomasu (European Biomass Association - AEBIOM) procjenjuje da se energija proizvedena iz biomase može povećati sa 72 milijuna t. ekvivalenata nafte (Mtoe), iz 2004. godine na 220 Mtoe u 2020.

Najveći potencijal za povećanje leži u poljoprivrednoj biomasi. Prema procjenama 20 – 40 mil. ha zemljišta u EU moglo bi se koristiti za proizvodnju energije bez utjecaja na opskrbu hranom u EU. Proizvodnjom električne i toplinske energije putem kogeneracije bi se: umanjila energetska ovisnost o drugim državama, izravno i neizravno povećao broj zaposlenih, RH bi ostvarila lakše svoju obvezu prema EU da zamjeni konvencionalna goriva s obnovljivim gorivima, smanjila bi se emisija štetnih plinova u atmosferu, i to sprečavanjem odlaska metana u zrak koji je poznato da je jedan od stakleničkih plinova, smanjila bi se koncentracija ugljičnog dioksida u atmosferi, jer se smanjuje potrošnja fosilnih goriva.

Za razliku od fosilnih goriva, spaljivanjem bioplina u atmosferu se ispušta samo onoliko CO<sub>2</sub> koliko je uskladišteno u biljkama tijekom njihova rasta. Time se zatvara ugljični ciklus bioplina. Zato korištenje bioplina smanjuje emisije CO<sub>2</sub> i pomaže kod sprječavanja povećanja koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi, a time pomaže i borbi protiv globalnog zatopljenja. Nadalje, smanjuju se emisije i ostalih stakleničkih plinova, poput metana i dušičnih oksida, iz netretiranog stajskog gnoja. Ukratko, pri korištenju bioplina mogu se smanjiti emisije stakleničkih plinova putem upravljanja gnojem, potencijalne uštede emisija zbog korištenja metana CH<sub>4</sub> iz stajskog gnoja, zamjene energije iz fosilnih izvora: uštedene emisije zbog električne i toplinske energije (kogeneracije) proizvedene iz bioplina, zamjene umjetnih gnojiva: emisije uštedene zbog zamjene mineralnih gnojiva s digestatom.



## 5.1. Koristi bioplina

Proizvodnja bioplina putem AD rezultira stvaranjem digestata koji zamjenjuje korištenje sirovog gnoja za gnojidbu. Zbog činjenice da digestat ima bolje gnojidbene vrijednosti od svježeg gnoja, smanjuje se potreba za dodatnom gnojidbom umjetnim gnojivima. Smanjena primjena umjetnih gnojiva znači uštedu u emisijama stakleničkih plinova.

Digestat ima bolju gnojidbenu vrijednost svježeg stajskog gnoja zbog svoje ujednačenosti i hranidbenih tvari u obliku kojem ih biljke mogu bolje apsorbirati. Bogat je dušikom, fosforom, kalijem te brojnim mikro-nutrijentima, a može se aplicirati na tlo poput obične gnojovke ili komposta. Daljnje prednosti digestata pred svježim stajskim gnojem su smanjenje neugodnih mirisa i muha, budući da je organska tvar gnoja razgrađena i podvrgnuta sanitacijskom procesu bilo prije primjene na tlo ili tijekom samog procesa AD-a, čime digestat ima poboljšanu veterinarsku zaštitu.

Digestat se može koristiti i kao zamjena za umjetna gnojiva. Time se ograničava korištenje dodatnih hranjivih tvari, što pomaže ispunjavanju tzv. "nitratne direktive" EU. Jedna od mnogih prednosti proizvodnje bioplina je mogućnost korištenja otpada kao sirovine za AD. Veliki dio komunalnog i industrijskog otpada čine organske tvari koje se mogu koristiti za proizvodnju bioplina.

Time se smanjuje volumen otpada, štedi novac i istovremeno uvažavaju nacionalna i EU pravila za uporabu otpada. Osim toga, višak gnoja kod intenzivne stočarske proizvodnje ili kod razvijenih stočarskih područja može se vrlo učinkovito zbrinuti kroz proizvodnju bioplina. Korištenje gnoja i gnojovke za proizvodnju bioplina predstavlja primjer dobre poljoprivredne prakse u upravljanju gnojem. Uz to, korištenjem digestata se zatvara ciklus hranjivih tvari na samoj farmi.

## 6. ZAKLJUČAK

Zadnjih nekoliko desetaka godina 21. stoljeća čovječanstvo pokušava pronaći izvore energije koji će što manje zagađivati okoliš, a pritom biti ekonomski isplativi. Opće je poznato da je možda i najveći problem prevelika emisija ispušnih plinova, odnosno CO<sub>2</sub>, u atmosferu. Iako daleko od nekog značajnog smanjenja emisije ispušnih plinova, zahvaljujući novim tehnologijama i ulaganjima vidi se napredak. Vjetroelektrane, solarne elektrane, bioplinska postrojenja postala su naša sadašnjost i budućnost. Zbog toga je sve češća pojava solarnih ploča i kolektora.

Bioplinska postrojenja nisu toliko raširena kod nas, možda zbog općeg neznanja ili jednostavno nedovoljne količine goriva. Ta tehnologija je još u začetcima u Republici Hrvatskoj.

Bioplinsko postrojenje Vinka projektirano je kao postrojenje snage 2 MW. Proizvedena električna energija se u potpunosti isporučuje HEP- u, a dobivena toplinska energija se ponovno vraća u process i koristi za grijanje fermentora. U cijelom postrojenju ima mnogo različitih elektromotora, crpki i senzora koji cijeli pogon elektrane drže u funkciji i gotovo potpuno automatiziranom radu.

## 7. LITERATURA

1. Bilandžija, N. i sur.: Utjecaj anaerobne fermentacije na biogene elemente važnijih sirovina za proizvodnju bioplina: KRMIVA 51, 6: 335-341, 2009.
2. Došen, K. Utvrđivanje bioplinskog potencijala divljeg kestena. Diplomski rad. Osijek, 2017.
3. Labudović, B. (2002.) Obnovljivi izvori energije. Zagreb: Energetika marketing, str. 20 – 24
4. Lovrić, D., Lovrić, M. Zaštita okoliša. Kem. Ind. 62 (7-8) 279–282 (2013)
5. Narodne novine (2009.) Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske. Dostupno na: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_10\\_130\\_3192.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html), (lipanj, 2020.)
6. Osman, Z. (2015.) Projekt bioplinskog postrojenja. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu
7. Ošljaj, M. Bioplin kao obnovljivi izvor energije. Technical Gazette 17, (2010), 109 1 -114
8. Šljivac, D., Šimić, Z., (2009), Obnovljivi izvori energije, Ministarstvo rada, gospodarstva i poduzetništva, Zagreb
9. Šikić, L., (2016), Energija sunca i solarne inovacije za budućnost, Veleučilište u Šibeniku, Šibenik.
10. Špicnagel A. M., (2014.): Potencijal bioplinskih postrojenja u hrvatskom poljoprivrednom sektoru. Sisak.
11. Vemejlka Z. (2015.), Priručnik o bioplinu
12. Gašić M. (2018.), Zelena ekonomija