



Republika Srbija
AP Vojvodina
Pokrajinski sekretarijat
za energetiku i mineralne sirovine



Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka
Novi Sad
www.ftn.uns.ac.rs



Departman za inženjerstvo
zaštite životne sredine i zaštite
na radu
www.izzs.uns.ac.rs

BIOGAS POSTROJENJE – UPUTSTVO ZA IZRADU PRETHODNIH STUDIJA OPRAVDANOSTI SA PRIMEROM ZA JEDNO BIOGAS POSTROJENJE



Martinov, M. i Đatkov, Đ, urednici

Novi Sad, decembra 2012.

Izradu je finansirao

**Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine
AP Vojvodine**

Izradu je realizovao tim Fakulteta tehničkih nauka sa spoljnim saradnicima u sastavu:

Prof. dr Milan Martinov, koordinator
MSc Đorđe Đatkov
Jovan Krstić, dipl. inž. maš.
Dr Milutin Risić
MSc Marko Golub
MSc Miodrag Višković
Jovan Šučov, dipl. inž. maš.
Ljubica Mesaroš, dipl. oec.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. BIOGAS POSTROJENJE | 4 |
| 2.1 Tipovi biogas postrojenja | 4 |
| 2.2 Supstrati za proizvodnju biogasa | 8 |
| 2.2.1 Stajnjak | 8 |
| 2.2.2 Energetske biljke | 10 |
| 2.2.3 Otpad i otpadne vode | 10 |
| 2.3 Veličina biogas postrojenja | 12 |
| 2.3.1 Poljoprivredna biogas postrojenja | 12 |
| 2.3.2 Ostali tipovi biogas postrojenja | 15 |
| 2.4 Korišćenje toplotne energije | 16 |
| 2.5 Ostatak fermentacije, korišćenje-zbrinjavanje | 19 |
| 2.5.1 Poljoprivredna biogas postrojenja | 19 |
| 2.5.2 Ostala biogas postrojenja | 26 |
| 2.6 Uticaj na životnu sredinu | 26 |
| 2.6.1 Doprinos zbrinjavanju stajnjaka i otpada | 26 |
| 2.6.2 Uticaj na zemljište | 27 |
| 2.6.3 Doprinos smanjenju GHG | 28 |
| 2.7 Društveni aspekti | 29 |
| 3. SMERNICE ZA OCENU TEHNIČKE IZVODLJIVOSTI | 31 |
| 3.1 Supstrati, veličina i tip postrojenja | 31 |
| 3.2 Definisane lokacije i priključivanje na distributivnu mrežu | 33 |
| 3.3 Korišćenja toplotne energije | 35 |
| 3.4 Korišćenje-zbrinjavanje ostatka fermentacije | 37 |
| 3.4.1 Poljoprivredno biogas postrojenje | 37 |
| 3.4.2 Industrijska i komunalna biogas postrojenja | 39 |
| 3.5 Kontrolno upravljački sistem | 40 |
| 3.6 Ocena tehničke izvodljivosti | 41 |
| 3.6.1 Studija tehničke izvodljivosti | 44 |
| 4. SMERNICE ZA FINANSIJSKU ANALIZU | 48 |
| 4.1 Troškovi investicije | 48 |
| 4.1.1 Plac i priprema za gradnju | 48 |
| 4.1.2 Oprema | 49 |
| 4.1.3 Ostala ulaganja | 52 |
| 4.2 Troškovi nabavke supstrata | 53 |
| 4.3 Ostali operativni troškovi i amortizacija | 54 |
| 4.3.1 Troškovi održavanja | 54 |
| 4.3.2 Energenti i potrošni materijal | 57 |
| 4.3.3 Zarade zaposlenih | 57 |
| 4.3.4 Osiguranje i ostali troškovi | 58 |
| 4.4 Prihodi | 59 |
| 4.5 Izvori finansiranja | 61 |
| 4.6 Smernice za ocenu opravdanosti ulaganja | 62 |
| 5. POSTUPAK REALIZACIJE POSTROJENJA | 64 |
| 5.1 Predlog postupka realizacije postrojenja sa dijagramom toka | 66 |

| | |
|--|----|
| 6. PROGRAMSKI ALAT ZA OCENU OPRAVDANOSTI ULAGANJA | 74 |
| 6.1 Opis alata | 74 |
| 6.2 Uputstvo za korišćenje | 74 |
| LITERATURA | 80 |
| PRILOG 1 Procena cena supstrata na bazi energetskog bilja | 82 |
| PRILOG 2 Procena cena aktivnih materija biljnih hraniva | 91 |
| PRILOG 3 Primer studije tehničke izvodljivosti i ocene opravdanosti ulaganja za jedno biogas postrojenje | 93 |

1. UVOD

Tokom 2011. godine izrađena je, na zahtev i uz finansijsku podršku Pokrajinskog sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine:

Studija o proceni ukupnih potencijala i mogućnostima proizvodnje i korišćenja biogasa na teritoriji AP Vojvodine.

Cilj ove studije bio je da se sagleda biogas tehnologija, njena primenljivost u Srbiji i Vojvodini, definišu potencijali, te da se o tome obaveste nadležne institucije i šira javnost. Studija je zainteresovanima na raspolaganju na sajtu Sekretarijata, psemr.vojvodina.gov.rs u rubrici studije-potencijali. U međuvremenu je odobren prekogranični projekat IPA, sa partnerom iz Mađarske, pod nazivom:

Establishing the cross-border development of biogas industry via joint determination of biogas potentials, education, research and innovation.

Jedan od rezultata tog projekta, koji je još u toku, su publikacije **Biogas tehnologija** (Martinov i dr, 2012a) i **Biometan** (Martinov i dr, 2012b), koje su širem auditorijumu i potencijalnim investitorima pružile potrebne informacije u sažetoj i jasnoj formi.

Navedene publikacije ukazale su na to da proizvodnja i korišćenje biogasa ima za Srbiju i Vojvodinu veliki značaj u ispunjavanju ciljeva postavljenih Direktivom 2009/28/EC (Anonim, 2009a) i Zakona o energetici Republike Srbije (Anonim, 2012), koji se na nju oslanja. Biogas predstavlja značajan obnovljivi izvor energije, sa izraženim pozitivnim efektima po životnu sredinu, posebno u slučaju zbrinjavanja otpada. Najveći potencijali su u poljoprivredi, ali ne, kao što većina misli, u korišćenju ekskremenata životinja – stajnjaka, već energetskog bilja. Korišćenje energetskog bilja složen je problem, vezan za cenu supstrata, oscilovanje cena poljoprivrednih proizvoda i konkurencije proizvodnji hrane. Vrlo važan pozitivan efekat, u tom smislu, je angažovanje poljoprivrednih resursa i pomoć ruralnom razvoju.

U prethodnim publikacijama je, takođe, naglašena složenost proizvodnje i korišćenja biogasa. Biogas postrojenja su složene proizvodne jedinice, drugim rečima vrsta fabrike, koja zahteva odgovorno postupanje u svim fazama rada, te odgovarajuće znanje i veštine onih koji njima upravljaju i na njima rade. Naglašen je i problem dobrog planiranja plasmana energije. To se posebno odnosi na korišćenje toplotne energije, koje količinski ima približno koliko i električne.

Uslovi za opravdano ulaganje u biogas postrojenja ostvareni su tek donošenjem Uredbe o statusu privilegovanog proizvođača električne energije (Anonim, 2009c) i Uredbe kojom su definisane povišene cene za električnu energiju dobijenu od obnovljivih izvora energije, takozvane *feed-in* tarife (Anonim, 2009d). Rezultat je velika zainteresovanost za gradnju biogas postrojenja, pa i realizacija nekoliko njih. U 2012. godini počelo je sa radom i prvo poljoprivredno biogas postrojenje u AP Vojvodini. Investitor je firma *Mirotin – Energo* iz Vrbasa.

Tokom 2012. godine ponovo su razmatrane visine *feed-in* tarifa i sprovedene njihove izmene. U vreme finalizacije izrade ove publikacije, nova Uredba još nije ozvaničena, ali su vrednosti poznate. Prema Uredbi, cene za elektrane na biogas su blago smanjene za snage do 200 kW_e i blago povećane za snage preko 1 MW_e. Na osnovu tabele, cena za elektranu snage 150 kW_e bila bi 15,66, za snagu 300 kW_e 15,24, za 500 kW_e 14,40, za

1 MW_e i sve veće snage 12,31 ct/kWh_e. Novost predstavlja i uvođenje *feed-in* tarife za elektrane koje koriste supstrat životinjskog porekla – klanični otpad, cena je 12,31 ct/kWh. Za elektrane na deponijski i kanalizacioni gas cena je 6,91, a one koje koriste otpad 8,57 ct/kWh_e.

Novе *feed-in* tarife (preuzeto iz prezentacije prof. dr Zorane Mihajlović, Ministra za energetiku, razvoj i zaštitu životne sredine, održane 10. decembra 2012. u kojoj su ove vrednosti najavljene kao sastavni deo nove Uredbe u ovoj oblasti).

| Редни број | Врста електране повлашћеног произвођача | Инсталисана снага P (MW) | Подстицајна откупна цена (c€/kWh) |
|------------|--|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. | Хидроелектрана | | |
| 1.1 | | до 0,2 | 12,40 |
| 1.2 | | 0,2 - 0,5 | 13,727-6,633* P |
| 1.3 | | 0,5 - 1 | 10,41 |
| 1.4 | | 1 - 10 | 10,747-0,337* P |
| 1.5 | | 10 - 30 | 7,38 |
| 1.6 | На постојећој инфраструктури | до 30 | 5,9 |
| 2. | Електране на биомасу | | |
| 2.1 | | до 1 | 13,26 |
| 2.2 | | 1 - 10 | 13,82 - 0,56*P |
| 2.3 | | преко 10 | 8,22 |
| 3. | Електране на биогаз | | |
| 3.1 | | до 0,2 | 15,66 |
| 3.2 | | 0,2 - 1 | 16,498 – 4,188*P |
| 3.3 | | преко 1 | 12,31 |
| 3.4 | на биогаз животињског порекла | | 12,31 |

Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine uočio je potrebu da se rad u ovoj oblasti nastavi, a kao cilj postavljeno je da se sačini studija koja daje potencijalnim investitorima osnove da se sagledaju mogućnosti ulaganja u izgradnju biogas postrojenja. Pored toga, rezultati ove studije treba da posluže i javnosti kao izvor relevantnih informacija o biogas tehnologiji i opravdanosti njegove proizvodnje i korišćenja.

Cilj studije je da se ukaže na kompleksnost proizvodnje i korišćenja biogasa, sa naglašavanjem mogućih barijera i grešaka koje bi mogle da imaju značajne posledice. Ona treba da bude podrška za donošenje ispravnih odluka, na primer, odustajanja od ulaganja u biogas postrojenje ukoliko se sagleda da ne postoje tehnički uslovi i finansijska opravdanost.

Prema Zakonu o planiranju i izgradnji, zahteva se izrada prethodne studije opravdanosti, a nakon toga (uslovno konačne) studije opravdanosti, koje sadrže generalni, odnosno idejni projekat, u kojima se analiziraju tehnički aspekti investicije. Nakon toga sledi ishodovanje dozvola, izrada glavnog projekta i drugo, vezano za velika ulaganja. Osnovni princip kojim se tim rukovodio pri sačinjavanju studije je da se minimizuju troškovi, odnosno, ukoliko ne postoji opravdanost ulaganja, odluke donesu što pre, odnosno pre potrebe za većim ulaganjima.

U skladu sa navedenim principom, u ovoj studiji, predloženo je da se rad započinje nekom vrstom samovrednovanja, nakon čega sledi odluka o nastavku aktivnosti, odnosno odustajanju. Samovrednovanje sprovodi potencijalni investitor, te su troškovi minimalni.

Iako navedenim Zakonom nije obavezna, jer se zakonima pre svega obuhvataju pravni aspekti, predviđena je izrada **studije tehničke izvodljivosti**. Nju izrađuje institucija

sa potrebnim znanjem i iskustvom, a još bolje je da izradom rukovodi sam potencijalni investitor u saradnji sa stručnim konsultantima.

Navedenim zakonom takođe nije predviđeno da se, već na početku razmatranja potencijalne investicije, izrađuje **ocena opravdanosti ulaganja**. Njena izrada je potrebna i poželjna, jer može, uz pomoć stručnog konsultanta, da je sprovede potencijalni investitor. U okviru ove studije razvijen je programski alat **BiogasPro**, te detaljno opisan način njegovog korišćenja. Navedeni dokumenti, studija tehničke izvodljivosti i ocena opravdanosti ulaganja, treba da posluže za donošenje odluke o nastavku ili prestanku rada na biogas postrojenju. Ova publikacija, kao i programski alat **BiogasPro**, na raspolaganju su na sajtu Departmana za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštitu na radu, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, www.izzs.uns.ac.rs.

Nadalje je neophodno angažovanje projektanta sa licencom. Gradnja biogas postrojenja nije uobičajen posao za projektante. Gotovo da nema postrojenja iste ili vrlo slične konfiguracije. Studija tehničke izvodljivosti, pa i ocena opravdanosti ulaganja, izvanredne su podloge za izradu prethodne studije opravdanosti, a i neku vrstu generalnog projekta. Rad projektanta značajno je skraćen, pa time i troškovi. Potencijalni investitor ima puno bolji uvid u stanje tehnike i predloženo rešenje, te finansijske pokazatelje. Programski alat **BiogasPro** može da se koristi i u ovoj fazi rada. Prethodno pripremljeni materijali olakšavaju i ubrzavaju izradu (konačne) studije izvodljivosti sa idejnim projektom. Time su troškovi značajno smanjeni, a iskazi jasniji i verodostojniji.

U Prilogu 3 data je skraćena verzija studije tehničke izvodljivosti i ocene opravdanosti ulaganja, po konfiguraciji i strukturi istog nivoa kao i prethodna studija izvodljivosti, za jedno biogas postrojenje.

2. BIOGAS POSTROJENJE

U ovom poglavlju navedene su teoretske i opšte postavke proizvodnje i korišćenja biogasa. Bazirane su na materijalu navedenom u publikacijama *Studija o proceni ukupnih potencijala i mogućnostima proizvodnje i korišćenja biogasa na teritoriji AP Vojvodine* (Martinov i dr, 2011) i *Biogas tehnologija* (Martinov i dr, 2012). Pojedini aspekti preuzeti su i dodatno razrađeni sa ciljem da se daju osnove za potrebna odlučivanja i procene, koje će biti iskorišćene za definisanje sadržaja i parametara za realizaciju vlastitog planiranog postrojenja. Podaci u ovom poglavlju treba da posluže za definisanje postrojenja i studiju tehničke izvodljivosti, što se nastavlja u poglavlju 3.

2.1 Tipovi biogas postrojenja

Tipovi biogas postrojenja određeni su vrstom supstrata koji koriste za proizvodnju biogasa. Ukoliko se koriste supstrati iz poljoprivrede (stajnjak i/ili energetske biljke), biogas postrojenja klasifikuju se kao **poljoprivredna**. Slično, ukoliko se kao supstrat koristi organski otpad iz prehrambene industrije, klasifikuju se kao **industrijska**. Postrojenja koja kao supstrat za proizvodnju biogasa koriste klanični otpad, komunalni čvrsti organski otpad i mulj dobijen prečišćavanjem industrijskih i komunalnih otpadnih voda klasifikuju se kao **biogas postrojenja za zbrinjavanje organskog otpada**.

Osim različite vrste i porekla supstrata koje koriste, navedene vrste postrojenja razlikuju se i prema nameni izgradnje. Na osnovu toga, postrojenja mogu da služe za decentralizovanu proizvodnju električne energije sa mogućnošću iskorišćenja toplotne energije u neposrednoj okolini biogas postrojenja. To predstavlja slučaj kada su potrebe za električnom i toplotnom energijom za pogon postrojenja niske, a u suprotnom dobijena energija iz biogasa koristi se za pogon postrojenja. Namena izgradnje biogas postrojenja može da bude i smanjenje uticaja na životnu sredinu zbrinjavanjem određene vrste otpada. Poreklo supstrata i njegove karakteristike utiču na potrebnu konfiguraciju postrojenja. Sa time su povezane visine investicije, operativni troškovi, pa i mogućnost ostvarenja prihoda ili ušteda.

Teoretski, biogas može da se proizvodi iz bilo kog supstrata organskog porekla, a time i da se kombinuje sa drugim vrstama supstrata u jednom biogas postrojenju. Međutim, za to postoje ograničenja tehničke ili ekonomske prirode. Nadalje u tekstu su opisane tri navedene grupe biogas postrojenja, njihove karakteristike i specifičnosti.

Poljoprivredna biogas postrojenja

Poljoprivredna biogas postrojenja pogodna su za iskorišćenje materijala iz poljoprivredne proizvodnje (stajnjak, ostaci biljne proizvodnje), ili energetskih biljaka, u cilju decentralizovanog generisanja električne i/ili toplotne energije. Supstrati koje koriste poljoprivredna biogas postrojenja ne predstavljaju otpad, jer postoji mogućnost za njihovo korišćenje na drugi način. Stajnjak se iskoristi kao biljno hranivo. Žetveni ostaci se inkorporiraju u zemljište, te doprinose bilansiranju biljnih hraniva i humusa. Energetsko bilje koje se koristi kao supstrat za biogas je, u najvećem broju slučajeva, stočna hrana, krmivo.



Sl. 2.1 Detalji jednog poljoprivrednog biogas postrojenja, fermentori, skladište ostatka fermentacije i trenč silos

Nedostatak korišćenja stajnjaka kao supstrata je njegov nizak energetska potencijal, zbog visokog sadržaja vode. U poređenju sa silažom kukuruza, stajnjak može da ima i deset puta manji prinos biogasa po jedinici težine, što znači da je za istu veličinu biogas postrojenja potrebno deset puta veća količina stajnjaka, nego silaže kukuruza. Jedno uslovno grlo, govedo mase 500 kg, obezbeđuje svega 0,11 do 0,15 kW_e instaliranog kapaciteta. Dakle, za postrojenje nazivne električne snage 150 kW, bilo bi potrebno najmanje 1.000 uslovnih grla. Broj velikih farmi koje imaju toliki broj grla u Vojvodini, kao i u drugim zemljama, jeste mali. Pored toga, ekonomska analiza pokazuje da je sa stanovišta ekonomičnosti povoljnija izgradnja i korišćenje većih postrojenja, nazivne električne snage 500 do 1.000 kW. To je razlog da savremena biogas postrojenja koriste mešavinu stajnjaka i drugih supstrata. Neretko, energetske biljke se ne koriste samo kao kosupstrat, već i kao glavna sirovina za proizvodnju biogasa.

Na većini biogas postrojenja u zemljama sa povoljnim visinama *feed-in* tarifa, udeo biogasa koji se proizvodi iz silaže je 30 do 100 %. Za razliku od stajnjaka, silaža ima cenu, ona se plaća, što značajno utiče na ekonomske pokazatelje. Svaki potencijalni investitor to treba da razmotri i proceni mogućnosti proizvodnje silaže i njenu cenu. Cena silaže zavisi od cene poljoprivrednih proizvoda, na primer, zrna kukuruza. Do realne cene dolazi se poređenjem prinosa i cene zrna i troškova proizvodnje.

Industrijska biogas postrojenja

Industrijska biogas postrojenja koriste organski otpad iz prehrambene industrije i izgrađuju se u neposrednoj okolini njegovog nastanka. Ova vrsta supstrata predstavlja besplatnu sirovinu ili sirovinu čije je korišćenje kao supstrata za proizvodnju biogasa najpovoljnija mogućnost iskorišćenja. Najpovoljniji slučaj predstavlja korišćenje supstrata koji kontinualno tokom cele godine dospeva na biogas postrojenje. Međutim, češće supstrat nastaje u određenom periodu godine, tokom kampanje proizvodnje šećera ili tokom prerade i sušenja voća i povrća. U istom periodu postoje i značajne potrebe za energijom koja se koristi u pogonu prehrambene industrije. Međutim, ako bi biogas postrojenje radilo samo u tom periodu, problem predstavlja nemogućnost povremenog startovanja i pogona biogas postrojenja. U tom slučaju trebalo bi da se koristi šaržno postrojenje, koje se veoma retko koristi u praksi i koje ima niz nedostataka u pogonu u odnosu na kontinualna biogas postrojenja. Prema tome, povoljno bi bilo da se osim organskog otpada iz prehrambene industrije dodatno koriste i poljoprivredni supstrati. Na taj način omogućio bi se kontinualan pogon biogas postrojenja u toku cele godine. Zbog stabilnosti procesa anaerobne razgradnje, tokom vremena je potrebno da se koristi što ujednačeniji sastav i količina supstrata. Da bi se to ostvarilo, otpad iz prehrambene industrije je potrebno da se konzervira. Visina *feed-in* tarife za električnu energiju proizvedenu iz komunalnog čvrstog otpada jednaka je kao za poljoprivredna biogas

postrojenja (Anonim, 2009d). Uz činjenicu da otpad iz prehrambene industrije predstavlja besplatnu sirovinu, prihod ostvaren od električne energije omogućio bi isplativ rad ovog tipa postrojenja. Međutim, problem predstavlja iskorišćenje toplotne energije, koje bi bilo moguće u periodu pogona prehrambene industrije.

Biogas postrojenja za zbrinjavanje otpada

Biogas postrojenja posebno su pogodna i za zbrinjavanje klaničnog otpada, komunalnog čvrstog organskog otpada, kao i za stabilizaciju mulja iz procesa prečišćavanja komunalnih i otpadnih voda iz prehrambene industrije. Ovakva biogas postrojenja samo u retkim slučajevima mogu da ostvare povoljne energetske i finansijske efekte, a osnovni zadatak im je zbrinjavanje otpada.

U biogas postrojenjima, kao supstrat za proizvodnju biogasa koristi se klanični otpad kategorija KII i KIII, a njegova klasifikacija opisana je u Anonim (2009b). U sastavu biogas postrojenja potrebno je da postoji oprema za usitnjavanje i homogenizaciju mase. Nadalje je potrebno da se klanični otpad određen vremenski period preradi na povišenim pritiscima i temperaturama (pasterizacija ili sterilizacija). Detaljan pregled potrebnih postupaka opisan je u Anonim (2009b i 2011a). Navedeni delovi postrojenja značajno utiču na visinu investicije za biogas postrojenje koje koristi klanični otpad kao supstrat, kao i na njegove pogonske troškove. U slučaju da se ne primenjuje anaerobni tretman klaničnog otpada, za njegovo zbrinjavanje plaća se nadoknada, koja okvirno iznosi 140 €/t za KI, oko 110 €/t za KII, a za KIII oko 70 €/t. Izgradnjom biogas postrojenja, značajno se umanjuju ovi troškovi. Pogon za pripremu klaničnog otpada za anaerobnu fermentaciju veliki je potrošač električne i toplotne energije. Međutim, dobijanjem energije iz biogasa moguće je da se ostvare i značajne uštede u energentima potrebnim za pogon klanice. Važećom uredbom o povlašćenim proizvođačima električne energije (Anonim, 2009d), nije predviđena *feed-in* tarifa za biogas postrojenja koja koriste klanični otpad, ali je uvedena novom Uredbom. U slučaju da količina klaničnog otpada nije dovoljna da se izgradi biogas postrojenje značajnog kapaciteta, moguće je da se koriste i drugi supstrati u vidu otpada iz prehrambene industrije, stajnjaka ili energetskih biljaka. Zbrinjavanje ostatka fermentacije distribucijom po poljoprivrednim parcelama jedino je moguće ako se nakon sprovođenja odgovarajućih analiza pokaže da je to bezbedno.

Cilj izgradnje biogas postrojenja koja kao supstrate koriste komunalni čvrsti otpad jeste njegovo zbrinjavanje, ali i generisanje električne i toplotne energije, odnosno decentralizovana proizvodnja energije. Postrojenja ovog tipa izgrađuju se za zbrinjavanje komunalnog otpada iz većih gradova ili više manjih naselja u određenom regionu, a veličina iznosi od jednog do nekoliko MW_e. Pre anaerobne fermentacije, supstrati se za nju pripremaju. To uključuje separaciju metalnih delova i kamenja, usitnjavanje i homogenizaciju. Za izgradnju ovakvih postrojenja potrebna su velika ulaganja, a visoki su i operativni troškovi, zbog energetskih potreba za pogon delova postrojenja za pripremu supstrata i doradu ostatka fermentacije.

Često se uz ovakva postrojenja izgrađuje i pogon za kompostiranje, na kojem se koristi veliki deo toplotne energije koja se proizvede u kogenerativnom postrojenju. Time se postiže dodatna higijenzacija ostatka fermentacije. Kompost se iskoristi za poboljšanje plodnosti zemljišta. Tečni deo ostatka fermentacije, koji se iz njega cedi, mora dodatno da se prečišćava, na samom postrojenju, ili se to, uz nadoknadu, obavlja na drugim postrojenjima. Prema (Anonim, 2009d), visina *feed-in* tarife za električnu energiju proizvedenu iz komunalnog čvrstog otpada jednaka je kao za poljoprivredna biogas postrojenja. Zbog visokih investicija i operativnih troškova, isplativost rada ovog tipa postrojenja može da se ostvari jedino time što se prihoduje deo naplate za zbrinjavanje tog otpada.



Sl. 2.2 Primer postrojenja za proizvodnju biogasa iz čvrstog komunalnog otpada

Biogas postrojenja koja koriste otpadne vode kao supstrat za proizvodnju biogasa u većini slučajeva deo su sistema za prečišćavanje otpadnih voda. Tečna faza prečišćava se fizičkim, hemijskim i/ili biološkim postupcima. U biogas postrojenjima zbrinjava se mulj, odnosno čvrsta faza koja nastaje taloženjem u procesu prečišćavanja voda.



Sl. 2.3 Jedinice za kogeneraciju biogas postrojenja za prečišćavanje industrijskih otpadnih voda

Mulj sadrži većinu organske materije iz otpadnih voda, ali još uvek i visok sadržaj vode. Potrebe za toplotnom energijom ovog tipa biogas postrojenja su veoma visoke, jer se koristi supstrat sa veoma visokim sadržajem vode koja se zagreva da bi se postigla

odgovarajuća temperatura, za ostvarenje mezofilnog procesa u fermentorima. Često je potrebno da se dodatno obezbedi toplotna energija korišćenjem drugog energenta. Zbog visokog sadržaja vode, zapremine fermentora značajno su veće u poređenju sa poljoprivrednim biogas postrojenjima, što značajno utiče na visinu investicije. Prema uredbi o podsticajnim cenama električne energije (Anonim, 2009d), *feed-in* tarifa za biogas proizveden iz otpadnih voda iznosila je 6,7 €/kWh_e.

To je neretko niže od cene električne energije koja se plaća elektrodistribuciji za pogon mašina na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda. Zbog toga je, do definisanja viših *feed-in* tarifa, proizvedena električna energija iz biogas postrojenja koja koriste otpadne vode kao supstrat za proizvodnju biogasa, povoljnije da se iskoristi za potrebe samog postrojenja. Ovakva biogas postrojenja služe da se smanji negativan uticaj na životnu sredinu, ali i da se korišćenjem generisane energije smanje operativni troškovi za prečišćavanje otpadnih voda.

Poseban problem postrojenja ovog tipa je taj što su produkcija i kvalitet biogasa neujednačeni, kao posledica nehomogenog sastava i neujednačene količine otpadnih voda koje tokom vremena dospevaju na biogas postrojenje. Većina kanalizacionih sistema prihvata i atmosferske vode, te je količina značajno povećana tokom padavina, uz smanjenje udela organske materije.

2.2 Supstrati za proizvodnju biogasa

Termin supstrat široko je rasprostranjen naziv sirovine za proizvodnju biogasa. Ako se kombinuje više supstrata, tada se sirovina koja se koristi u manjem udelu naziva k-supstrat. U ovom potpoglavlju prikazaće se bitne karakteristike kojima se određuje energetski potencijal za proizvodnju biogasa, u vidu potencijalnog prinosa biogasa. Nadalje, ovi podaci mogu da se koriste za određivanje veličine biogas postrojenja (poglavlje 3.1). Potencijalni prinos biogasa izražava se po toni sveže, suve ili organske suve mase razmatranog supstrata. Kada se govori o prinosu biogasa iz nekog supstrata, kaže se da je on potencijalan, pošto količina proizvedenog biogasa koja se ostvaruje u praksi zavisi od pogonskih uslova, trajanja i stabilnosti procesa.

Kao što je i do sada napominjano, u ovoj publikaciji najviše pažnje posvećeno je proizvodnji biogasa u poljoprivredi i ruralnim oblastima. Stoga su prvenstveno obrađeni supstrati iz poljoprivrede, stajnjak i energetsko bilje, a prikazane su i osnovne karakteristike drugih, komunalni otpad te otpad prehrambene industrije i klanica, te otpadne vode, komunalne i industrijske.

2.2.1 Stajnjak

Stajnjak, čvrsti ili tečni, je, sa stanovišta troškova, veoma povoljan supstrat. Najčešće se koristi sa sopstvene farme i besplatan je. Izuzetno, kada se donosi sa druge farme, treba računati troškove transporta. U slučaju da se ne koristi kao supstrat za proizvodnju biogasa, stajnjak mora da „dozri“ pre iznošenja na njive. Tokom tog procesa dolazi do stabilizacije organske materije, uništavanja patogenih organizama i transformacije štetnih supstanci u one koje to nisu. Dozrevanje stajnjaka je proces koji zahteva vreme, a na savremenim farmama opremu, rad i smeštajni prostor. Pošto se pri proizvodnji biogasa odvija proces sličan onome u kojem dolazi do dozrevanja stajnjaka, ostatak fermentacije može da bude distribuiran po poljoprivrednim površinama. Sa stanovišta zaštite životne

sredine, fermentacija stajnjaka ima značajne pozitivne efekte, jer se na taj način sprečava emisija metana u atmosferu, a smanjuje se i rasprostiranje neprijatnih mirisa.

Razlikuje se tečni i čvrsti stajnjak. Tečni se sastoji od ekskremenata životinja i transportuje pumpama i cevovodima. Sadržaj suve materije je do 10 %. Ukoliko se koristi prostirka, dobija se čvrsti stajnjak, koji ima sadržaj suve materije i do 40 % (Burton i Turner, 2003). Podaci o potencijalnim prinosima biogasa iz različitih vrsta stajnjaka prikazani su u tab. 2.1. (Stm^3 je oznaka za standardni kubni metar, pri temperaturi 0 °C i pritisku 1,01325 bar).

Tab. 2.1 Potencijalni prinosi biogasa i zapreminski udeo metana za stajnjak (Anonim, 2006)

| Supstrat | Prinos biogasa | | Udeo CH_4 , % (V/V) |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| | $\text{Stm}^3/\text{t SvM}$ | $\text{Stm}^3/\text{t OSM}$ | |
| Goveđi tečni stajnjak | 20-30 | 200-500 | 60 |
| Svinjski tečni stajnjak | 20-35 | 300-700 | 60-70 |
| Čvrsti stajnjak goveda | 40-50 | 210-300 | 60 |
| Čvrsti stajnjak svinja | 55-65 | 270-450 | 60 |
| Čvrsti stajnjak peradi | 70-90 | 250-450 | 60 |

SvM– sveža masa; OSM– organska suva masa.

U tab. 2.2 navedene su karakteristike uobičajenih vrsta stajnjaka, kao i sadržaj makroelemenata, biljnih hraniva.

Tab. 2.2 Karakteristike stajnjaka (Anonim, 2006)

| Supstrat | SM % | OSM % | N | NH_4 | P_2O_5 | K_2O | Mg |
|-------------------------|---------|----------|---------|---------------|------------------------|----------------------|---------|
| | | | | | | | |
| Goveđi tečni stajnjak | 8-11 | 75-82 | 2,6-6,7 | 1-4 | 0,5-3,3 | 5,5-10 | 0,3-0,7 |
| Svinjski tečni stajnjak | ca. 7 | 75-86 | 6-18 | 3-17 | 2-10 | 3-7,5 | 0,6-1,5 |
| Čvrsti stajnjak goveda | ca. 25 | 68-76 | 1,1-3,4 | 0,22-2 | 1-1,5 | 2-5 | 1,3 |
| Čvrsti stajnjak svinja | 20-25 | 75-80 | 2,6-5,2 | 0,9-1,8 | 2,3-2,8 | 2,5-3 | np |
| Čvrsti stajnjak peradi | ca. 32 | 63-80 | 5,4 | 0,39 | np | np | np |

SM– suva masa; OSM– organska suva masa; np– nema podataka.

Sadržaj vode u stajnjaku je visok, 68 do 93 %, što je povoljno kada se stajnjak kombinuje sa drugim supstratima sa višim udelima suve mase, a takva je, na primer, silaža kukuruza. Hranljive materije, osim dela azota, nakon fermentacije nalaze se u ostatku fermentacije, te mogu da se iskoriste za iznošenje na parcele. To znači da su one, u najvećem delu, očuvane i na raspolaganju za primenu u poljoprivrednoj proizvodnji, kao što je to slučaj za korišćenje stajnjaka.

2.2.2 Energetske biljke

Pod energetskim biljkama podrazumeva se namenski uzgajana poljoprivredna biomasa, koja se najčešće silira i na taj način skladišti. Karakteristike biljnih vrsta koje se koriste u ove svrhe prikazane su u tab. 2.3.

Sadržaj suve materije energetskog bilja je viši nego stajnjaka. To znači, načelno, viši prinos biogasa po kubnom metru. Takođe, to znači da je za isti učinak potreban fermentor manje zapremine. Energetske bilje se namenski proizvodi na poljoprivrednim površinama, te ima svoju cenu, što je nedostatak primene.

Tab. 2.3 Karakteristike energetskih biljaka kao supstrata za proizvodnju biogasa (Anonim, 2006)

| Supstrat | SM % | OSM % | Prinos biogasa | | Udeo CH ₄ , % (v/v) |
|------------------|-------|-------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| | | | Stm ³ /t SvM | Stm ³ /t OSM | |
| Silaža kukuruza | 20-35 | 85-95 | 170-200 | 450-700 | 50-55 |
| Raž, SCB | 30-35 | 92-98 | 170-220 | 550-680 | ca. 55 |
| Silaža trave | 25-50 | 70-95 | 170-200 | 550-620 | 54-55 |
| Šećerna repa | 23 | 90-95 | 170-180 | 800-860 | 53-53 |
| List šećer. repe | 16 | 75-80 | ca. 70 | 550-600 | 54-55 |

CB: silaža cele biljke.

Pored gajenog energetskog bilja, kao supstrat mogu da se koriste različiti žetveni ostaci, pre svega oni sa visokim sadržajem vlage, koji ne mogu da se koriste za druge namene. Ovi supstrati dostupni su sezonski, a treba voditi računa i o tome da se pri njihovom korišćenju ne poremeti proces fermentacije, zbog prisustva nepoželjnih materija.

2.2.3 Otpad i otpadne vode

Organski otpad iz prehrambene industrije

Organski otpad iz prehrambene industrije nastaje, na primer, u proizvodnji šećera, alkohola, ulja, piva, prerada voća i povrća itd. U ovu grupu svrstava se čvrsti otpad, a otpadne vode iz prehrambene industrije obrađene su posebno. U slučaju da na istoj lokaciji nastaju i čvrsti organski otpad i mulj iz prečišćavanja otpadnih voda, oni mogu da se zbrinjavaju u istom biogas postrojenju. Cilj izgradnje biogas postrojenja u okviru prehrambene industrije najčešće je proizvodnja energije iz nusproizvoda, električne i/ili toplotne. Time se ostvaruje ušteda u energentima potrebnim za proces proizvodnje. Naredni, a često i prioritetni cilj izgradnje biogas postrojenja, je zbrinjavanje organskog otpada-nusproizvoda. Biogas postrojenja koja koriste ovakve supstrate svrstavaju se u industrijska.

Da bi se nusproizvod iz prehrambene industrije koristio kao supstrat za proizvodnju biogasa, potrebno je da se ispuni nekoliko preduslova. Prvenstveno, potrebno je da ne postoji drugi povoljniji način njegovog iskorišćenja, odnosno da on predstavlja organski otpad koji treba da se zbrine i za šta su predviđeni troškovi. Na primer, u proizvodnji šećera kao nusproizvod nastaje repin rezanac koji je veoma povoljan supstrat za proizvodnju biogasa, međutim on može povoljno da se iskoristi u prehrambenoj industriji ili za ishranu stoke. Postoji podatak da je tržišna cena osušenog repinog rezanca u opsegu 100-150 €/t, te se njegovo korišćenje za proizvodnju biogasa ne isplati. Sa tehničkog

aspekta, potrebno je da organskog otpada ima dovoljno za izgradnju biogas postrojenja dovoljnog kapaciteta, da se proizvede dovoljno energije za procesne potrebe i time ostvari ekonomski isplativ rad biogas postrojenja. U proizvodnji šećera povoljan supstrat za proizvodnju biogasa predstavljaju repiči i drugi delovi šećerne repe i primesa.

Karakteristike supstrata u vidu nusproizvoda iz prehrambene industrije prikazane su u tab. 2.4. U poređenju sa silažama energetskog bilja, melasa ima znatno veći prinos biogasa po svežoj masi supstrata, što pokazuje da sadrži puno organske materije. Međutim, melasa može da se iskoristi za dodatnu proizvodnju šećera, ako u šećerani postoji odgovarajuća tehnologija.

Ostali potencijalni supstrati imaju znatno niži prinos biogasa u poređenju sa silažama energetskog bilja. Njihovo iskorišćenje u druge svrhe je neizvesno, pa su ipak pogodni da se koriste kao supstrati za biogas. To naročito važi za nusproizvode proizvodnje alkohola, koji imaju prinos biogasa uporediv sa stajnjakom.

Tab. 2.4 Karakteristike nusproizvoda iz prehrambene industrije (Anonim, 2006)

| Supstrat | SM % | OSM % | N % SM | P ₂ O ₅ | Prinos biogasa | | Udeo CH ₄ , % (v/v) |
|-----------------|---------|----------|-----------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | Stm ³ /t SvM | Stm ³ /t OSM | |
| Repin rezanac | 22-26 | ca. 95 | np | np | 60-75 | 250-350 | 70-75 |
| Melasa | 80-90 | 85-90 | 1,5 | 0,3 | 290-340 | 360-490 | 70-75 |
| Komina žitarica | 6-8 | 83-88 | 6-10 | 3,6-6 | 30-50 | 430-700 | 58-65 |
| Komina krompira | 6-7 | 85-95 | 5-13 | 0,9 | 36-42 | 400-700 | 58-65 |
| Komina voća | 2-3 | ca. 95 | np | 0,73 | 10-20 | 300-650 | 58-65 |
| Pivski trop | 20-25 | 70-80 | 4-5 | 1,5 | 105-130 | 580-750 | 59-60 |

Organski otpad klanične industrije

Klanična industrija svrstava se takođe u prehrambenu. Međutim, otpad klanične industrije razmatra se posebno zbog specifičnih zahteva za njegovo zbrinjavanje. Organski otpad koji nastaje u klaničnoj industriji su uginule životinje i delovi životinja koji preostaju nakon klanja. Prema Uredbi (*Regulation*) EU (Anonim, 2009b), klanični otpad klasifikuje se u tri kategorije (KI, KII, KIII), čime su definisani i zahtevi za zbrinjavanje. U Srbiji je na snazi pravilnik koji se odnosi na zbrinjavanje klaničnog otpada (Anonim, 2011b), koji je prevedena verzija evropske Uredbe.

U odnosu na živu vagu, za svinje se dobije oko 12-14 % klaničnog otpada, od čega 3 % otpada na krv (Rede i Petrović, 1997). Masa organskog otpada nakon prerade peradi je, u odnosu na živu vagu, 32-36 %, a udeo zavisi, pre svega, od toga da li je perje vlažno ili suvo (Okanović i dr, 2010). Na suvo perje otpada oko 6-7 %, a na vlažno oko 16 % u odnosu na živu vagu. Sadržaj suve materije u klaničnom otpadu zavisi, pre svega, od intenziteta mešanja sa vodom tokom procesa u klanici, ali i skladištenja i transporta.

Komunalne i otpadne vode prehrambene industrije

Komunalne otpadne vode mogu da sadrže samo kanalizacione vode iz domaćinstava, ali i industrijske otpadne vode, ukoliko se one ulivaju u kanalizacionu mrežu, te atmosferske vode (kišnica) ukoliko ne postoji posebna mreža za njihovo odvođenje. Otpadne vode prehrambene industrije nastaju tokom procesa proizvodnje.

Komunalne i otpadne vode prehrambene industrije često se ispuštaju u vodotokove i jezera i pri tome negativno utiču na životnu sredinu. Veća naseljena mesta otpadne vode, pre ispuštanja u recipijent tretiraju fizičkim, biološkim i hemijskim postupcima. Nedostatak većine ovih postupaka jeste neodgovarajuće zbrinjavanje mulja koji preostaje nakon sedimentacije, a sadrži zagađujuće organske materije. Anaerobni tretman pogodan je način da

se mulj, nastao preradom otpadnih voda, organski stabilizuje i da se sprovede njegova higijenzacija. Nakon toga, omogućeno je njegovo bezbedno odlaganje na deponije ili čak, ukoliko se analizama utvrdi da nema nepoželjnih materija, distribucija po poljoprivrednim površinama.

Komunalne i otpadne vode prehrambene industrije u najvećem broju slučajeva sadrže nizak udeo suve materije, ponekad i manje od 1 %. Na to najviše utiče to da li sadrže i atmosferske vode i kakvi su uslovi proizvodnog procesa. Separirani, ugušćeni, mulj ima povećan sadržaj suve materije. Kod komunalnih otpadnih voda oko 6 %. Visok sadržaj vode utiče na veličinu svih delova biogas postrojenja koja služe za transport, skladištenje i procesiranje. Zbog toga su troškovi investicije za ovakva biogas postrojenja značajno viši nego za poljoprivredna iste snage.

Komunalni čvrsti organski otpad

Pod komunalnim čvrstim organskim otpadom podrazumeva se biorazgradivi otpad iz naseljenih mesta, a uključuje otpad iz domaćinstava, restorana i menzi, ostatke voća i povrća sa zelenih pijaca, kao i ostatke nege zelenih površina i ostalo. U biorazgradivi otpad takođe se ubrajaju drvenasti materijali, kao i papir i karton, ali zbog visokog sadržaja celuloze, ovi materijali teško se i sporo anaerobno razgrađuju, pa nisu pogodna sirovina. Komunalni organski otpad je heterogenog sastava, sa udelom neorganskih materija.

Sadržaj suve materije značajno je viši nego kod stajnjaka, a uporediv je s energetskim biljem. Biogas postrojenje koje koristi ovu vrstu organskog otpada, treba da ima opremu za odvajanje krupnih nečistoća i metala, kao i uređaj za usitnjavanje supstrata. Prinos biogasa koji je moguće ostvariti iz ove vrste supstrata iznosi oko 100-120 Stm³/t.

U Srbiji se, za sada, ne sprovodi primarna separacija komunalnog organskog otpada, pa je njegovo korišćenje kao supstrata za proizvodnju biogasa moguće tek u budućnosti. U Vojvodini postoji mogućnost da se za proizvodnju električne i/ili toplotne energije koristi deponijski gas, ali samo na deponijama na kojima za to postoje uslovi.

2.3 Veličina biogas postrojenja

Prilikom planiranja biogas postrojenja, nakon određivanja vrste i količine raspoloživih supstrata, prvi korak je da se odredi potencijalna veličina. Najčešće se pod veličinom biogas postrojenja podrazumeva nazivna električna snaga kogenerativnog postrojenja. Osim električne snage, određuje se i veličina fermentora i svih ostalih potrebnih građevinskih objekata za sprovođenje skladištenja supstrata i ostatka fermentacije i drugih.

2.3.1 Poljoprivredna biogas postrojenja

Snaga kogenerativnog postrojenja

Iz podataka o godišnje raspoloživim količinama supstrata, procenjuje se potencijalna godišnja proizvodnja biogasa. Za to se koriste literaturni podaci o prinosima biogasa, koji su orijentacioni (potpoglavlje 2.1). Potencijalni prinosi biogasa uglavnom su dati po količini sveže mase supstrata. Potencijalni prinos biogasa menja se u zavisnosti od sadržaja vlage u supstratu, a zavisi i od udela organske suve mase. Za tačnije određivanje godišnje proizvodnje biogasa, utvrđuje se udeo suve i organske suve mase u supstratu.

Proračun potencijalne dnevne proizvodnje biogasa i pratećih parametara sprovodi se za svaku vrstu supstrata posebno, a ukupna količina računa se kao zbir proizvodnje iz svih supstrata. Za proračun se koriste sledeće jednačine:

$$\begin{aligned}
& \text{suva masa } (t_{SM}/d) \\
& = \\
& \text{sveža masa } (t_{SVM}/d) \times \text{udeo suve mase } (t_{SM}/t_{SVM}) \\
& \\
& \text{organska suva masa } (t_{OSM}/d) \\
& = \\
& \text{sveža masa } (t_{SVM}/d) \times \text{udeo organske suve mase } (t_{OSM}/t_{SVM}) \\
& \\
& \text{produkcija biogasa } (Stm^3/d) \\
& = \\
& \text{sveža masa } (t_{SVM}/d) \times \text{prinos biogasa } (Stm^3/t_{SVM}) \\
& \\
& \text{ili} \\
& \\
& \text{produkcija biogasa } (Stm^3/d) \\
& = \\
& \text{suva masa } (t_{SM}/d) \times \text{prinos biogasa } (Stm^3/t_{SM}) \\
& \\
& \text{ili} \\
& \\
& \text{produkcija biogasa } (Stm^3/d) \\
& = \\
& \text{organska suva masa } (t_{OSM}/d) \times \text{prinos biogasa } (Stm^3/t_{OSM})
\end{aligned}$$

gde su:

SvM – sveža masa,

SM – suva masa,

OSM – organska suva masa.

Kada je poznata potencijalna godišnja proizvodnja biogasa, potrebno je da se odredi optimalna nazivna snaga kogenerativnog postrojenja. Ako se izabere manja snaga, neće moći da se sagori sav biogas, koji će najverovatnije morati da se ispusti u atmosferu zbog ograničene mogućnosti skladištenja (štetno se utiče na životnu sredinu) ili da se spali u gasnoj baklji (značajan energetska gubitak). Ako se izabere prevelika snaga, neće u potpunosti moći da se iskoristi potencijal kogenerativnog postrojenja, za koje je plaćeno više. Za određivanje optimalne nazivne električne snage prvo se određuje potrebna snaga, a zatim se u obzir uzimaju zastoji u radu i potrebna rezerva u kapacitetu.

Potrebna električna snaga kogenerativnog postrojenja je ona koja omogućava da se sagori celokupna količina proizvedenog biogasa, u kontinualnom radu pri nazivnoj snazi (24 h dnevno, 8.760 h na godišnjem nivou). Kogenerativno postrojenje u pogonu ne može da ostvari neprekidan rad. Periodično se sprovode poslovi održavanja, a po potrebi i popravke, te godišnji remont. Zbog toga je neophodno da instalirana nazivna električna snaga kogenerativnog postrojenja ima određenu rezervu u kapacitetu. Najčešće se usvaja da je ona veća za 10 % od potrebne snage, što odgovara radu motora nominalnom snagom oko 22 h dnevno ili oko 8.000 h na godišnjem nivou. Motor je podešen tako da pri radu nazivnom snagom ima minimalnu specifičnu potrošnju goriva (g/kWh), što znači da je stepen korisnosti najviši mogući. Maksimalna snaga veća je od nazivne, ali je tada specifična potrošnja goriva viša. To znači da bi u nekim slučajevima kogenerativno postrojenje imalo kapacitet dovoljan da sagori proizvedeni biogas, ali bi ukupni stepen korisnosti bio niži, što je bolje nego da se biogas, koji više ne može da se skladišti, ne iskoristi. Upravo zato se ciljno uvodi rezerva kapaciteta.

Za proračun električne snage postrojenja i odabir nazivne snage kogenerativnog postrojenja, osim količine biogasa, potrebno je da se poznaje i udeo metana u biogasu, električni stepen korisnosti i planirani broj sati rada kogenerativnog postrojenja, pri nominalnom opterećenju.

Količina energije koja se dovodi kogenerativnom postrojenju (primarna energija biogasa) računa se prema udelu metana u biogasu i njegovoj energetskej vrednosti, odnosno donjoj toplotnoj moći ($9,97 \text{ kWh}_p/\text{Stm}^3$). U obzir se uzima samo metan, jer je on jedini gorivi gas čiji je udeo značajan. Koliko će se električne energije proizvesti iz primarne energije biogasa, zavisi od električnog stepena korisnosti kogenerativnog postrojenja. U obzir se uzima električni stepen korisnosti na godišnjem nivou. Motor kogenerativnog postrojenja u toku godine u pogonu radi pri različitim parcijalnim opterećenjima. Zato je električni stepen korisnosti na godišnjem nivou u određenoj meri niži od kataloške vrednosti koju daje proizvođač i koji se meri pri nominalnoj snazi u laboratorijskim uslovima. Potrebno je da se u obzir uzme i smanjenje vrednosti električnog stepena korisnosti nakon vremena. Realno je da se kataloška vrednost umanjuje za 2 %, a maksimalno za oko 3 %. To znači da, ako je kataloška vrednost 40 %, električni stepen korisnosti na godišnjem nivou treba da je oko 38 %.

Ukoliko se na postrojenju koriste dizel motori s inicijalnim paljenjem, potrebno je da se uračuna i količina električne energije proizvedena od dizel goriva. Tada se sabiraju primarna energija biogasa i primarna energija dizel goriva, pa se izračunava proizvodnja električne energije.

Električna snaga postrojenja izračunava se sledećim jednačinama:

$$\begin{aligned}
 & \text{proizvodnja metana (Stm}^3\text{/d)} \\
 & = \\
 & \text{proizvodnja biogasa (Stm}^3\text{/d) x udeo metana u biogasu (Stm}^3 \text{ CH}_4\text{/Stm}^3 \text{ biogasa)} \\
 & \text{primarna energija biogasa (kWh}_p\text{/d)} \\
 & = \\
 & \text{proizvodnja metana (Stm}^3\text{/d) x energetska vrednost metana (kWh}_p\text{/Stm}^3) \\
 & \text{proizvodnja električne energije (kWh}_e\text{/d)} \\
 & = \\
 & \text{primarna energija biogasa (kWh}_p\text{/d) x električni stepen korisnosti (\%)} \\
 & \text{potrebna električna snaga (kW}_e\text{)} \\
 & = \\
 & \text{proizvodnja električne energije (kWh}_e\text{/d) / 24 (h)} \\
 & \text{nominalna električna snaga (kW}_e\text{)} \\
 & = \\
 & \text{potrebna električna snaga (kW}_e\text{) x (1 + rezerva u kapacitetu)}
 \end{aligned}$$

gde su:

kWh_p –količina primarne energije

kWh_e –količina električne energije

kW_e –električna snaga kogenerativnog postrojenja

Veličina fermentora, trenč silosa i rezervoara ostatka fermentacije

Tačna konfiguracija i veličine delova biogas postrojenja zavise najviše od vrste supstrata koji se koriste i tehnološkog rešenja koja su razna i koja nude brojne firme. Nadalje će biti prikazano dimenzionisanje rezervoara za fermentaciju, kao i objekata za skladište-

nje supstrata i ostatka fermentacije. Dobijene vrednosti navedenim su okvirne i mogu da posluže za određivanje potrebne veličine lokacije za izgradnju biogas postrojenja, kao i za potrebne investicije.

Stajnjak se nakon izđubavanja pumpama i cevovodima transportuje do rezervoara za njegovo privremeno skladištenje (predjame), odakle se nekoliko puta na dan pumpa u fermentor. Njegov kapacitet je najčešće toliki da može da primi jednonedeljnu količinu stajnjaka. Silaža kukuruza se jednom ili dva puta dnevno ubacuje u dozator za čvrsti supstrat, a iz njega se pužnim transporterom periodično unosi u fermentor.

U slučaju da je postrojenje dvostepeno (s odvojenim procesom hidrolize u posebnom fermentoru), stajnjak i silaža prvo se dovode u fermentor za hidrolizu, gde se mešaju i zagrevaju, a tek onda u fermentor. Njegova zapremina treba da primi dvodnevnu količinu supstrata koja se ubacuje u fermentor.

Zapremina fermentora zavisi od zapremine svežeg supstrata koji se unosi i vremena njegovog zadržavanja u fermentoru (hidrauličkog retencionog vremena). Hidrauličko retenciono vreme određuje se iz opterećenja organskom materijom fermentora. Jednačina za proračun zapremine fermentora je:

| |
|--|
| $\begin{aligned} & \text{zapremina fermentora (m}^3\text{)} \\ & = \\ & \text{hidrauličko retenciono vreme (d) x dnevna količina supstrata (m}^3_{\text{SVM}}\text{/d)} \end{aligned}$ |
|--|

Silaža kukuruza se skladišti godinu dana u trenč-silosima. Gustina silaže kukuruza koja se skladišti je oko 700 kg/m³. To znači da je za skladištenje 1.000 t silaže potreban trenč-silos dimenzija, na primer, širine 10 m, dužine 50 m i visine ispune oko 3 m.

U rezervoaru za skladištenje ostatka fermentacije odlazi masa nakon izlaska iz fermentora. Njegova zapremina treba da je dovoljna da primi količinu ostatka koji se skupi za 6 ili 12 meseci, u zavisnosti od toga kada se izuzima i distribuira po polju. Prilikom dimenzionisanja zapremine rezervoara ostatka fermentacije, potrebno je da se uzme u obzir da je zapremina ostatka fermentacije manja u odnosu na zapreminu svežeg supstrata, jer je organska masa razgrađena i proizveden je biogas.

2.3.2 Ostali tipovi biogas postrojenja

Kod drugih tipova biogas postrojenja, postupak određivanja nazivne snage kogenerativnog postrojenja sličan je onom koji važi za poljoprivredna. Međutim, poljoprivredna biogas postrojenja služe za decentralizovanu proizvodnju energije, pa se teži približno konstantnoj produktivnosti biogasa koja se postiže korišćenjem jednake količine i homogene mešavine supstrata tokom vremena. Kogenerativno postrojenje time radi približno istom snagom tokom vremena, koja je zbog zastoja u radu i rezerve u kapacitetu nešto manja od nazivne. Određivanje nazivne snage kogenerativnog postrojenja kod drugih tipova biogas postrojenja bazira se na maksimalnoj produktivnosti biogasa, koja se javlja u periodu kada se generiše najveća količina supstrata. Postrojenja kod kojih se tokom vremena generiše nehomogeni sastav i nejednaka količina supstrata su postrojenja za prečišćavanje komunalnih i industrijskih otpadnih voda i postrojenja za zbrinjavanje komunalnog čvrstog otpada. Nehomogeni sastav supstrata takođe utiče na zapreminski udeo metana u biogasu, što određuje i trenutnu snagu kogenerativnog postrojenja u pogonu.

Slično kao i kod određivanja nazivne snage kogenerativnog postrojenja, zapremina fermentora i drugih objekata određuje se za maksimalne količine supstrata koje nastaju.

Definisanje parametara postrojenja nije jednostavno, pa treba razmotriti sve uticaje, bazirano na iskustvu i stručnosti konsultanata i projektanata.

2.4 Korišćenje toplotne energije

Toplotna moć biogasa kreće se u granicama 14 do 25 MJ po standardnom metru kubnom (Stm^3). To je gasovito gorivo čiji energetski potencijal može da se iskoristi na razne načine. Sagorevanje u kotlovima i pećima je jedan od načina, ali se, najčešće, koristi kao gorivo u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem (SUS) koji pogone generatore električne energije. Toplotna energija sadržana u rashladnoj tečnosti i produktima sagorevanja takođe može i treba da se iskoristi, pa se tada takvo postrojenje naziva kogenerativno. Mada je izraz *proizvodnja energije* nekorektan, jer energija ne može da se proizvede, već dolazi do njene konverzije, obično se govori da je to postrojenje za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije.

Savremeni motori SUS, koji su sastavni deo kogenerativnog postrojenja, imaju stepen korisnosti i preko 40 %, a stepen korisnosti generatora je iznad 90 %. Obično je ukupan stepen korisnosti ovakvih postrojenja iznad 35 %, a na vrhunskim i iznad 40 %. Toplotna energija je čak i viša od električne. U zavisnosti od tipa i veličine postrojenja od nekoliko pa do 20 %.

Jedan deo toplotne energije kogenerativnog postrojenja koristi se za grejanje sadržaja fermentora, pa i mešača supstrata. Potrebe fermentora za toplotnom energijom zavise od njegove toplotne izolacije, oblika i materijala od kojih je fermentor izgrađen, temperature fermentacije, spoljašnjih temperatura itd. Prema Effenberger et al (2010) i Bachmaier et al (2011), potrebe za toplotnom energijom za grejanje fermentora poljoprivrednih biogas postrojenja su u opsegu 4 do 25,6 % od dobijene količine. Slično važi i za biogas postrojenja koja koriste otpad iz prehrambene industrije, koji se često i kombinuju sa poljoprivrednim supstratima. Kod biogas postrojenja koja služe za prečišćavanje otpadnih voda, potrebe za toplotnom energijom značajno su više, a često je potrebno da se koristi i dodatni energent. Razlog je visok sadržaj vode u korišćenim supstratima, u poređenju sa poljoprivrednim biogas postrojenjima. Voda u korišćenim supstratima predstavlja balast jer se iz nje ne ostvaruje proizvodnja biogasa, a nju je takođe potrebno zagrejati. Specifična su i biogas postrojenja za zbrinjavanje klaničnog otpada, koja koriste značajne količine toplotne energije za pripremu supstrata.

Toplotna energija sadržana je, kao što je navedeno, u rashladnoj tečnosti motora i produktima sagorevanja, a temperaturni nivoi su im različiti. To utiče na mogućnost i način iskorišćenja. Toplotna energija sadržana u rashladnoj tečnosti motora je na niskom temperaturnom nivou, pa može da se iskoristi samo za zagrevanje vode do oko 90 °C. Dobijena topla voda može da se upotrebi za potrebe grejanja fermentora, poslovnih, radnih ili stambenih prostorija, staklenika/plastenika i slično. Ukoliko se toplotna energija rashladne tečnosti ne koristi, ili se ne koristi konstantno, ona mora da se hladi, kao i na svakom drugom motoru SUS, da ne bi došlo do pregrevanja motora i havarije. U tu svrhu se koriste vazdušni hladnjaci, kojima se postiže hlađenje rashladne tečnosti motora okolnim vazduhom, a za pokretanje ventilatora potrebna je električna energija.

Temperatura produkata sagorevanja je, najčešće, u opsegu 450 do 650 °C, pa ova toplotna energija može da se iskoristi za proizvodnju tehnološke pare, ali i za grejanje vode.

Cilj je da se raspoloživa toplotna energija iskoristi u što većoj meri, ali njeno kontinualno i potpuno iskorišćenje se u praksi veoma retko ostvaruje. Osnovni razlog za to je da u blizini biogas postrojenja nema potencijalnih korisnika toplotne energije u obimu koji je na

raspolaganju. Takođe, problem predstavlja to što se potrebe korisnika toplotne energije menjaju tokom dana i godine.

Grejanje stambenih, poslovnih i proizvodnih prostora

Pošto se lokacija poljoprivrednih biogas postrojenja obično nalazi izvan naseljenih mesta, grejanje stambenih objekata je teško ostvarivo. Izgradnja sistema za daljinsko grejanje predstavlja značajnu investiciju, te uglavnom nije isplativo da se to sprovodi u cilju iskorišćenja preostale toplotne energije do prvog naseljenog mesta. Prema tome, jedina mogućnost predstavlja grejanje stambene kuće, na primer vlasnika farme, ili upravne zgrade, ukoliko se one nalaze na samoj lokaciji biogas postrojenja. Industrijska i biogas postrojenja koja se koriste za zbrinjavanje komunalnih otpadnih voda mogu da se nalaze u blizini stambenih ili poslovnih objekata. Međutim, kao što je već navedeno, zbog visokog udela vode u supstratima koje koriste, sopstvene potrebe za toplotnom energijom ovakvih postrojenja su visoke. U nekim slučajevima nije dovoljna preostala toplotna energija i potrebno je da se koristi dodatni energent, u vidu prirodnog gasa koji se sagoreva u posebnom kotlu. Sve navedeno važi i za grejanje poslovnih prostorija.

Proizvodne prostorije koje mogu da se greju u blizini biogas postrojenja su proizvodne hale, radionice. Na stočarskim farmama postoji potreba za grejanjem, na primer, prasilišta.

Grejanje staklenika/plastenika može da se ostvari toplotnom energijom biogas postrojenja, ali, potrebno je da se uzme u obzir da se ono primenjuje samo tokom grejne sezone, te da se potrebe za toplotnom energijom menjaju tokom meseci pa i dana. Poseban slučaj stakleničke proizvodnje je gajenje algi i dobijanje vodonika. Uslovi korišćenja toplotne energije biogas postrojenja su u ovom slučaju slični onima za uobičajenu proizvodnju biljaka u zaštićenom prostoru.

Za svaki način korišćenja toplotne energije, postrojenje treba da bude adekvatno dimenzionisano. Na primer, bilo bi dobro da biogas postrojenje svojom snagom pokriva 60 do 80 % maksimalne snage postrojenja na kom se koristi toplotna energija. Maksimalna snaga potrebna je vrlo kratko, te sa ovakvim principom, toplotnom energijom biogas postrojenja može da se pokrije i preko 95 % potreba. Na ovaj način ostvaruje se bolje iskorišćenje toplotne energije biogas postrojenja. Vršna opterećenja tada se pokrivaju nekim drugim izvorom, na primer, kotlom koje koristi prirodni gas.

Sušenje

Sušenje je najčešći način konzerviranja poljoprivrednih proizvoda, a primenjuje se i za druge materijale, ogrevno drvo, otpad pilana itd. Za sušenje se najčešće primenjuju temperature agensa ispod 100 °C.

Sušenje poljoprivrednih proizvoda sprovodi se, najčešće, neposredno nakon letnje i jesenje žetve. Time je dužina perioda korišćenja toplotne energije sa biogas postrojenja ograničena na relativno kratak period, iako je njeno dobijanje kontinualno. Iskorišćenje toplotne energije za sušenje poljoprivrednih proizvoda povoljno je da se uklopi sa grejanjem prostora, jer se potrebe za toplotnom energijom za ove dve namene preklapaju tokom kratkog vremenskog perioda.

Za industrijska biogas postrojenja, koja kao supstrate koriste otpad iz prehrambene industrije, toplotna energija može da se koristi za procesne potrebe. Na primer, povoljna mogućnost iskorišćenja toplotne energije sa biogas postrojenja je na postrojenju za peletiranje, jer se toplotna energija koristi kontinualno tokom cele godine, a jedno takvo postrojenje prikazano je na sl. 2.4

Toplotna energija biogas postrojenja može da se koristi u procesu dorade ostatka fermentacije za sušenje, sa ciljem dobijanja komposta i/ili pripreme za peletiranje.



Sl. 2.4 Postrojenje koje koristi toplotnu energiju za sušenje vlažne piljevine i peletiranje, detalj skladišta za pelete

Hlađenje

Korišćenje toplotne energije za hlađenje ostvaruje se primenom apsorpcionih rashladnih uređaja (*čilera*). Princip rada ovakvih uređaja razlikuje se od kompresorskih. Imaju mali broj pokretnih delova i malu potrošnju električne energije za pogon. Dobijanje rashladne energije korišćenjem toplotne energije sa biogas postrojenja produžava se rad kogenerativnog postrojenja u letnjim mesecima. Na primer, moguće je da se preostala toplotna energija koristi u jesenjim mesecima za sušenje, u zimskim za grejanje, a u letnjim za hlađenje. Najčešće se koristi za hlađenje mleka na 10 do 13 °C. Dodatno je potrebno da se mleko ohladi na 5 °C, a pošto postoji tehničko ograničenje za apsorpcione rashladne uređaje, to se postiže kompresorskim rashladnim uređajima uz korišćenje električne energije. Stepenn korisnosti apsorpcionih rashladnih uređaja je oko 75 %. Za nabavku ovakvog uređaja potrebni su dodatni investicioni troškovi, te će to uticati na opravdanost ulaganja i ovakve primene toplotne energije biogas postrojenja. Do sada poznati primeri iz prakse nisu dali pozitivne finansijske efekte, bez posebne podrške ovakvom načinu za korišćenje toplotne energije iz obnovljivih izvora.

Generisanje električne energije

Toplotna energija koja preostane na biogas postrojenju može da se koristi i za generisanje električne energije. Za to postoje tehnička rešenja, na primer, Stirlingov motor i ORC (*Organic Rankine Cycle*). Za prvi postupak zadovoljava i niskotemperaturna energija rashladne tečnosti, ali je stepenn korisnosti veoma nizak, ispod 10 %, a ulaganja visoka. Za ORC postrojenja, u kojima se umesto vode kao medijum koriste organske tečnosti, potrebna je viša temperatura, dakle, koristi se toplotna energija izduvnih gasova. Njome se radni fluid prevodi u gasovito stanje, te se pokreće turbina, koja pogoni dodatni generator.

Primer ORC postrojenja, koje je na tržištu, ima električnu snagu 125 kW. Električni stepenn korisnosti je oko 13 %. Potrebna termička snaga je 980 kW, a ona se obezbeđuje (uzimajući u obzir samo izduvne gasove), kogenerativno postrojenje električne snage oko 2 MW. Ukupna električna snaga biogas postrojenja tada je 2.125 kW. Dodatnom proizvod-

njom električne energije u ORC postrojenju omogućuje se kontinualno iskorišćenje toplotne energije sadržane u produktima sagorevanja. To zahteva dodatne investicione troškove, pa treba da se posebno razmotri isplativost ulaganja.

2.5 Ostatak fermentacije, korišćenje-zbrinjavanje

U fermentorima biogas postrojenja deo tečne i čvrste mase supstrata transformiše se u biogas. Ostatak fermentacije (na nemačkom *Gärrest*, na engleskom *digestate*), treba da se zbrine na odgovarajući način. Na prvim biogas postrojenjima ostatku fermentacije posvećivano je malo pažnje. Sada se zna da, za poljoprivredna biogas postrojenja, ostatak fermentacije ima značaj, kako sa stanovišta zaštite životne sredine, tako i u pogledu ekonomskih pokazatelja. Najbolje je da se ovaj nusproizvod iskoristi, te da se od njega ostvare prihodi i/ili uštede.

Masa ostatka fermentacije, ako se razmatra suva masa, umanjena je u odnosu na masu supstrata za količinu koja je razgrađena u procesu, a isto se odnosi i na tečnost. To umanjenje je proporcionalno izdašnosti dobijenog biogasa, a zavisi od količine organske materije. Tako je, srazmerno udelu suve i organske suve mase, smanjenje zapremine svinjskog tečnog stajnjaka nakon fermentacije oko 3 %, goveđeg čvrstog stajnjaka oko 5 %, a silaže kukuruza čak 25 %.

Ostatak fermentacije poljoprivrednih biogas postrojenja se, u najvećem broju slučajeva, distribuira po poljoprivrednim površinama kao đubrivo (ovde se koristi izraz đubrivo, a ne hranivo, jer ostatak fermentacije pored biljnih hraniva sadrži i organske materije koje doprinose bilansu humusa). Sastav ostatka fermentacije je vrlo sličan „zrelom“ stajnjaku, a najviše zavisi od mešavine-sastava korišćenih supstrata. Tokom fermentacije odvijaju se procesi koji doprinose tome da su karakteristike ostatka fermentacije kao đubriva bolje nego stajnjaka upotrebljenog kao supstrat. Vraćanje ovog materijala na poljoprivredne površine je korisno kada je reč o zaštiti životne sredine i ostvarenju zaokruženja ciklusa biljnih hraniva kao i organske materije –SOM (*Soil Organic Mater*).

Često se primenjuje separacija ostatka fermentacije na čvrstu i tečnu fazu. Tečna faza se distribuira po poljima, a čvrsta može da se kompostira. Separirana tečna faza, bogata mikroorganizmima, može da se vraća u mešač ili fermentor, doprinoseći stabilnosti procesa i ostvarenju poželjne gustine supstrata. Čvrsta faza je još uvek visokovlažna, a sadržaj suve materije najčešće ne prelazi 25 %.

2.5.1 Poljoprivredna biogas postrojenja

Osobine ostatka fermentacije

Tokom fermentacije viskozitet supstrata se smanjuje (tečnost ima „manji otpor“, tečljivija, „lepljivost“ smanjena), kao posledica razgradnje čvrste organske mase od koje nastaje biogas. Prilikom fermentacije stajnjaka, smanjuje se sadržaj organskih kiselina, uzročnika neprijatnih mirisa i korozije.

Pri fermentaciji stajnjaka količina amonijuma, NH_4 , povećava se za 5 do 10 %. Stajnjak pre anaerobne fermentacije ima pH vrednost oko neutralne, a nakon procesa dostiže oko 8,5 (Anonim, 2006). Ukupna količina azota se nakon procesa neznatno menja, ali dolazi do transformacije azotnih jedinjenja u neorganska, koje biljke mogu odmah da koriste. Slično važi i za fosfor, kalijum, kalcijum i magnezijum. Sadržaj sumpora se tokom procesa smanjuje, pošto se formira H_2S . Količina teških metala se ne menja.

Zbog anaerobnih uslova i povišene temperature, patogeni organizmi odumiru, što ima poseban značaj za primenu ovog materijala kao đubriva. Što se masa duže zadržava u fermentoru, veći je efekat odumiranja patogenih organizama.

U tab. 2.5 prikazani su sadržaji primarnih biljnih makroelemenata u ostatku fermentacije sa tri biogas poljoprivredna postrojenja. Uočava se da je sastav ostatka fermentacije sa sva tri postrojenja približno jednak, a najviše zavisi od korišćenih supstrata.

Tab. 2.5 Sadržaj vlage i makroelemenata u ostatku fermentacije, tečnoj i čvrstoj fazi, nakon separacije, za tri odabrana uzorka (Effenberger et al, 2009b)

| Postrojenje | 1 | 2 | 3 |
|---|--|------------------------|-----------------------------|
| Korišćeni supstrati, % | SK(58), ČS(17), SZK(2), SCB(12), O(11) | SK(64), SCB(19), O(17) | SK(72), TS(4), ČS(23), O(1) |
| <i>Ostatak fermentacije</i> | | | |
| Suva masa, % | 5,2 | 7,4 | 6,6 |
| N _{ukupno} , kg/m ³ | 7,3 | 4,7 | 6,7 |
| NH ₄ , kg/m ³ | 5,3 | 2,4 | 4,8 |
| P ₂ O ₅ , kg/m ³ | 4,5 | 2,0 | 3,7 |
| K ₂ O, kg/m ³ | 7,1 | 6,3 | 6,0 |
| <i>Tečna faza</i> | | | |
| Suva masa, % | 4,3 | 6,8 | 6,7 |
| N _{ukupno} , kg/m ³ | 5,1 | 6,9 | 8,1 |
| NH ₄ , kg/m ³ | 3,4 | 2,5 | 5,6 |
| P ₂ O ₅ , kg/m ³ | 2,5 | 1,8 | 4,2 |
| K ₂ O, kg/m ³ | 4,8 | 7,5 | 8,2 |
| <i>Čvrsta faza</i> | | | |
| Suva masa, % | 21,8 | 23,5 | 25,1 |
| N _{ukupno} , kg/m ³ | 7,8 | 5,0 | 7,5 |
| NH ₄ , kg/m ³ | 2,8 | 2,2 | 4,1 |
| P ₂ O ₅ , kg/m ³ | 7,8 | 2,0 | 5,2 |
| K ₂ O, kg/m ³ | 5,4 | 6,7 | 6,1 |

SK– silaža kukuruza; TS– tečni stajnjak; ČS– čvrsti stajnjak; SZK– silaža zrna kukuruza;

SCB– silaža cele biljke žitarica; O– ostalo.

Podatke o ostatku fermentacije na poljoprivrednim biogas postrojenjima, koja koriste stajnjak i energetske bilje, sumirano daje Wendeland (2009). Oni su dobijeni prikupljanjem uzoraka sa više biogas postrojenja, pa mogu da se smatraju dobrim orijentacionim vrednostima. U tab. 2.6 dati su opsezi suve materije i biljnih hraniva, a u tab. 2.7 navedene su vrednosti za tečnu i čvrstu fazu, nakon separacije-ceđenja.

Tab. 2.6 Sastav ostatka fermentacije biogas postrojenja, podaci dobijeni merenjem na postrojenjima u Nemačkoj (Wendland, 2009)

| | SM % | N _{ukupno} kg/m ³ | NH ₄ -N kg/m ³ | P ₂ O ₅ kg/m ³ | K ₂ O kg/m ³ |
|--------|------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|------------------------------------|
| Min. | 2,9 | 2,4 | 1,5 | 0,9 | 2,0 |
| Maks. | 13,2 | 9,1 | 6,8 | 6,0 | 10,6 |
| Prosek | 6,7 | 5,4 | 3,5 | 2,5 | 5,4 |

SM–suva materija

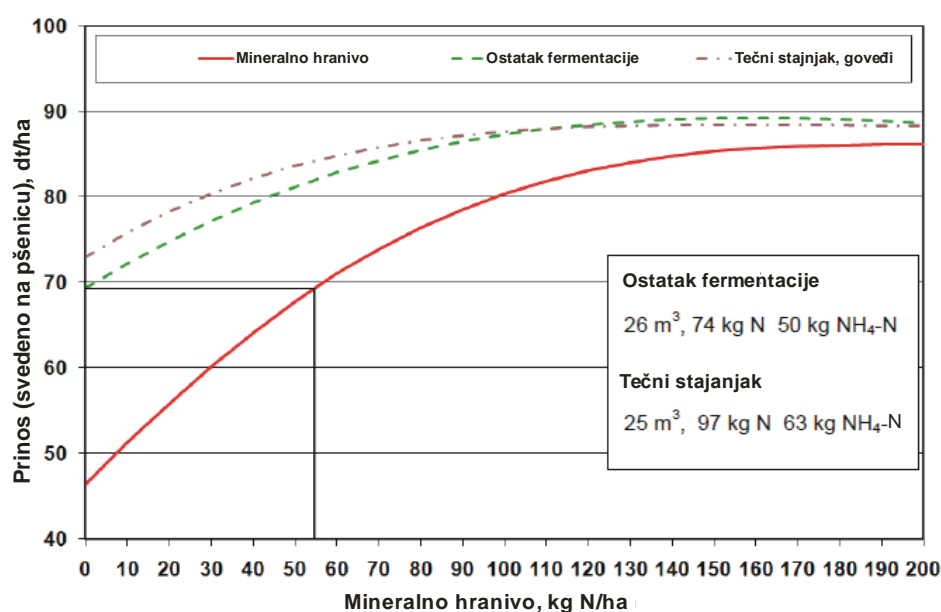
Tab. 2.7 Sastav ostatka fermentacije biogas postrojenja nakon separacije (Wendland, 2009)

| | SM % | N _{ukupno} kg/m ³ | NH ₄ -N kg/m ³ | P ₂ O ₅ kg/m ³ | K ₂ O kg/m ³ |
|-------------|---------|--|---|--|---------------------------------------|
| Tečna faza | 5,7 | 4,9 | 3,0 | 2,3 | 6,2 |
| Čvrsta faza | 24,3 | 5,8 | 2,7 | 5,0 | 5,8 |

Sadržaj primarnih makroelemenata uporediv je sa onim u stajnjaku. Njihova koncentracija, kada se svede na čvrstu materiju, viša je u tečnoj nego u čvrstoj fazi.

Primena za biljnu proizvodnju

Uticao primene ostatka fermentacije na prinos ispitivao je veliki broj istraživača. Na sl. 2.5 prikazani su rezultati jednog merenja uticaja hraniva na prinose sprovedena tokom sedam godina.



Sl. 2.5 Promena prinosa pšenice u zavisnosti od primenjenog đubrenja (Wendland, 2009)

Azot u amonijumu ostatka fermentacije je odmah dostupan biljkama, kao i azot mineralnih hraniva. Unošenjem 26 m³/god ostatka fermentacije po hektaru ostvaruju se prinosi, 6,9 tona pšenice po hektaru, a to odgovara primeni 54 kg/god azota iz mineralnog hraniva. Za daljnje povećanje prinosa neophodno je prihranjivanje azotom, jer je dozvoljena količina ostatka fermentacije i/ili stajnjaka ograničena. To ograničenje je sprovedeno stoga što biljke mogu da koriste dostupan azot do određene količine. Preostali azot gubi se denitrifikacijom, odnosno ispiranjem. Isprana azotna jedinjenja dospevaju u podzemne vode i zagađuju ih.

Ostatak fermentacije, prema nemačkim propisima, ne sme da se unosi između 1. novembra i 31. januara za oranice, odnosno od 15. novembra do 31. januara za pašnjake. Dozvoljene količine računaju se na bazi ukupno dozvoljenog azota, sa posebnim osvrtom na onaj u amonijumu. Količine se utvrđuju na bazi biljne vrste i karakteristika zemljišta. Ukoliko se sprovodi postrna setva, dodaje se količina koju koristi drugi usev.

Tečna faza ostatka fermentacije distribuira se na isti način kao i tečni stajnjak. U cilju zaštite životne sredine u sve većem broju zemalja zabranjena je primena distributera sa mlazom, već se tečno đubrivo unosi na ili u zemljište. Čvrsti ostatak fermentacije distribu-

ira se mašinama za čvrsti stajnjak. Zbog povećanja primene ove tehnologije razvijeni su distributeri sa dva diska, čime je omogućeno značajno povećanje radnog zahvata i učinka.

Distribucija ostataka fermentacija, kao i stajnjaka, sprovodi se u agrotehničkim rokovima. To znači da na postrojenju mora da postoji rezervoar u kojem se ostatak fermentacije skladišti do vremena korišćenja. Dimenzioniše se za prihvatanje ostatka fermentacije u trajanju od najmanje šest meseci.

Biljna hraniva imaju ekonomsku vrednost. Prema Anonim (2009e), kilogram P_2O_5 ima vrednost 0,46, a kilogram K_2O 0,31 €. Vrednost recikliranih hranjivih materija obračunava se pri definisanju cene energetskog bilja koje se koristi kao supstrat. Vrednost hraniva koja se na parcelu vraćaju u ostatku fermentacije ili snižava cenu bilja ili predstavlja dobit. Treba napomenuti da kada se govori o sadržaju biljnih hraniva u ostatku fermentacije to odnosi na aktivnu materiju, te se i cena upoređuje sa cenom aktivne materije u mineralnim hranivima. Na primer, ukoliko je sadržaj azota u hranivu 23 %, tada se cena aktivne materije dobija deljenjem tržišne cene mineralnog hraniva sa 0,23, što je primenjeno pri obračunu cena u Prilogu 2.

Ukoliko vlasnik biogas postrojenja nema mogućnosti da iskoristi celokupni ostatak fermentacije, drugi poljoprivrednici, u okolini, mogu da budu motivisani da ga preuzmu i distribuiraju, uz plaćanje nadoknade za vrednost biljnih hraniva.

Primena kao čvrstog goriva

Ograničenje količine ostatka fermentacije koji može da se distribuira po poljima regulisan je u Nemačkoj i nekim drugim zemljama. Iako kod nas to nije zakonski definisano, navedene mere trebalo bi da se poštuju. Sa jedne strane to doprinosi zaštiti životne sredine, pre svega smanjenju zagađenja podzemnih voda, a sa druge, efikasnost primene za đubrenje je manja, jer se gubi značajan deo azota. Takođe, ograničenje u ekonomskom pogledu može da bude i potreba transporta na velika rastojanja.

U takvim slučajevima treba da se razmotre alternativne mogućnosti korišćenja ostatka fermentacije. Jedna od mogućnosti je da se iskoristi kao gorivo za sagorevanje. Međutim, kao što je prikazano u tab. 2.13, sadržaj vlage u ostatku fermentacije je i nakon separacije visok. U zavisnosti od sadržaja vlage, ponekad je potrebno da se uloži više energije za sušenje, nego što je sadržano u čvrstom ostatku. Korišćenje otpadne toplotne energije biogas postrojenja za sušenje ostatka fermentacije ima smisla, ukoliko ona ne može da se iskoristi efikasno na drugi način.

Ostatak fermentacije treba da se osuši tako da sadržaj vlage bude 10 do 20 %. To je praškasti materijal koji nije pogodan za loženje, ali može uspešno da se peletira ili briketira. Na taj način može da se koristi u odgovarajućim kotlovima za biomasu, a toplotna moć ovakvog materijala je na nivou toplotne moći biljnih ostataka. U tab. 2.8 prikazani su podaci za peletirane ostatke fermentacije sa dva različita biogas postrojenja. Pepeo koji preostaje nakon sagorevanja sadrži fosfor, kalijum i druga biljna hraniva, te može bez problema da se distribuira po poljoprivrednim površinama.

Čvrsti ostatak fermentacije još uvek zadržava, u tragovima, supstance neprijatnog mirisa, pa peleti i briketi koji se od njega proizvedu, ne bi bili pogodni za primenu izvan poljoprivrednih oblasti. Najbolje bi bilo da se koriste na samoj farmi. Ovo ograničenje je bitno, jer utiče na cenu peleta/briketa koja može da se postigne na tržištu. Verovatno bi gornja granica bila na nivou niže cene peleta/briketa žetvenih ostataka, 80 do 100 €/t, a za ličnu upotrebu oko 60 €/t. Sa ovakvim cenama treba sprovesti ocenu ekonomskih pokazatelja.

Tab. 2.8 Karakteristike ostatka fermentacije kao čvrstog goriva (Kratzeisen et al, 2010)

| Uzorak | Sastav supstrata | % | Sadržaj vlage, % | Donja toplotna moć, MJ/kg | Topljenje pepela, °C |
|--------|--------------------------------|----|------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | Silaža kukuruza | 50 | 9,2 | 15,8 | 1.090 |
| | Silaža trave | 40 | | | |
| | Krompir | 10 | | | |
| 2 | Silaža kukuruza | 81 | 9,9 | 15,0 | 1.110 |
| | Sirak šećerac | 9 | | | |
| | Stajnjak peradi | 7 | | | |
| | Silaža klipa sa zrnom kukuruza | 3 | | | |

Priprema za korišćenje, prerada

Na poljoprivrednim biogas postrojenjima prerada se sprovodi da bi se ostvarilo bolje korišćenje ostatka fermentacije, a na industrijskim i komunalnim, da bi se ostvarilo što jevtinije i efikasnije zbrinjavanje. Ciljevi prerade ostatka fermentacije poljoprivrednih biogas postrojenja (može da bude jedan, a najčešće ih je više) mogu da budu:

- Smanjenje troškova transporta i distribucije odstranjivanjem vode.
- Izdvajanje biljnih hraniva iz tečne faze koja se vraća u fermentor.
- Sprečavanje emisije štetnih materija i neprijatnih mirisa.
- Deaktiviranje nepoželjnih bakterija i uklanjanje semena korova.
- Dobijanje drugih proizvoda, na primer, komposta i drugi.

Tab. 2.9 Najčešće primenjivani postupci prerade ostatka fermentacije (Anonim, 2007)

| Fizički | Hemijski | Biološki |
|---|--|---------------------------------|
| Separacija čvrste materije „Stripovanje“ (skidanje) amonijaka Isparavanje Reverzibilna osmoza | Flokulacija (uklanjanje sitnih čestica) Precipitacija (obaranje) fosfora Precipitacija azota | Izdvajanje vode i kompostiranje |

Najširu primenu ima postupak separacije čvrste materije. Najčešće se koriste pužne prese, a sadržaj suve materije je 25 do 30 %, sl. 2.6. Ovim postupkom smanjena je težina đubriva koje se distribuira po poljima i olakšano skladištenje. Ukoliko se tečna faza vraća u fermentor, što je čest slučaj, biljna hraniva ostaju „zarobljena“. To može da se izbegne dodatnom preradom tečne faze, kojom se odvajaju biljna hraniva, te taj deo koristi kao đubrivo.

U praksi se primenjuje i ugušćavanje isparavanjem vode. Ovim postupkom omogućeno je povećanje koncentracije biljnih hraniva. Potrebne su velike količine energije, te prečišćavanje pare (uklanjanje po životnu sredinu štetnih materija). Ovim postupkom najčešće se prerađuje tečna faza nakon ceđenja ostatka fermentacije.

Svi ostali postupci, koji imaju svojih prednosti i nedostataka, još uvek su u fazi razvoja, osim biološkog, aerobnog. Kod njega se javljaju mnogi pozitivni efekti. Nedostatak je to što su potrebna visoka ulaganja, rad i zbrinjavanje otpadne vode. Primenjuje se na postrojenjima za prečišćavanje kanalizacionog mulja i organskog gradskog otpada. Na ovakvim postrojenjima često se primenjuju biološki filtri za isparenja, da bi se uklonili neprijatni mirisi.



a)



b)

Sl. 2.6 Presa za separaciju čvrste materije u radu (a) i rezultat presovanja, čvrsta faza (b)

Pri izboru postupka prerade obavezno razmotriti zrelost rešenja. Primena novih postupaka, ma koliko oni bili perspektivni i obećavajući, često zahteva veća ulaganja sa neizvesnim rezultatom.

Distribucija ostatka fermentacije

Za transport i distribuciju čvrste i tečne faze koristi se uobičajena tehnika, koja se primenjuje za čvrsti i tečni stajnjak. Na tržištu postoje i posebna rešenja, namenski razvijena za distribuciju čvrstog ostatka fermentacije, sl. 2.7.



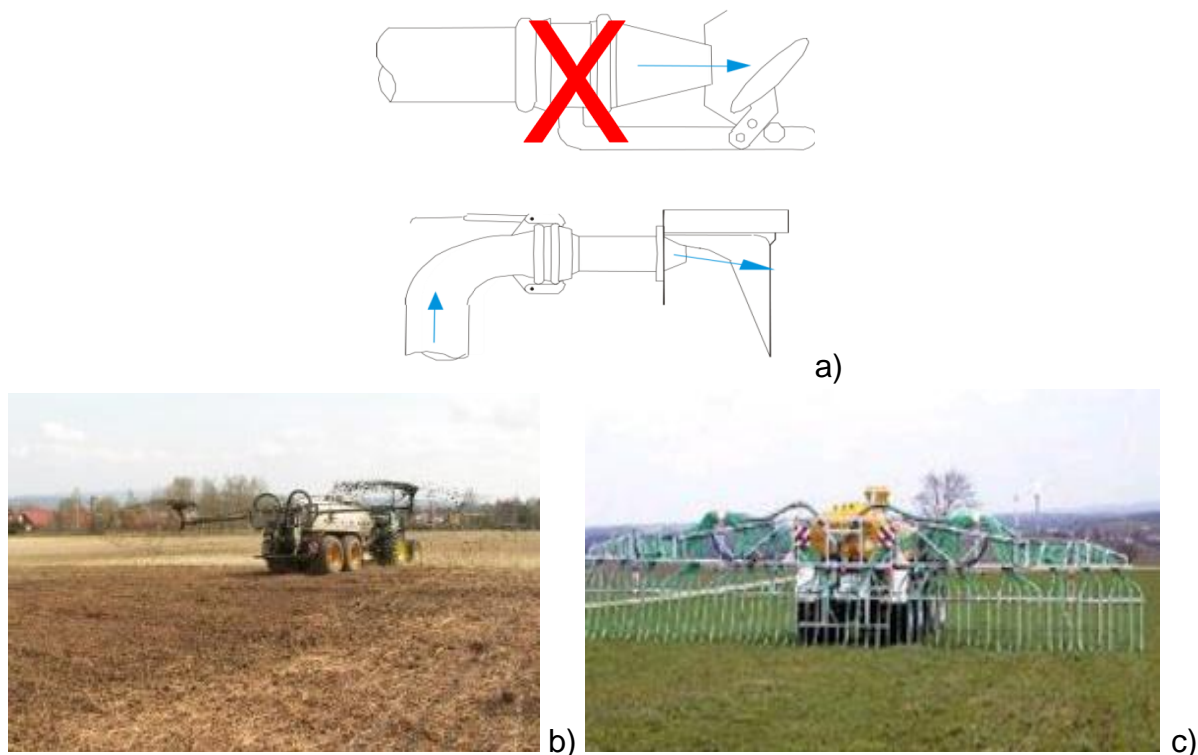
a)



b)

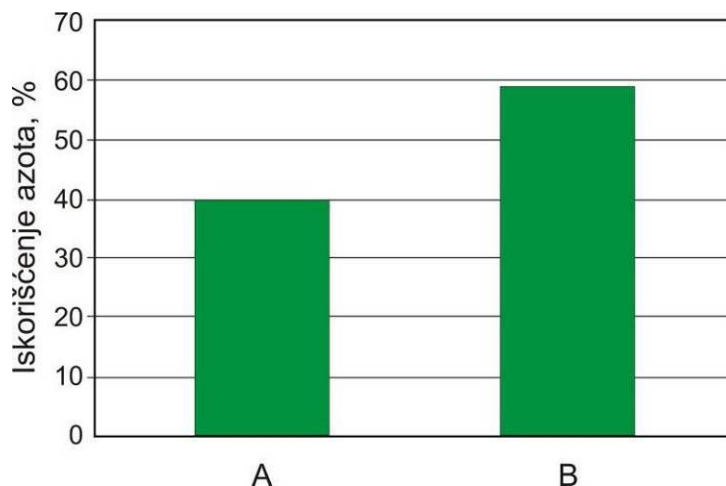
Sl. 2.7 a) Savremeno rešenje distributera čvrstog stajnjaka sa dva diska, (uskladišten, horizontalni radni organi pokriveni zaštitnim poklopcem); b) distribucija ostatka fermentacije

Za distribuciju tečnog ostatka fermentacije važe, u nekim zemljama, propisi kojima se zabranjuje raspršavanje po vertikali, a najbolje je da se unose po zemljištu ili u njega, sl. 2.8. Time se smanjuju emisije nepoželjnih supstanci i neprijatni mirisi. Uređaji za unošenje u zemljište su najefikasniji, ali i najskuplji.



Sl. 2.8 a) Zabranjeni udarni tanjir i udarna ploča za bočno raspršavanje, b) distribucija tečnog ostatka fermentacije sa dve ploče za bočno raspršavanje, c) distributer za odlaganje u redove po površini zemlje (Konrad et al, 2010)

Kao što je navedeno, poseban problem je iskorišćenje azota, koji se gubi denitrifikacijom i ispiranjem. Efekti višefaznog unošenja đubriva prikazani su na sl. 2.9. Iskorišćenje azota povećava se za oko 50 %, ali su potrebna dva prohoda, pa se time povećavaju troškovi.



Sl. 2.9 Gubici azota iz ostatka fermentacije u zavisnosti od vremena primene za kukuruz, 120 kgN/ha, (Möller et al, 2009)

A– celokupna količina primenjena pre setve, B– 50 % pre setve, a 50 % između redova, kad biljka dostigne visinu oko 15 cm

Distribucija ostatka fermentacije ima poseban značaj pri sprovođenju organske proizvodnje, kod koje primena mineralnih hraniva nije dozvoljena. Azot može da se obezbedi korišćenjem azotom bogatih biljaka kao supstrata za proizvodnju biogasa. To su, na primer, detelina i lucerka.

2.5.2 Ostala biogas postrojenja

U slučaju biogas postrojenja koja se koriste za zbrinjavanje industrijskog ili komunalnog otpada, sastav ostatka fermentacije je različit, a može da ima nepoželjne anorganske i organske sastojke, kao i povišenu količinu nepoželjnih elemenata, pre svega teških metala. Takav ostatak mora da se deponuje u skladu sa propisima. Na primer, u Nemačkoj je zabranjena distribucija ostatka fermentacije biogas postrojenja za klanični otpad po poljoprivrednim površinama.

Ovaj ostatak se najčešće razdvaja na tečnu i čvrstu fazu. Čvrsta faza se odlaže na deponijama, a tečna prečišćava do nivoa koji dozvoljava izliv u otvorene vodotokove ili kanalizaciju. Za oba načina zbrinjavanja potrebno je da se plati nadoknada i da se transportuje do mesta zbrinjavanja.

2.6 Uticaj na životnu sredinu

Ukoliko se za proizvodnju biogasa koriste supstrati čija je primena dozvoljena, a postrojenje radi na odgovarajući način, postižu se pozitivni efekti na životnu sredinu. Pored efekta zbrinjavanja otpada, značajno je i to što se proizvodnjom i korišćenjem biogasa zamenjuju fosilna goriva, te time višestruko doprinosi ostvarenju postavljenih ciljeva u ovoj oblasti.

2.6.1 Doprinos zbrinjavanju stajnjaka i otpada

Proizvodnjom i korišćenjem biogasa postiže se više pozitivnih efekata po životnu sredinu. Pri korišćenju stajnjaka kao supstrata, gotovo u potpunosti se eliminiše emisija metana, a isto se odnosi i na brojne zagađujuće materije. Tretiranjem otpada u biogas postrojenjima se, pored ostvarenja povoljnog efekta zbrinjavanja, eliminišu i neprijatni mirisi. To se odnosi i na tretiranje stajnjaka. U tab. 2.10 prikazano je smanjenje neprijatnih mirisa korišćenjem ostatka fermentacije kao đubriva, u poređenju sa stajnjakom.

Tab. 2.10 Pokazatelji prisustva neprijatnih mirisa (NM) u stajnjaku i ostatku fermentacije (Crolla et al, 2011)

| Tip đubriva | Koncentracija NM, uoE/m ³ | Fluks NM, uoE/m ² s |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Sveži stajnjak | 2.527 | 1,62 |
| Stajnjak koji je odležao (28 d) | 1.834 | 1,18 |
| Ostatak fermentacije | 683 | 0,44 |
| Ostatak f. koji je odležao (28 d) | 298 | 0,19 |

European odor units –ouE

Preradom stajnjaka i otpada u biogas postrojenjima smanjuje se količina nepoželjnih jedinjenja i patogena. U Uredbi EU No 1069/2009 (Anonim, 2009), dati su zahtevi u pogledu sadržaja nepoželjnih mikroorganizama u ostatku fermentacije. Postavljene su sledeće granice: ešerihija koli i entero bakterije do 1.000 u gramu, dok je prisustvo salmonelle nedozvoljeno. Ukoliko se ispravno sprovede fermentacija ovaj zahtev se ispunjava.

2.6.2 Uticaj na zemljište

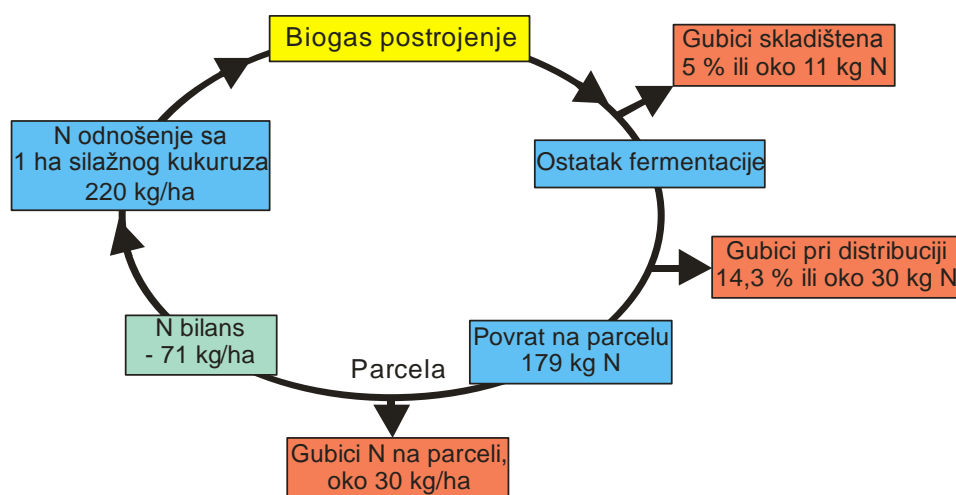
Očuvanje zemljišta, kao neobnovljivog resursa, od posebnog je značaja. To znači, pre svega, očuvanje plodnosti zemljišta, a na njega utiču brojni faktori. Distribucija stajnjaka ima uglavnom pozitivne efekte. Negativni se odnose na dovođenje azotnih i fosfornih jedinjenja u podzemne vode ispiranjem, pa nakon toga i u otvorene vodotokove. Posledice su zagađenja ovih voda.

Korišćenje ostatka fermentacije daje bolje efekte od „zrelog“ stajnjaka, kao što je navedeno u poglavlju 2.5. Ukoliko se kao supstrat/kosupstrat koristi energetska bilje, treba u obzir uzeti reciklažu biljnih hraniva, pre svega, primarnih makro elemenata. Takođe, treba da se vodi računa o očuvanju, pa i povećanju sadržaja humusa, posebno ukoliko je zemljište njime siromašno.

Ostatak fermentacije ima visok sadržaj biljci prihvatljivih makroelemenata, pre svega azota u formi amonijuma. Da ne bi došlo do značajnih gubitaka denitrifikacijom i ispiranjem, te dovođenje u podzemne vode, primena ostatka fermentacije mora da bude sprovedena na odgovarajući način, a neki od detalja opisani su u poglavlju 2.5.

Recikliranje biljnih hraniva

Poznato je da je proizvodnja azotnih hraniva energetski vrlo zahtevna. Za 1 kg aktivne materije potrebno je, od proizvodnje do distribucije, oko 60 MJ, ili oko 1,5 l nafte. Kada se to uzme u obzir pri sprovođenju savremene poljoprivredne proizvodnje, to je najznačajniji energetski input. Distribucijom ostatka fermentacije na poljoprivredne površine vraćaju se značajne količine azota. Ukoliko se kao supstrat koristi stajnjak, tada je to neto dobit, a ukoliko se koristi energetska bilje, deo korišćenog azota se reciklira. Na sl. 2.10 prikazan je bilans azota za proizvodnju silaže kukuruza. U ovom slučaju postoji debalans azota, koji iznosi 71 kg/ha.



Sl. 2.10 Primer reciklaže i bilansa azota pri korišćenju silažnog kukuruza kao supstrata za biogas (Wendland, 2009)

Uticaj na sadržaj humusa

Humus ima značajan uticaj na osobine zemljišta i plodnost. Sadržaj humusa mora da se očuva, ili povećava, ukoliko je zemljište njime siromašno. Ova oblast definisana je i setom propisa i smernica Evropske unije –*Cross Compliance* (CC), kojima se definišu smernice za očuvanje zemljišta kao neobnovljivog resursa. Praćenje navedenih zahteva preduslov je za dobijanje subvencija za poljoprivredu. O tome treba voditi računa i pri korišćenju energetskog bilja za proizvodnju biogasa. Unošenje ostataka fermentacije može

da doprinese očuvanju i povećanju sadržaja humusa, slično kao i primena stajnjaka. Prema CC, pri gajenju silaže kukuruza smanjenje humusa je oko 560 kg po hektaru. Unošenjem 40 m³ ostatka fermentacije količina humusa povećava se za oko 360 kg/ha. Deficit je oko 200 kg/ha. On može da se nadoknadi unošenjem veće količine ostatka fermentacije, ali, kao što je navedeno, postoji ograničenje količine azota i fosfora, koja sme da se unese, pa je to ograničavajući faktor. Humus se tada nadoknađuje odgovarajućim plodoredom, te unošenjem ostataka drugih biljnih vrsta u zemljište.

Aurbacher i sar. (2012) navode da je, uzimajući u obzir i ograničenje unošenja azota i fosfora, granična vrednost doprinosa količini humusa, koja se postiže unošenjem ostatka fermentacije, oko 300 kg/ha godišnje.

Ostali uticaji

Količina patogena značajno je niža u ostatku fermentacije nego u „zrelom“ stajnjaku. Već pri mezofilnom procesu, koji se najčešće primenjuje, uništava se većina nepoželjnih mikroorganizama, pa i virusa (Lukehurst et al, 2010). Takođe se uništavaju crevni paraziti i njihove larve.

Pri procesu fermentacije razgrađuju se zrna korova koja se nalaze u supstratima energetskog bilja.

Pošto u ostatku fermentacije koji se primenjuje kao đubrivo ima manje patogena i nema semena korova, smanjuje se potreba za primenom pesticida i herbicida. To su indirektni doprinosi zaštiti životne sredine.

2.6.3 Doprinos smanjenju GHG

Proizvodnja i korišćenje biogasa doprinose značajno smanjenju emisije metana, ugljen-dioksida, pa i drugih gasova koji doprinose efektu staklene bašte. Najveći doprinos primene biogasa je pri korišćenju ekskremenata životinja, stajnjaka, kao i drugog otpada koji generiše metan. Pravilnom primenom ovih supstrata, odnosno njihovim brzim dovodenjem do fermentora, sprečava se emisija celokupnog ili najvećeg dela metana. U tom smislu od značaja je i prikupljanje metana koji se izdvaja iz ostatka fermentacije, u rezervoaru za skladištenje ostatka fermentacije. Metan ima, u proseku, za oko 23 puta intenzivnije dejstvo na stvaranje efekta staklene bašte od ugljen-dioksida. Ipak, u celokupnom procesu proizvodnje i korišćenja biogasa treba da se razmotri i uticaj drugih gasova, koji utiču na efekat staklene bašte. Najuticajniji je azot-suboksid (N₂O), koje se razvija na poljoprivrednim parcelama, kao nusprodukt stajnjaka, pa tako i ostatka fermentacije. Korišćenjem ostatka fermentacije kao đubriva, pre svega zbog visokog sadržaja amonijuma, NH₄, generisanje azot-suboksida je pojačano. Efekti tog fenomena uočljivi su u podacima u tab. 2.11.

Emisija azot-suboksida je čak viša ukoliko se koristi ostatak fermentacije, a ne stajnjak, pre svega zbog višeg udela amonijuma. Ovaj efekat smanjuje se odležavanjem ostatka fermentacije, što je vidljivo iz podatka za primenu ostatka fermentacije u proleće. Azot-suboksid ima za oko 300 puta veći uticaj na stvaranje efekta staklene bašte od ugljen-dioksida, te, iako je njegova količina znatno manja, ima uticaja na količinu GHG.

Tab. 2.11 Emisioni faktor za N₂O i NH₃ za primenu svežeg stajnjaka i ostatka fermentacije, u kg/kg distribuiranog N odnosno NH₄ (Crolla et al, 2011)

| | Sezona 2005/2006 | | Proleće 2007 | |
|--|------------------|---------------|--------------|---------------|
| | Ostatak f. | Svež stajnjak | Ostatak f. | Svež stajnjak |
| Amonijak, NH ₃ ¹ | 0,39 | 0,23 | 0,25 | 0,22 |
| Azot-suboksid, N ₂ O | 0,031 | 0,026 | 0,021 | 0,025 |

¹ U kg NH₃-N/kg NH₄⁺-N_{primenjen}

² U kg N₂O-N/kg N_{primenjen}

Proizvodnjom i korišćenjem biogasa ukupna količina GHG se smanjuje, u poređenju sa primenom fosilnih goriva, i to značajno. Ipak, pogrešna je tvrdnja da je to CO₂ neutralna tehnologija u svim slučajevima. Pravi iskaz može da se dobije tek sprovođenjem detaljne LCA (*Life Cycle Assessment*). Prema svim dosadašnjim analizama doprinos smanjenju proizvodnje i korišćenja biogasa smanjenju GHG je pozitivniji od drugih tehnologija energetskog korišćenja biomase.

Proizvodnja i korišćenje biogasa rezultiraju brojnim pozitivnim efektima, te se u mnogim zemljama podstiče posebnim merama, koje su izražene i finansijskom podrškom. Ukoliko ona postoji, uzima se u obzir pri sprovođenju ekonomske analize.

2.7 Društveni aspekti

Kao što je u uvodu navedeno, Srbija je preuzela obaveze da prati energetska politiku Evropske unije, a ona podrazumeva obavezu korišćenja obnovljivih izvora energije, što je definisano i Zakonom o energetici. Osnovni cilj većeg korišćenja obnovljivih izvora energije jeste doprinos zaštiti životne sredine, odnosno smanjenje uticaja na klimatske promene u vidu globalnog zagrevanja. To je, pre svega, vezano za smanjenje emisija gasova koji uvećavaju efekat staklene bašte. Pored toga, pri ispravnom korišćenju obnovljivih izvora energije postiže se i sledeće:

1. Smanjenje zavisnosti od uvoza energenata, praćeno povoljnijim platnim bilansom.
2. Korišćenje raspoloživih materijalnih i ljudskih resursa. To je praćeno razvojem nove privredne delatnosti i zapošljavanjem. To uključuje i istraživačko razvojne aktivnosti.
3. Zbrinjavanje otpada i eliminisanje negativnih efekata, na primer, neprijatnih mirisa.
4. Očuvanje biodiverziteta i drugo.

Direktivom 2009/28/EC u članu 17 definisani su zahtevi u pogledu budućeg razvoja proizvodnje i korišćenja biogoriva, sa naglaskom da se ne ugrožava biodiverzitet i proizvodnja hrane, uz istovremeno povećanje redukcije emisije gasova koji doprinose efektu staklene bašte.

Prihvatanje ovih zahteva ne samo da doprinosi globalnom poboljšanju životne sredine, već može da, uz smisleno sprovođenje, doprinese nacionalnoj ekonomiji i unapređenju drugih društvenih aspekata. Ostvarenje smislene i podsticajne politike zadatak je nadležnih ministarstava, sekretarijata i drugih državnih institucija, koji, kao što je to praksa u drugim zemljama, odluke i mere treba da donose u saradnji sa kvalifikovanim istraživačko-razvojnima institucijama u zemlji i inostranstvu. Dobar primer je donošenje uredbi vezanih za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije. Za ostvarenje predloženih mera potreban je opštedruštveni konsenzus, jer je ova oblast od velikog društvenog značaja.

Proizvodnja i korišćenje biogasa rezultiraju brojnim pozitivnim efektima, te se u mnogim zemljama podstiče posebnim merama, koje su izražene i finansijskom podrškom.

Ukoliko ona postoji, uzima se u obzir pri sprovođenju ekonomske analize. Pri tome treba da se vodi računa o postavljenim društvenim ciljevima i njihovom ispunjavanju na konkretnom postrojenju.

3. SMERNICE ZA OCENU TEHNIČKE IZVODLJIVOSTI

Sprovođenje prethodne studije tehničke izvodljivosti prvi je korak u razmatranju mogućnosti gradnje biogas postrojenja. Pre njenog sprovođenja treba biti obavešten o biogas tehnologiji, a dobra osnova su ranije pomenute publikacije.

Napomena:

Potpuno je neproduktivno i besmisleno da se razmatra gradnja biogas postrojenja ukoliko nema elementarnih informacija o biogas tehnologiji. Ukoliko se ne upozna ta tehnologija pitanja i postavke bili bi pogrešni, a tekst koji sledi nejasan!

Dobar izvor informacija u vezi biogas tehnologije mogu da budu različiti skupovi, savetovanja, seminari itd, stručna literatura i drugo. Veoma korisne informacije mogu da se dobiju od onih koji već imaju biogas postrojenje te od stručnih udruženja, u direktnom kontaktu ili sa interneta.

Prvi korak je da se oceni da li postoje supstrati za proizvodnju biogas postrojenja, oceni njihov obim, te veličina biogas postrojenja. Pod veličinom se za većinu postrojenja podrazumeva nazivna električna snaga kogenerativnog postrojenja. Tek kada se definiše veličina potencijalnog biogas postrojenja pristupa se daljem radu.

3.1 Supstrati, veličina i tip postrojenja

Potencijalni investitor najpre treba da razmotri resurse, sirovine, supstrate, kojima raspolaže. Najbolji slučaj, ali vrlo redak, je da ima dovoljno stajnjaka iz vlastite proizvodnje da bi gradio postrojenje veličine za koju će ulaganje biti opravdano. Za sada se smatra da je donja granica, osim u posebnim slučajevima zbrinjavanja otpada, 150 kW električne snage kogenerativnog postrojenja. U posebnim slučajevima, zbrinjavanje otpada, može da bude isplativa i gradnja biogas postrojenja koje nema kogenerativno postrojenje, već biogas koristi za supstituciju fosilnih goriva, pre svega, prirodnog gasa. Investicija je tada niža, ali je niža cena energije, a treba da postoji konzument sa približno konstantnim potrebama za toplotnom energijom.

Korišćenje stajnjaka kao supstrata ima pozitivne efekte na zaštitu životne sredine, eliminacija emisije metana i neprijatnih mirisa. Pored toga, računa se da je cena stanjaka sa vlastitog imanja nula. Ukoliko se dovodi sa drugih farmi, cena se formira samo na osnovu troškova transporta. Vlasnik stanjaka dobija ostatak fermentacije za đubrenje površina, a njegov sastav sličan je sazrelom stanjaku, te je njeova motivacija jasna. Nije morao da gradi skladište za stajnjak.

Problem je u tome što bi za biogas postrojenje električne snage 150 kW bio potreban stajnjak sa farme od najmanje 1.000 uslovnih grla (govedo mase 500 kg), a takvih je malo. Čak ukoliko je farma tolika, ili znatno veća, isplativije je da se gradi veće postrojenje, jer sa povećanjem snage značajno opada specifična investicija, pa i operativni troškovi. Korišćenje drugih supstrata obično je neizbežno, pa treba da se razmotri.

Pored proračuna snage na osnovu količine supstrata, datog u poglavlju 2.3, brza ocena veličine može da se sprovede korišćenjem podataka datih u tab. 3.1. Ovi podaci su orijentacioni, a stvarni bi mogli da se utvrde tek nakon merenja izdašnosti (produkcije) biogasa za supstrat kojim se raspolaže.

Tab. 3.1 Orijentacione vrednosti električne snage kogenerativnog postrojenja za različite supstrate; obračunom je predviđen rad 8.000 sati godišnje

| Stajnjak, 1.000 t godišnje | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|---------------|
| Br. | Supstrat | SM, % | OM, % | El. snaga, kW |
| 1 | Goveđi čvrsti | 25 | 85 | 28 |
| 2 | Goveđi tečni (sa ostacima krmiva) | 10 | 80 | 8,6 |
| 3 | Perad | 40 | 75 | 42 |
| 4 | Svinjski tečni | 6 | 80 | 6,4 |
| Energetsko bilje, 1.000 t godišnje | | | | |
| 1 | Silaža kukuruza, cela biljka | 35 | 95 | 58 |
| 2 | Silaža sirka | 28 | 90 | 40 |
| 3 | Silaža strnina, cela biljka | 35 | 95 | 56 |
| 4 | Silaža deteline | 30 | 90 | 44 |
| 5 | Pokošena trava, sveža | 18 | 91 | 27 |
| 6 | Sudanska trava, sveža | 27 | 93 | 39 |
| 7 | Trava košena pored puteva | 50 | 85 | 32 |
| 8 | Silaža uljane repice, cela biljka | 31 | 92 | 49 |
| 9 | Šećerna repa | 23 | 92 | 38 |
| 10 | Usitnjena slama | 86 | 90 | 84 |
| Ostalo, 1.000 t godišnje | | | | |
| 1 | Ostaci hrane, menze, restorani | 16 | 87 | 28 |
| 2 | Melasa šećerne repe | 4,6 | 83 | 7,4 |
| 3 | Pivski trop | 24 | 89 | 36 |
| 4 | Komunalni organski otpad | 40 | 50 | 37 |
| 5 | Glicerin | 100 | 99 | 236 |

Na primer, ukoliko se raspoložbe sa 10.000 t goveđeg čvrstog stajnjaka i 50.000 t svinjskog stajnjaka godišnje, mogla bi da se ostvari električna snaga od 280 kW + 320 kW = 600 kW. Ukoliko investitor želi da električna snaga bude 1 MW, a kao kosupstrat bi koristio silažu kukuruza, cela biljka, bilo bi mu potrebno oko 6.900 t. Ta količina bi mogla da se dobije sa oko 140 ha.

Pri izboru supstrata treba voditi računa o tome kolika je njegova cena i količina metana koja se generiše iz jedinice mase, tone. Na primer, cena stajnjaka je nula, ili niska, a cena silaže kukuruza i ostalog energetskog bilja zavisi od troškova proizvodnje. Preporuke za obračunavanje cene energetskog bilja date su u Prilogu 2. Ukoliko bi cena silaže kukuruza bila 26 €/t, tada, na osnovu količine generisanog biogasa i električnog stepena korisnosti 35 % u ceni električne energije on supstrat čini oko 70 €/MWh (oko 7 ct/kWh). To se delimično kompenzuje prihodom od hraniva u ostatku fermentacije.

Pored toga, veličina fermentora, pa tako i njegova cena, zavisi od sadržaja suve materije u supstratu. Ona je, kao što je u poglavlju 2.1 navedeno, za tečni stajnjak do 6 %, a za silažu kukuruza do 35 %.

Investitor treba dobro da razmotri sigurnost pribavljanja dovoljne količine supstrata za 8.000 h rada postrojenja. Najpovoljniji slučaj je da celokupnu količinu nabavlja iz vlastitih izvora, jer je tada sigurnost snabdevanja na najvišem nivou.

Ukoliko se kombinuje više supstrata, treba, pre svega, da razmotri uticaj njihovog mešanja na proces fermentacije. Poželjno je da prinos biogasa bude ujednačen, kako bi kogenerativno postrojenje, ili drugi potrošači, bili snabdevani potrebnom količinom. Ukoliko to nije slučaj, potreban je veći rezervoar biogasa. U protivnom bi višak biogasa morao da

se sagoreva na baklji, ili bi, u slučaju manjka, kogenerativno postrojenje, ili drugi potrošači, radili sa smanjenim kapacitetom.

Napomena:

Interes je investitora da postrojenje bude što veće jer se na taj način smanjuje specifična cena investicionih ulaganja, pa i specifični operativni troškovi. Cena električne energije, prema *feed-in* tarifi, delimično kompenzuje povećane troškove sa smanjenjem veličine postrojenja, povećanjem cene kWh električne energije, pa i to treba da se uzme u obzir. Ipak, povećanje cene često nije dovoljno da kompenzuje povećanje investicionih i operativnih troškova.

Da bi se realizovalo veće postrojenje potrebno je da se obezbedi dovoljno supstrata, te sigurnost dobavljanja, posebno ukoliko ga obezbeđuju drugi. Treba voditi računa o ceni i karakteristikama supstrata, pre svega količini metana koji se generiše iz jedinične zapremine.

Tip postrojenja

Tip postrojenja bira se, pre svega, na osnovu raspoloživog supstrata, što je opisano u poglavlju 2.2. Između tri osnovna tipa postoje značajne razlike. Za industrijska postrojenja i postrojenja za zbrinjavanje otpada potrebna je specifična priprema supstrata pre dovođenja u fermentor.

Pri kombinovanju poljoprivrednih supstrata sa otpadom, na primer, klanične industrije, u obzir treba da se uzme, pored funkcionisanja postrojenja, i to da su *feed-in* tarife za ove supstrate različite. To bi trebalo da se uzme u obzir i pri sklapanju ugovora o statusu privilegovanog proizvođača, a udeo pojedinih dokumentuje.

Napomena:

Definisanje vrste i količine supstrata, a s time u vezi veličine i tipa postrojenja, složen je zadatak. To ima uticaja na tehničku izvodljivost i isplativost ulaganja. Stoga je neophodno da se u ovoj fazi konsultuju stručna lica!

3.2 Definisane lokacije i priključivanje na distributivnu mrežu

Lokacija

Potencijalni investitor treba da odabere i razmotri jednu ili više potencijalnih lokacija za biogas postrojenje. Lokacija treba po veličini, infrastrukturi, blizini raspoloživih supstrata i drugog da odgovara potrebama biogas postrojenja. Vrlo je značajno da je lokacija koja se odabere predviđena generalnim i detaljnim urbanističkim planom za predviđene namene. Još pri izboru lokacije treba razmotriti moguće uticaje na životnu sredinu i da li zahtevi u tom pogledu mogu da se ispune. To važi za sve tipove postrojenja, a posebno za industrijske i one za zbrinjavanje otpada.

Često ne mogu da se ispune svi navedeni uslovi, a svaki slučaj izgradnje biogas postrojenja je specifičan, pa je potrebno da se on dobro razmotri i pronađe kompromis.

Biogas postrojenje treba da je dovoljno udaljeno od stambenog kvarta zbog buke, mogućnosti rasprostiranja neprijatnih mirisa i povećanog saobraćaja. Zemljište treba da se ispita pre početka izgradnje, jer ne sme da ima visok nivo podzemnih voda i mogućnost plavljenja.

Odabir lokacije za izgradnju biogas postrojenja je bitna odluka, a cilj je da se na njoj, sa ciljem da se smanje troškovi investicije, iskoristi postojeća infrastruktura i da ima dovolj-

no prostora za sve komponente postrojenja. Potrebno je i da troškovi transporta supstrata budu što niži i da je što bolja mogućnost iskorišćenja toplotne energije. Uz sve ovo, vodi se računa da biogas postrojenje ima što manji uticaj na životnu i radnu sredinu.

Zbog transporta supstrata i ostatka fermentacije, lokalni putevi po mogućstvu treba da su u blizini. Tada je potrebno da se izgradi samo kratka deonica puta (nekoliko deseti- na ili stotinu metara), do biogas postrojenja. Time se ne bi značajno povećala investicija za infrastrukturu. Priključak za vodu je neophodan da se obezbedi dovoljna količina vode za sve neophodne radnje na i oko postrojenja, ali i proces proizvodnje biogasa. To ne mora da bude nužno voda iz vodovoda, nego, na primer, tehnička voda iz bunara.

Biogas postrojenje treba da se izgradi što je bliže mestu nastanka ili proizvodnje supstrata. Ako se kao supstrat koristi stajnjak, biogas postrojenje trebalo bi da bude u blizini staja, ili mesta za njegovo odlaganje, te da se transport obavlja pumpama ili drugim transportnim sredstvima za mala rastojanja. Takođe, i trenč-silos mora da se nalazi što bliže postrojenju. Ukoliko se silaža doprema sa drugog imanja, transportni troškovi mogu značajno da utiču na porast cene supstrata.

Iskorišćenje toplotne energije sa biogas postrojenja treba da je što veće, a za to je potrebno da su potencijalni korisnici toplotne energije u neposrednoj blizini. Međutim, biogas postrojenja se često nalaze veoma udaljeno od stambenih kvartova. Najpovoljniji slučaj jeste da se na lokaciji biogas postrojenja izgradi procesno postrojenje sa što ujednačenijim potrebama za toplotnom energijom u toku godine, a potrebe su tolike da se iskoristi celokupna količina preostale količine toplotne energije na biogas postrojenju.

Veličina lokacije treba da je dovoljna za sve delove biogas postrojenja (fermentori, rezervoari, kogenerativno postrojenje), ali i za transport i manipulaciju supstrata koji se koriste. Zato je veličina lokacije svakog postrojenja specifična, a najviše zavisi od tehničko-tehnološkog koncepta postrojenja i supstrata koji se koriste. Prema Al Seadi et al. (2008) za postrojenje veličine 500 kW_e potrebna je površina oko 8.000 m². Kada se kao supstrat koristi silaža kukuruza, za grubu procenu površine lokacije u obzir mora da se uzme i površina trenč-silosa. Prema Al Seadi et al, (2008), površina lokacije za celo biogas postrojenje dvostruko je veće od površine trenč-silosa.

$$\text{površina silosa (m}^2\text{)} \\ = \\ \text{masa supstrata u silosu (t) / [gustina supstrata u silosu (t/m}^3\text{) x visina silosa (m)]}$$

Najbolji je slučaj da je potencijalni investitor vlasnik parcele na kojoj je planira gradnja postrojenja. Druga mogućnost je da se koristi parcela drugog vlasnika, ali, u tom slučaju mora da se s njime sklopi ugovor o zakupu i to za ceo vek trajanja postrojenja.

Priključivanje na distributivnu mrežu

Potencijalno mesto za priključenje na javnu električnu mrežu treba da je što bliže lokaciji biogas postrojenja, zbog troškova izgradnje električnih vodova i transformatorske stanice. Pri tome je potrebno razmotriti na koju naponsku mrežu je moguće priključenje. Električna energija proizvedena u generatoru ima napon 400 V, pa bi najjednostavnija bila isporuka u lokalnu niskonaponsku mrežu. Međutim, ovo je moguće samo za proizvođače veoma male snage (na primer desetak kW_e), za šta je potrebna posebna saglasnost elektrodis-tribucije. Praksa je da se decentralizovane elektrane, kao što su biogas postrojenja, povezuju na sredjenaponsku mrežu, 10 ili 20 kV. Za to je potrebna izgradnja stanice sa transformatorom. Uslove i naponsku mrežu gde bi se obavilo priključenje definiše elektrodistribucija, a na to najviše utiču snaga postrojenja i konzum električne energije iz te naponske mreže. Nakon transformatora, električnu energiju visokog napona

potrebno je transportovati do mesta priključenja. Zato je razdaljina od postrojenja do mesta priključka veoma bitna, jer potencijalno visoke troškove izgradnje električnih vodova snosi investitor. Cena transformatora je u granicama 20 do 40 hiljada €, a kablova, računajući stubove, montažu i povezivanje, 20.000 do 45.000 €/km. Pored toga, potreban je i uređaj za merenje isporučene količine električne energije. Ukupni troškovi se, najčešće, kreću u dijapazonu 40.000 do 200.000 €, nezavisno od snage postrojenja. To je značajan trošak, a znatno uvećava specifičnu vrednost investicije za postrojenja manje nazivne snage.

Prve informacije o mogućnosti priključivanja trebalo bi da se pribave kod lokalne elektrodistribucije. Često, posebno u manjim mestima, lokalne službe nisu voljne, pa ni kvalifikovane da daju uslove za priključivanje, sa tehničkom specifikacijom, ili čak i očekivanim troškovima. One zainteresovane upućuju na Elektrovojvodinu, ili neki drugi veći centar za elektrodistribuciju. Bitno je da se dobije, makar u nacrtu, mogućnost priključivanja, te da stručno lice proceni troškove koji pri tome nastaju.

Napomena:

Mogućnost povezivanja na električnu mrežu ima odlučujući uticaj na ocenu tehničke izvodljivosti. Troškovi za povezivanje treba da se procene, jer mogu da imaju odlučujući uticaj na ocenu opravdanosti ulaganja.

3.3 Korišćenja toplotne energije

Proizvedeni biogas može da se koristi kao gorivo u pećima ili kotlovima, da se utiskuje u mrežu prirodnog gasa, a najčešće, kao gorivo motora kogenerativnog postrojenja.

Primer postrojenja koje biogas koristi kao gorivo za kotao je pivara *Carlsberg* u Čelarevu, što je opisano u publikacijama *Studija o proceni ukupnih potencijala i mogućnostima proizvodnje i korišćenja biogasa na teritoriji AP Vojvodine* i *Biogas tehnologija*. Utiskivanje biogasa, odnosno biometana u mrežu prirodnog gasa opisano je u publikaciji *Biometan*.

Kao što je već navedeno, u najvećem broju slučajeva, a posebno za poljoprivredna biogas postrojenja, primenjuje se kogeneracija, tj. generisanje električne i toplotne energije. Najčešće se koriste motori sa unutrašnjim sagorevanjem koji pogone generator električne energije. U zavisnosti od nazivne električne snage, vrste motora i savremenosti rešenja količina raspoložive toplotne energije je jednaka ili do 30 % veća od električne. Deo te toplotne energije koristi se za grejanje fermentora i mešača supstrata. Kada se to oduzme, orijentaciono na raspolaganju preostaje količina toplotne energije koja je jednaka količini električne. U poglavlju 2.4 opisane su karakteristike i mogućnosti primene ove toplotne energije.

Potencijalni investitor već na samom početku razmišljanja o gradnji biogas postrojenja treba da sagleda mogućnosti korišćenja ili prodaje bar dela toplotne energije. Iako je cena toplotne energije značajno niža od električne, računajući na *feed-in* tarifu, njenom primenom ili prodajom mogu da se ostvare značajni prihodi i da na taj način ulaganje u postrojenje bude isplativo.

Načelno, toplotna energija može da se koristi za vlastite potrebe, koje već postoje, a za njeno korišćenje potrebna su mala ulaganja, za dodatno postrojenje za čiji rad će toplotna energija da se koristi, a tek treba da se, u okviru istog preduzeća izgradi i može da se, uz nadoknadu, isporučuje drugim korisnicima. Na mogućnost korišćenja toplotne energije utiču brojni parametri.

Pre nastavka daljnjeg rada investitor treba da sagleda količinu toplotne energije koju će plasirati, kao i njenu cenu u €/MWh. Taj podatak bi trebalo da bude izvestan, da bi mogla da se sprovede korektna ocena opravdanosti ulaganja. U brojnim slučajevima postoje kratkoročni planovi za gradnju dopunskih postrojenja koja bi koristila raspoloživu toplotnu energiju, u okviru samog preduzeća ili kod drugih subjekata. U tom slučaju se definiše od koje godine počinje taj plasman toplotne energije, definišu količine i cena.

Korišćenje za vlastite potrebe

Ovakvo korišćenje najlakše se planira i rešava, ali, čak i u povoljnim uslovima, najčešće ne može da se iskoristi više od 30 % raspoložive toplotne energije. Tipičan primer je njeno korišćenje za grejanje stambenih i poslovnih prostorija na samom objektu, staja (prasilišta) i drugo. Ukoliko su objekti koji se greju udaljeni, potrebna su značajna ulaganja za toplovod, pa bi morala da se oceni isplativost ulaganja.

Podatak o plasiranoj toplotnoj energiji izračunava se na bazi potreba merenih sa prethodno korišćenim energentom, na primer, prirodni gas ili čvrsta biomasa. Poželjno je da postoji podatak o ceni takvog grejanja, a najbolje je da se izrazi u €/MWh. Manje je povoljno da se izražava potrošnja i cena prethodnog energenta. Za sprovođenje novog postupka grejanja potrebna su dodatna ulaganja. Ona bi mogla da se izračunaju, te dođe do podatka o ceni toplotne energije biogas postrojenja koja bi trebalo da bude umanjena za troškove ulaganja. To se obično ne sprovodi, već se računa sa nižom cenom plasirane toplotne energije biogas postrojenja. Na primer, izračunato je da MWh pri korišćenju prethodnog energenta košta 72 €/MWh. Tada se procenjuje koliko treba da bude umanjena cena pri korišćenju toplotne energije biogas postrojenja, uzimajući u obzir dodatna ulaganja. Obično to bude za 10 do 25 % manje. Ova vrednost uzima se u obzir pri definisanju prihoda, poglavlje 4.4. Godišnja količina isporučene energije treba da predstavlja višegodišnji proseka za prethodni period i upotrebu drugog izvora toplotne energije.

Ukoliko bi se grejao objekat na većoj udaljenosti, na primer, preko jednog kilometra, preporučuje se da se sprovede izračunavanje potrebnih ulaganja, definiše neki kriterijum, na primer, period povraćaja ulaganja, te da se, na osnovu toga, oceni kolika je cena toplotne energije biogas postrojenja.

Za postrojenja koja koriste otpad, toplotna energija može da se iskoristi za neke postupke pripreme supstrata. Pitanje je unutrašnje organizacije da li će se i u tom slučaju uzimati u obzir kao prihod, jer je ova upotreba slična grejanju fermentora.

Korišćenje za dodatno postrojenje

Može da bude povoljno da se toplotna energija koristi u dodatnim postrojenjima, te da se na taj način iskoristi veća količina i ostvari veći prihod. Pri tome se studija izvodljivosti i ocena opravdanosti ulaganja sprovode i za dodatno postrojenje.

Pošto se radi o ulaganju u okviru istog preduzeća, cena toplone energije je stvar dogovora i procene ukupnih efekata. Na primer, dodatno postrojenje ne može da bude profitabilno ukoliko bi cena toplotne energije bila, kako je ocenjeno u trenutku sprovođenja kalkulacija za rad sa energentima, 80 €/MWh, ali bi, ukoliko se računa sa cenom 45 €/MWh mogli da se ostvare pozitivni finansijski efekti. Plasman toplotne energije je dodatni prihod biogas postrojenju kao profitabilnoj jedinici i pored toga što je cena niska. Na cenu utiče i to kolika se količina toplotne energije plasira za rad dodatnog postrojenja. Ukoliko bi dodatno postrojenje konzumiralo celokupnu količinu, cena bi mogla da bude i dvostruko niža.

Primeri iz prakse su sušenje ostatka fermentacije i proizvodnja komposta, sušenje drvene piljevine da bi mogli da se proizvode peleti, sušenje cepanica drveta, da bi se postigla bolja cena na tržištu i drugo.

Najniži nivo korišćenja toplotne energije je za grejanje objekata, računajući staklenike/plastenike, jer se plasman sprovodi samo u grejnoj sezoni, a potrebe menjaju iz dana u dan, iz sata u sat.

Ukoliko bi se toplotna energija koristila za hlađenje, opisano u poglavlju 2.4, na primer, za hlađenje mleka, potrebna su značajna ulaganja, te se sprovodi poseban proračun i definiše maksimalna cena toplotne energije.

Ovakav pristup definisanju cene toplotne energije primenjuje se kako za poljoprivredna biogas postrojenja, tako i za ona koja koriste otpad. Količina toplotne energije koja će biti plasirana proračunava se na osnovu podataka za rad dodatnog postrojenja.

Prodaja toplotne energije

Ukoliko se toplotna energija prodaje drugim korisnicima treba pažljivo definisati cenu, da bi obe strane mogle da imaju koristi. Niža cena daje se korisnicima koji imaju ujednačene potrebe, tokom dana i cele godine, i preuzimaju više toplotne energije. Do cene se dolazi pregovorima. Obično se kupac, drugi korisnik, stimuliše atraktivnom cenom, da bi se odlučio za ulaganje u korišćenje toplotne energije biogas postrojenja. Dobro bi bilo da se dogovori promena cene koja bi pratila promenu cene inače korišćenog energenta, na primer, prirodnog gasa.

Definisana cena i godišnje isporučena količina koriste se za utvrđivanje prihoda, poglavlje 4.4.

3.4 Korišćenje-zbrinjavanje ostatka fermentacije

Potrebna oprema, kao i operativni troškovi zbrinjavanja ostatka fermentacije zavise od korišćenog supstrata, odnosno tipa biogas postrojenja. Ova delatnost mora posebno da se razmotri, jer može da ima značajan uticaj na ocenu tehničke, a posebno ekonomske izvodljivosti. Iako ona predstavlja manji deo sveukupnog postrojenja, u oblasti ostvarenog dohotka, profita, može da ima čak i odlučujući uticaj. Treba imati na umu da je zbrinjavanje ostatka fermentacije obavezno, pa ukoliko to donosi, direktno ili indirektno, dodatni prihod, može da bude odlučujuće za ocenu opravdanosti ulaganja. Programski alat **BiogasPro** u potpunosti obuhvata ovaj uticaj, ali svi relevantni troškovi i eventualni prihodi moraju da budu realno i u potpunosti sagledani.

3.4.1 Poljoprivredno biogas postrojenje

Stručno je provereno i u praksi prihvaćeno korišćenje ostatka fermentacije kao đubriva, ili za druge namene, te je neopravdano je da se on deponuje. Potrebna oprema, troškovi i prihodi zavise od načina primene.

Najjednostavniji način primene je da se celokupni ostatak fermentacije, bez dorade, koristi kao tečno đubrivo, a da se do trenutka primene skladišti u namenskim rezervoarima. Zapremina rezervoara dimenzioniše se tako da se u njemu/njima smešta najmanje šestomesečna količina ostatka fermentacije. Ona približno odgovara zapremini supstrata koji se koristi u tom periodu. Tada se oprema sastoji od rezervoara, pumpi i cevovoda za dovod ostatka fermentacije od fermentora. Orijentacione vrednosti zapremine ostatka fermentacije, za razne korišćene supstrate, prikazane su u tab. 3.2.

Tab. 3.2 Zapremina supstrata tokom šest meseci rada

| Stajnjak, 1.000 t godišnje | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|------------------------------|
| Br. | Supstrat | SM, % | OM, % | Zapremina OF, m ³ |
| 1 | Goveđi čvrsti | 25 | 85 | 487 |
| 2 | Goveđi tečni (sa ostacima krmiva) | 10 | 80 | 534 |
| 3 | Perad | 40 | 75 | 448 |
| 4 | Svinjski tečni | 6 | 80 | 542 |
| Energetsko bilje, 1.000 t godišnje | | | | |
| 1 | Silaža kukuruza, cela biljka | 35 | 95 | 396 |
| 2 | Silaža sirka | 28 | 90 | 442 |
| 3 | Silaža strnina, cela biljka | 35 | 95 | 405 |
| 4 | Silaža deteline | 30 | 90 | 443 |
| 5 | Pokošena trava, sveža | 18 | 91 | 484 |
| 6 | Sudanska trava, sveža | 27 | 93 | 458 |
| 7 | Trava košena pored puteva | 40 | 85 | 479 |
| 8 | Silaža uljane repice, cela biljka | 31 | 92 | 451 |
| 9 | Šećerna repa | 23 | 92 | 445 |
| Ostalo, 1.000 t godišnje | | | | |
| 1 | Ostaci hrane, menze, restorani | 16 | 87 | 491 |
| 2 | Melasa šećerne repe | 4,6 | 83 | 537 |
| 3 | Pivski trop | 24 | 89 | 471 |

OF – ostatak fermentacije

Kao što je navedeno, proces fermentacije nije u fermentorima potpuno dovršen, te se u rezervoaru odvija i dalje, rezultujući emisijom metana i drugih gasova, pa i neprijatnih mirisa. Bilo bi poželjno da se taj metan prikupi i iskoristi, a da se istovremeno eliminišu neprijatni mirisi. Ekonomski efekat ove operacije je neizvestan, jer količina dodatno prikupljanog metana nije ustaljena i poznata. Veći je značaj zaštite životne sredine i eliminisanje neprijatnih mirisa. U slučaju da se ova mera sprovodi potreban je još jedan rezervoar manje zapremine (na primer jedna četvrtina od ukupno zacrtane), koji je pokriven, odnosno ima hvatač metana i drugih gasova. Za to su potrebna dopunska ulaganja u rezervoar, cevovod, pumpu, pokrivku rezervoara i cevovod za odvođenje gasova.

Ostatak fermentacije ima i prihodne stavke, koje se obračunavaju programskim alatom **Biogas/Pro**. Potrebno je da se unesu cene primarnih makroelemenata biljnih hraniva, azot, fosfor i kalijum. Pri tome treba imati na umu da se za ostatak fermentacije daju količine aktivne materije, čiji udeo u mineralnim hranivima varira. Tako, ukoliko u urei ima 43 % aktivne materije cena se množi sa $1/0,43=2,33$. Primer izračunavanja cena aktivnih materija NPK, dat je u Prilogu 2. U vreme sprovođenja proračuna, septembar 2012, prosečne cene bile su 1.160, 1.080 i 870 €/t, za N, P, K respektivno.

Količine NPK dobijaju se merenjem (treba imati u vidu da one variraju u zavisnosti od vrste supstrata i drugih uticaja), ili se uzimaju iz tab. 2.14, odnosno 2.15. Druga mogućnost je da se koristi program dat na sajtu:

<http://daten.ktbl.de/biogas/kennzahlen.do?zustandReq=7&selectedAction=G%E4rreste&kennzahlenAuslegungBean.vollastStundenAlsString=8.000&kennzahlenAuslegungBean.lag erzeitAlsString=6%2C0#anwendung>.

Ovde su u obzir uzete prosečne vrednosti NPK, te se unose samo cene. Količina NPK obračunava se na osnovu količine i vrste korišćenog supstrata.

Treba uzeti u obzir da se deo ostatka fermentacije vraća u fermentor, te treba da se isključi iz ukupne količine.

Kada se u **BiogasPro** unesu izračunate količine ostatka fermentacije, udeli NPK i cene, dobija se prihod od tih hraniva. I u slučaju da se ostatak fermentacije koristi za vlastite potrebe, on se obračunava kao prihod. Pri formiranju cene energetske bilja koje se koristi kao supstrat unose se troškovi mineralnih hraniva koja su za tu proizvodnju potrebna. To se sprovodi bez obzira da li je izvor hraniva ostatak fermentacije, ili se hraniva kupuju. Količina hraniva u ostatku fermentacije unosi se u prihod, bez obzira da li se on koristi za vlastite potrebe ili se prodaje drugim korisnicima. Najbolje je da se ostatak fermentacije koristi na vlastitim površinama za proizvodnju energetske bilja, pa i drugog. Motivacija drugih korisnika da kupuju ostatak fermentacije je u tome što pored mineralnih hraniva, pre svega NPK, dobijaju i organsku materiju.

Ukoliko se primenjuje separacija čvrste faze dodatno je potreban uređaj za njeno sprovođenje, najčešće pužna presa, sa pratećom opremom. Prednost separacije je u tome što se dobija čvrsta faza, koja se skladišti na betonskoj ploči, pa i delu trenč silosa. Time se smanjuje ulaganje za rezervoar. Tečna faza se u potpunosti ili delimično vraća u fermentor. Ukoliko se i ona koristi kao đubrivo, potrebna je izgradnja rezervoara, koji je manje zapremine. Treba imati u vidu da se vraćanjem tečne faze u fermentor deo biljnih hraniva, koji je u tečnoj fazi, „zarobljava“, te se ne računa u prihod.

Operativni troškovi odnose se na održavanje opreme i rezervoara, te električnu energiju za separator i pumpe.

Ugušćavanje tečne faze, da bi se smanjila zapremina, vezano je za dodatno ulaganje u isparivač i prateću instalaciju. Ukoliko se toplotna energija postrojenja ne koristi za druge svrhe, ne računa se sa njenim troškovima. Na ovaj način smanjuje se prostor potreban za skladištenje tečne faze, manji rezervoar, te troškovi transporta do parcela. Ima smisla ukoliko se tečna faza koristi na vlastitim površinama.

Ukoliko se čvrsta faza ostatka fermentacije koristi za druge svrhe, na primer, zemlja za cveće ili gorivo, potrebna je dopunska oprema. Ona nije obuhvaćena samim postrojenjem, već se tehnički i ekonomski aspekti posebno obračunavaju za to postrojenje. I u ovom slučaju računa se sa vrednošću čvrste faze na bazi prisutnih NPK. Ta vrednost bi trebalo da se računa kao ulazni podatak, trošak, za dodatne postupke prerade.

Pri konfigurisanju vlastitog postrojenja, u konsultaciji sa potencijalnim ili odabranim projektantom i isporučiocem opreme, treba dobro da se razmotri koji tip korišćenja-zbrinjavanja treba da se odabere. To zavisi i od lokalnih uslova, pre svega, ocene sigurnosti valorizacije ostatka fermentacije.

3.4.2 Industrijska i komunalna biogas postrojenja

Ostatak fermentacije koji preostaje nakon biogas postrojenja u kojima se koristi otpad klanica, kanalizacioni mulj ili se koriste za prečišćavanje otpadnih voda, najčešće nije primenljiv za đubrenje poljoprivrednih površina. Kod nas njegova primena nije eksplicitno zabranjena. Potrebno je da se urade analize sastava, te da se u konsultaciji sa agropedologima proceni da li je on primenljiv za ove svrhe. Verovatnoća da se dobije pozitivan odgovor je mala, te od ovog nuzproizvoda nema prihoda.

Ostatak fermentacije se, po pravilu, separiše, te je potrebna oprema da bi se to sprovelo. Vrednost opreme ulazi u investicione troškove, a računa se i sa troškovima održavanja. Potrebno je i skladište, u ovom slučaju manje, jer se čvrsta faza odvozi na deponiju. U obzir se uzimaju troškovi skladištenja, prevoza do deponije i troškovi odlaganja na njoj.

Tečna faza vraća se u fermentor, najčešće jedan deo, a ređe celokupna. Ona tečna faza koja se ne vraća u fermentor mora da se prečisti, da bi mogla da se ispušta u vodoto-

kove i mirujuće vode. U obzir se uzimaju ulaganja u postrojenje za prečišćavanje vode i troškovi rada, ili naknada za prečišćavanje, ukoliko obavlja druga organizacija. Ukoliko prečišćavanje obavlja druga organizacija, računaju se i troškovi prevoza do nje.

Pri zbrinjavanju organskog komunalnog otpada posle odvajanja čvrste faze ona može da se transformiše u kompost, koji ima vrednost. Proces se sastoji od dodatnog sušenja, uklanjanja neprijatnih mirisa, separacije velikih delova, plastike i slično. Za to je potrebna oprema i energija. Izvor energije je, po pravilu, toplotna energija biogas postrojenja.

Tečna faza, i ocedena tečnost u svim fazama prerade, moraju da se prečiste. Kao i u prethodnom slučaju, to se obavlja opremom na vlastitom postrojenju, ili se poverava drugoj organizaciji. Plaća se usluga za prečišćavanje, a trošak predstavlja i prevoz do tog postrojenja. Takođe, treba računati sa troškovima prevoza i deponovanja čvrstog otpada pri proizvodnji komposta.

Svi postupci posle separacije čvrste faze mogu da se posmatraju nezavisno, kao posebna profitna celina.

3.5 Kontrolno-upravljački sistem

Kontrolno upravljački sistem biogas postrojenja treba da obezbedi potpuni nadzor relevantnih parametara i upravljanje njima. Pored toga, ukazuje na eksczesne slučajeve, poremećaje rada, a ukoliko je izveden na visokom nivou automatizacije, sprovodi u potpunosti ili delimično njihovo otklanjanje ili umanjeње posledica. Takođe, u okviru ovog sistema sprovodi se praćenje pokazatelja rada, dovod supstrata, produkcija električne i toplotne energije, produkcija ostatka fermentacije i drugo od značaja za izračunavanje ekonomskih pokazatelja, formiranje dokumentacije o proizvodnji, praćenje uspešnosti poslovanja i donošenje menadžerskih odluka.

Za svako, pa i najmanje biogas postrojenje, potreban je ovakav sistem. Izbor konfiguracije i stepen automatizacije procesom upravljanja zavisi, pre svega, od veličine postrojenja. Cena kontrolno-upravljačkog sistema neznatno se menja sa porastom kapaciteta, te je njen udeo u ukupnoj investiciji manji za veća postrojenja.

Osnovni kontrolno-upravljački sistem

Osnovni kontrolno-upravljački sistem podrazumeva merenje minimalnog broja parametara. Tu se ubrajaju vrsta i količina korišćenih supstrata, temperatura sadržaja fermentora, pH vrednost, količina i sastav biogasa, koncentracija organskih masnih kiselina i količina generisane električne energije. Na osnovu toga, sprovodi se minimum upravljanja koje podrazumeva količinu supstrata koja se dozira u fermentor, grejanja fermentora, intenziteta i učestalosti mešanja sadržaja fermentora. Osnovni kontrolno-upravljački sistemi podrazumevaju ručnu promenu i podešavanje zadatih parametara, upravljanje procesom proizvodnje. Pri tome se registruje minimalan broj pokazatelja proizvodnje: vrsta i količina supstrata, količina i vlažnost ostatka fermentacije i količina generisane električne energije. Ovakva minimalna konfiguracija primenjuje se na postrojenjima nazivne snage do 500 kW_e.

Napredni kontrolno-upravljački sistem

Na većini savremenih biogas postrojenja, posebno na onim većih kapaciteta, kontrolno-upravljački sistem je centralizovan. To znači da postoji softver sa grafičkim prikazom postrojenja i merenih parametara, te mogućnošću zadavanja željene vrednosti parametara, sl. 3.1a. Promena parametara sprovodi se korišćenjem aktuatora, a ređe ručnim podešavanje, pa je takvu upravljanje u manjoj ili većoj meri automatsko.

Naprednim kontrolno-upravljačkim sistemima, omogućuje se neprestana kontrola i upravljanje dodatnih parametara, te sprovodi njihovo beleženje i memorisanje u bazi podataka. Takvi parametri su na primer količina električne energije za pogon biogas postrojenja, količina toplotne energije za grejanje fermentora i količina koja se isporučuje drugom korisniku. To predstavljaju podloge za donošenje odluka o potrebnim promenama i mogućnostima poboljšanja rada biogas postrojenja.

Dodatna mogućnost, što poskupljuje njegovu cenu, je da kontrolno-upravljački sistem omogućava upravljanje postrojenjem na daljinu i alarmiranje grešaka slanjem upozorenja na mobilni telefon SMS-om ili elektronskom poštom (Sl. 3.1b).



a)



b)

Sl. 3.1 a) Primer grafičkog okruženja kontrolno-upravljačkog sistema na biogas postrojenju, b) upozorenje o poremećaju u radu poslato elektronskom poštom o zastoju u radu gasnog motora

U okviru kontrolno-upravljačkog sistema, posebno na većim postrojenjima, postoji i laboratorija za proveru pojedinih vrednosti, na primer, PH vrednosti. Ukoliko laboratorija ne postoji na samom postrojenju, prema potrebi analize se poručuju kod drugih. Laboratorija je gotovo obavezan sastavni deo postrojenja koja kao supstrak koriste otpad ili komunalne vode.

3.6 Ocena tehničke izvodljivosti

Ocena tehničke izvodljivosti podrazumeva procenu da li je planirani projekat ostvariv sa tehničkog aspekta. Sprovođenje ocene tehničke izvodljivosti nije eksplicitno zacrtano zakonskim i podzakonskim aktima, te se često prenebregava. Često je potencijalni investitor ne sprovode, ili to čine nedovoljno detaljno i stručno. Sprovođenje ocene opravdanosti ulaganja bez dobro sagledane tehničke izvodljivosti projekta nema nikakvog smisla. Ukoliko se ne sagledaju svi bitni aspekti za tehničku izvodljivost, te se pri radu ne ostvare izračunati parametri, tj. očekivani rezultati, rezultati ocene opravdanosti ulaganja mogu da navedu investitora na pogrešnu odluku. To važi za realizaciju bilo kog projekta, pa i za realizaciju biogas postrojenja. Svi potrebni delovi biogas postrojenja i njihovo funkcionisanje treba da budu dobro sagledani, te da se ocene potencijalni rizici i smetnje

koji dovode do toga da se ne ostvare parametri koji omogućuju ekonomski isplativ rad postrojenja.

Uputstva za sagledavanje pojedinih parametara navedena su u prethodnim potpoglavljima. Najpre treba da se oceni izvodljivost u pogledu količina i karakteristika raspoloživih sirovina, supstrata, te realne količine proizvedenog biogasa, a time i generisane električne i toplotne energije. Kao što je opšte poznato, specifična visina investicije zavisi od kapaciteta postrojenja, koji se najčešće izražava instaliranom nazivnom električnom snagom kogenerativnog postrojenja (osim u ređim slučajevima kada se biogas koristi kao gorivo za kotlove, ali i tada na specifičnu veličinu investicije utiče količina proizvedenog gasa). Takođe, treba dobro da se sagleda mogućnost plasmana i cena generisane električne i toplotne energije. Dakle, prvi dokumenti koje investitor sačinjava, sa ciljem sagledavanja tehničke izvodljivosti su elaborati: **sopstvena procena raspoloživih supstrata i tehnologija za proizvodnju biogasa** koja bi se primenjivala i **sopstvena procena mogućnosti plasmana generisane energije**.

Nadalje, potencijalni investitor sagledava potencijalne lokacije za biogas postrojenje, najpre u odnosu na udaljenost od mesta priključenja na električnu mrežu, ali i u odnosu na mogućnost izgradnje postrojenja na vlastitim površinama ili u najmu. Razmatraju se potrebna dokumentacija i dozvole, te se sačinjava **sopstvena procena mogućnosti ishodovanja dozvola**. Na kraju, mada to nije vezano za ocenu tehničke izvodljivosti, procenjuje moguće izvore finansiranja – sopstveni kapital, bespovratna sredstva ili krediti, te sačinjava **sopstvenu procenu mogućnosti finansiranja**. Sve navedeno investitor može da sprovede sam, mada je poželjno da koristi pomoć stručnih lica. Za ove aktivnosti nisu potrebna značajna ulaganja, jer je angažovan sam investitor i njegov tim, uz eventualne manje nadoknade stručnim licima. Potrebno je da se predvide troškovi za nabavku i proučavanje literature o biogas tehnologiji, putovanja i posete, te druge načine prikupljanja potrebnih informacija. Podaci iz publikacija koje su navedene u uvodu, te onih u poglavlju 2 i u ranijim potpoglavljima 3 značajno mogu da pomognu u ovoj fazi razmatranja izgradnje biogas postrojenja.

Navedene procene moraju da se sačine u pismenoj formi, te stave na uvid timu koji će ih ocenjivati. Za svaku pozitivnu ocenu treba da postoji saglasnost svih članova tima. Ukoliko je neka od ocena negativna, problematika se ponovo razmatra i ocenjuje mogućnost prevazilaženja identifikovane poteškoće.

Ovo je prethodna ocena tehničke izvodljivosti i predstavlja podlogu za donošenje odluke o nastavku realizacije projekta! Samo ukoliko su ocene u odnosu na sve potrebne aspekte pozitivne, nastavlja se sa daljnjim radom!

Ukoliko se nakon ovih aktivnosti i dobijenih podataka donese pozitivna odluka, nastavlja se sa radom na razradi projekta, odnosno na oceni tehničke izvodljivosti. U nastavku rada neophodna je usluga stručnih lica, koja poseduju znanja i iskustva u ovoj oblasti, odnosno potrebno je da se angažuju konsultanti. To može da bude pojedinac, više osoba ili konsultantsko–inženjerska firma (nadalje se koristi termin konsultant). Sa njim/njima se sklapa **ugovor ili sporazum**. Ovde se koristi termin sporazum, jer on može da bude načelan, a da se plaćanja ostvaruju po realizaciji pojedinih zadataka.

Potencijalni investitor okvirno već ima ideju o projektnom zadatku. U saradnji sa konsultantom ideja se razmatra, te tačnije definišu parametri i stanje. Zajednički se sagledava i ocenjuje realnost onoga što je već definisano i proverava. Najbolje je da se sačini ček lista, kao što je primerom dato u nastavku:

Ček lista za ocenu projekta biogas postrojenja

| Br. | Opis | Stanje |
|-----|---|--------|
| 1 | Sagledana je literatura iz oblasti tehnologije biogasa i ocenjeno da potencijalno postoje uslovi za ulazak u takvu investiciju | ✓ |
| 2 | Postoji količina supstrata koji zadovoljavaju potrebe kontinualnog rada biogas postrojenja zadovoljavajućeg kapaciteta, s izvesnošću snabdevanja, iz vlastitih izvora ili od drugih snabdevača za planirani radni vek postrojenja | ✓ |
| 3 | Postoje ponude tehničko-tehnoloških rešenja za biogas postrojenje, a nakon razmatranja može da se odabere najpovoljnije | ✓ |
| 4 | Za korišćenje predviđenih supstrata postoji mogućnost dobijanja statusa privilegovanog proizvođača, te dobijanja zadovoljavajuće <i>feed-in</i> tarife | ✓ |
| | Alternativa: zbrinjavanjem predviđenih supstrata koji predstavlja otpad mogu da se ostvare uštede, eliminisanjem nadoknade za njihovo drugačije zbrinjavanje ili plaćanja takse zagađivača | ✓ |
| 5 | Na osnovu prethodnog sagledavanja veličine i potrebe postrojenja ocenjuje se raspoloživost odgovarajuće lokacije u vlasništvu, na kojoj, na osnovu odgovarajućih urbanističkih planova, može da se gradi biogas postrojenje | ✓ |
| | Alternativa: povoljna lokacija nalazi se u blizini nastanka supstrata i može da se zakupi za radni vek postrojenja po prihvatljivoj ceni | ✓ |
| 6 | Postoje uslovi za priključivanje na javnu električnu mrežu u neposrednoj okolini, da investicije za to budu prihvatljive | ✓ |
| | Alternativa: proizvedena električna energija može da se iskoristi za vlastite potrebe u kontinuitetu | ✓ |
| 7 | Toplotna energija biogas postrojenja može da se plasira u obimu, na primer: 10, 20,...ili 100 % i za to ostvari odgovarajući prihod | ✓ |
| | Alternativa: sagledana je mogućnost plasmana toplotne energije biogas postrojenja na sopstvenoj farmi, a za to ostvare uštede u drugim energentima | ✓ |
| 8 | Na lokaciji postoji odgovarajuća infrastruktura, delimično postoji ili može da se realizuje po prihvatljivoj ceni | ✓ |
| 9 | Na osnovu podataka o potrebnoj dokumentaciji ocenjuje se da postoje uslovi za dobijanje potrebnih dozvola | ✓ |
| 10 | Postoji mogućnost plasmana ostatka fermentacije za potrebe na vlastitim poljoprivrednim površinama ili da se prodaje drugim korisnicima | ✓ |
| | Alternativa: sagledana je mogućnost drugačijeg korišćenja i plasmana ostatka fermentacije | ✓ |
| 11 | Sačinjen je pregled liste referenci ponuđača opreme, ocenjena pogodnost i cene | ✓ |
| 12 | Obavljena je poseta i razgovarano sa korisnicima postrojenja koja su navedena kao referentna, te sagledana pozitivna i negativna iskustva u radu tih postrojenja | ✓ |
| 13 | Izabran je jedan ili više tipova postrojenja koja bi odgovarala po tehnologiji i performansama, a na osnovu sagledavanja ponuda, pregleda literature i sugestija konsultanata | ✓ |
| 14 | Sagledana je mogućnost realizacije odabranog/odabranih postrojenja u vlastitim uslovima, a ukoliko ih je više, uz uvažavanje mišljenja konsultanta, odabrano jedno | ✓ |
| 15 | U saradnji sa konsultantom definisan je projektni zadatak, ocenjen i prihvaćen | ✓ |
| 16 | Izrađen je situacioni plan | ✓ |

U slučaju zbrinjavanja otpada posebno se razmatra:

1. Obezbeđenje kontinuiteta dobavljanja supstrata-otpada.
2. Način i oprema za pripremu otpada za korišćenja kao supstrata za biogas postrojenja, te mogućnost međuskladištenja.
3. Mogućnost korišćenja ili zbrinjavanja ostatka fermentacije.
4. Mogući uticaji na životnu sredinu i moguće reagovanje lokalnog stanovništava.

Ukoliko neki od poslova i iskaza u ček listi nisu realizovani, naknadno se sprovode, da bi ona bila kompletirana.

Realizacija postrojenja može da se sagledava i u fazama. Na primer, da se planira proširenje kapaciteta, što iziskuje korišćenje dodatnih supstrata i instaliranje dodatnih kogenerativnih jedinica. Ili, da se planira izgradnja objekta za korišćenje toplotne energije, na primer, staklenika, postrojenja za preradu ostatka fermentacije i drugo. To se u ovoj fazi samo navodi, te razmatraju mogući rasporedi, promena infrastrukture i drugi relevantni uticaji.

Napomena:

Navedena ček lista može da bude proširena, pa i sprovedena druga ocenjivanja, u zavisnosti od tipa biogas postrojenja i ostalih potencijalnih korisnika vezanih za generisanu električnu i toplotnu energiju i ostatak fermentacije.

Pretpostavlja se da će u ovoj fazi sve što je prethodnim sopstvenim procenama provereno biti ocenjeno pozitivno, uz izvesnije i tačnije iskaze, te rad na oceni tehničke izvodljivosti može da bude nastavljen. Sledi izrada **studije tehničke izvodljivosti**.

3.6.1 Studija tehničke izvodljivosti

Studija tehničke izvodljivosti predstavlja sumiranje svega što je prethodno obrađeno. Sada to treba da bude u konciznoj i jasnoj formi, sa navedenim svim bitnim elementima za nastavak kvalitetnog rada na realizaciji projekta. Pored ostalog, a što je od velike važnosti, studija tehničke izvodljivosti daje podloge za izradu prethodne ocene opravdanosti ulaganja, koja može da se sprovede primenom programskog alata **BiogasPro**, koji je opisan u nastavku.

Studiju izrađuje konsultant, a još je bolje da je on izrađuje u saradnji sa stručnim licima investitora koji su učestvovali u izradi prethodne ocene tehničke izvodljivosti. Pojam – studija– ne bi trebalo da zaplaši. To je pisani materijal koji sadrži sve prethodne aktivnosti tokom prethodne ocene tehničke izvodljivosti, ali elaborirano, a završava konačnom ocenom tehničke izvodljivosti. Pretpostavka je da će, na osnovu prethodno sprovedenih aktivnosti ta ocena biti pozitivna, jer su i elementi za ocenu u sopstvenim procenama i njihovoj verifikaciji, navedeno u ček listi, provereni. Ona bi, dakle, trebalo da predstavlja sumirane prethodne provere, ali i podlogu projektantima za izradu prethodne studije opravdanosti i studije opravdanosti (konačne), videti poglavlje 5. Na taj način smanjuju se troškovi, jer je projektantu pripremljena osnova za rad. Izrada studije tehničke izvodljivosti nije zakonom obavezujuća, ali se potencijalnim investitorima sugeriše da to sprovedu. Njenom izradom podržava se donošenje pravilnih odluka, a troškovi za angažovanje projektanta smanjuju.

Glavni delovi studije tehničke izvodljivosti su:

1. **Uvod**, značaj proizvodnje i korišćenja biogasa, značaj na svetskom i nacionalnom nivou, značaj za investitora, vizija.
2. **Projektni zadatak**.

- 3. Rezime projekta**– tip postrojenja, instalirana nazivna snaga postrojenja, ukupna vrednost investicije, supstrati, izlazni proizvodi, iskorišćenost kapaciteta i plasman proizvoda.
- 4. Detaljni podaci o projektu:**
- Detaljni podaci o lokaciji investicije, komentar o pogodnosti-udaljenost od naselja, blizina mesta nastanka supstrata, blizina potrebne infrastrukture. Investicija za lokaciju.
 - Predlog tipa i tehničko-tehnološkog rešenja, nazivni instalirani kapacitet –snaga, radni vek postrojenja i ostale relevantne karakteristike.
 - Supstrati koji se koriste, količine, prinosi biogasa (količina biogasa po jedinici mase), troškovi nabavke, raspoloživost.
 - U slučaju zbrinjavanja otpada– količine, karakteristike, cena koja se daje za trenutno zbrinjavanje, odnosno cena koja se plaća za zbrinjavanje u biogas postrojenju.
 - Količine generisane energije, električne i toplotne, mogućnost plasmana i cene sa ocenom izvesnosti plasmana.
 - Količine ostatka fermentacije i mogućnost plasmana. Za slučaj nemogućnosti plasmana ocena, odnosno potrebe zbrinjavanja, navodi se cena zbrinjavanja.
 - Vrednost investicije, koja obuhvata sva ulaganja za ceo radni vek postrojenja, uključujući sve elemente.
 - Operativni troškovi po kategorijama.
 - Potrebni radnici, kvalifikacija, troškovi za zarade.
 - Spisak potrebnih dozvola, sa posebnim osvrtom na zaštitu životne sredine sa konačnom ocenom mogućnosti njihovog ishodovanja.
 - Konačna ocena mogućnosti, izvora i uslova obezbeđenja potrebnih finansijskih sredstava.
 - Dinamika realizacije prethodnih radnji, projektovanja, ugovaranja, ishodovanja dozvola, gradnje i puštanja u rad (najbolje je da se prikaže gantogramom).
 - Sagledavanje potrebe, svrsishodnosti i mogućnosti proširenja postrojenja, kao i gradnje drugih postrojenja vezanih, na primer, za iskorišćenje toplotne energije biogas postrojenja, te definisanje prostora za realizaciju.
 - Procena rizika i mogućih prepreka u realizaciji izgradnje biogas postrojenja.
- 5. Prilozi:**
- Kopija plana parcele sa geodetskim podlogama i urbanističkim uslovima.
 - Plan parcele sa naznačenim priključkom na javnu električnu mrežu i opisom potrebnih radova za priključivanje, ucrtanim objektima postrojenja i priključcima na spoljnu infrastrukturu.
 - Procena troškova opreme, radova, ishodovanja dozvola, obuke i puštanja u rad.
 - Tehnološka šema procesa, sa tokovima materijala i energije.
 - Nacrt postrojenja sa naznačenim delovima i funkcionalnim jedinicama (dato kao primer na slici u nastavku).
 - Dijagram toka realizacije sa navedenim aktivnostima i dokumentacijom (opisano u poglavlju 5).
- 6. Zaključci.** Sadrži konačnu ocenu tehničke izvodljivosti i predlog daljnijeg rada.

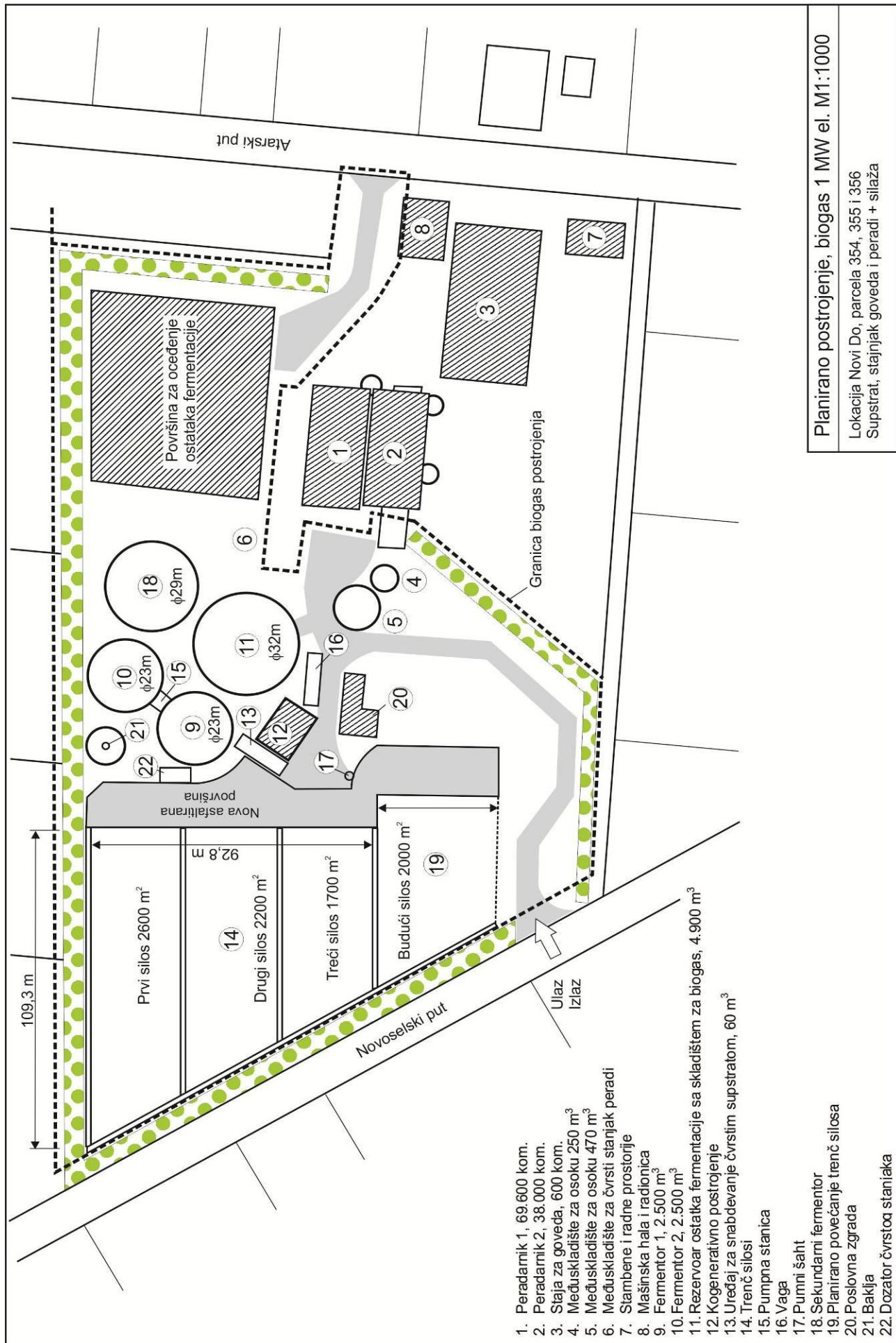
U nastavku je dat primer nacrt postrojenja sa naznačenim delovima postrojenja. On se izrađuje na osnovu raspoložive konfiguracije lokacije i funkcionalnih objekata, kao što su na primer, staje i silosi. Celokupna studija tehničke izvodljivosti sa priložima predstavlja vrstu generalnog projekta. Ukoliko je dobro razrađena, sa dovoljnim brojem podataka, olakšano je formiranje ulaznih podataka za izradu prethodne studije opravdanosti ulaganja, što je detaljno opisano u poglavlju 4.

Dobro razrađena studija tehničke izvodljivosti podloga je za izradu prethodne studije opravdanosti, koja sadrži idejno rešenje, te je na taj način omogućeno smanjenje troškova rada projektanta sa licencom. Njemu su date sve podloge za rad, te je posao znatno skraćen. To je takođe podloga za izradu (konačne) studije izvodljivosti.

Napomena:

Ocena tehničke izvodljivosti, kao završni deo studije tehničke izvodljivosti, važan je dokument na osnovu kojeg je omogućena izrada ocene opravdanosti ulaganja. Sprovodi se tako da troškovi budu što niži, a da može da se donese relevantna ocena o nastavku ili prekidu rada na projektu. Nakon ove faze investitor će imati znatno veće troškove, pa bi naknadno donošenje odluka o prekidu rada na projektu bilo neadekvatno.

Ukoliko je ocena tehničke izvodljivosti dobro sprovedena, velika je verovatnoća da se od realizacije projekta neće odustati nakon izrade prethodne i konačne studije opravdanosti!



Planirano postrojenje, biogas 1 MW el. M1:1000
 Lokacija Novi Do, parcela 354, 355 i 356
 Supstrat, stajnjak goveda i peradi + silaza

1. Peradarinik 1, 69.600 kom.
2. Peradarinik 2, 38.000 kom.
3. Staja za goveda, 600 kom.
4. Međusklađište za osoku 250 m³
5. Međusklađište za osoku 470 m³
6. Međusklađište za čvrsti stajnjak peradi
7. Stambene i radne prostorije
8. Mašinska hala i radionica
9. Fermentor 1, 2.500 m³
10. Fermentor 2, 2.500 m³
11. Rezervoar ostataka fermentacije sa skladištem za biogas, 4.900 m³
12. Kogenerativno postrojenje
13. Uređaj za snabdevanje čvrstim supstratom, 60 m³
14. Trenč silosi
15. Pumpna stanica
16. Vaga
17. Pumni šaht
18. Sekundarni fermentor
19. Planirano povećanje trenč silosa
20. Poslovna zgrada
21. Baklja
22. Dozator čvrstog staniaka

4. SMERNICE ZA FINANSIJSKU ANALIZU

U ovom poglavlju detaljno je opisano kako se pripremaju podaci za vrednosti troškova i prihoda, za unos u odgovarajuće rubrike i polja programskog alata **BiogasPro** radi sprovođenja prethodne ocene opravdanosti ulaganja.

4.1 Troškovi investicije

Troškovi investicije, ulaganja, imaju značajnu ulogu za sprovođenje finansijske analize i ocene opravdanosti ulaganja. Od posebnog značaja je i radni vek postrojenja, odnosno radni vek njegovih pojedinih delova. Građevinski objekti, uz odgovarajuće održavanje, obično imaju radni vek 50 godina pa i više. Energetski objekti takođe imaju dugačak radni vek, obično preko 30 godina. U slučaju biogas postrojenja, sigurnost privređivanja najčešće je definisana ugovorom o statusu privilegovanog proizvođača električne energije, odnosno sticanjem prava za prodaju električne energije prema *feed-in* tarifi. Trenutno, investitori u biogas postrojenja ovaj status dobijaju na 12 godina. Očekuje se da će status privilegovanog proizvođača biti produžen i posle ovog perioda. Sa druge strane, kao posledica široke primene obnovljivih izvora energije i smanjenja zaliha fosilnih goriva, vrlo je moguće da će nakon definisanog perioda cene električne energije biti i iznad vrednosti definisane sadašnjom *feed-in* tarifom. Dakle, **radni vek projekta** može da bude 30 godina, što je ujedno i radni vek dela opreme.

Za pojedine uređaje i opremu postrojenja, radni vek je kraći nego za građevinske objekte. Na primer, za vozila je 15 godina. Preporučuje se da se primenjuju dve stope za radni vek. Na primer, puno trajanje – koliki je radni vek projekta, kao što je predloženo 30 godina, i dvostruko manji, 15 godina, da bi se olakšala primena u prethodnoj analizi opravdanosti ulaganja, što je i predviđeno u programskom alatu **BiogasPro**. Pri izradi završne studije opravdanosti ulaganja, primenjuje se radni vek uređaja i opreme koje definišu isporučioци opreme.

Napomena:

Pri razmatranju ulaganja u opremu obavezno se u obzir uzimaju rezervni delovi potrebni za prvu godinu rada, te specijalan alat, ukoliko je potreban. Vrednost navedenih stavki ulazi u trošak investicije, opreme.

Nadalje je prikazano kako se izračunavaju troškovi investicije, po grupama. Pored vrednosti investicije, u programski alat **BiogasPro** u odgovarajućoj rubrici unosi se i procenjeno trajanje gradnje postrojenja, dinamika realizacije. To se primenjuje stoga što se tokom gradnje postrojenja ne ostvaruju prihodi.

Ukoliko se biogas postrojenje isporučuje i gradi po sistemu *ključ u ruke*, za unošenje podataka bitno je da se dobije vrednost investicije, po kategorijama veka, kao i dinamika realizacije.

4.1.1 Plac i priprema za gradnju

Plac

U polje **zakup placa** unosi se vrednost za godinu dana, a ugovor treba da bude sačinjen za period jednak veku projekta. Ukoliko se plac kupuje, u troškovima investicije

figuriše kupovna cena, koja se upisuje samo u rubriku vrednost investicije u polje **kupovina placa**.

Infrastruktura

Infrastrukturu čine troškovi za: put, energetske vodove, vodovod, kanalizaciju, gasovod (ako je potreban) i telekomunikacione vodove. U programski alat **BiogasPRO** unosi se u rubriku vrednost investicije, u polje **infrastruktura**. Kao i u prethodnom slučaju, u ovoj fazi se ulaganja u infrastrukturu procenjuju na bazi iskustava drugih, ili izračunavaju kao procentualni udeo u vrednosti ukupnih ulaganja.

Građevinski radovi

Obuhvataju celokupnu pripremu za gradnju biogas postrojenja sa svom dodatnom opremom i objektima na placu. Obuhvataju pripremu terena, uređenje površina, uređenje površina za manipulaciju na postrojenju, odvođenje atmosferskih voda i drugo. Ukoliko su dobro isplanirani, sprovode se samo jednom. U programski alat **BiogasPRO** unosi se u rubriku vrednost investicije u polje **građevinski radovi**. Građevinski radovi, naročito na neravnom, nestabilnom i delimično terenu sa visokim podzemnim vodama, mogu da predstavljaju značajnu stavku. U ovoj fazi procenjuju se na bazi iskustava drugih, ili se izražavaju u procentualnom udelu u vrednosti ukupnih ulaganja, na primer, 15 %.

U ovu grupu svrstavaju se i troškovi saniranja placa posle životnog veka, odnosno, privođenje u stanje upotrebljivo za druge namene.

4.1.2 Oprema

U program **BiogasPRO**, u rubriku vrednost investicije, polje oprema, unosi se **ukupna vrednost ulaganja** u opremu, pri čemu treba posebno da se sabere i unese oprema sa vekom trajanja 12 i 6 godina (za vek trajanja projekta 12 godina), odnosno 30 i 15 godina (za vek trajanja projekta 30 godina).

Oprema za supstrat

Obuhvata celokupnu opremu za pripremu, skladištenje i manipulaciju supstrata. U slučaju postrojenja za zbrinjavanje otpada, u ovom delu može da bude značajnih razlika i brojne dodatne opreme. U narednim tabelama dati su samo primeri uređaja i opreme. U njih treba da se unesu sve stavke predviđene za ove namene na konkretnom postrojenju.

Spisak uređaja i opreme sa radnim vekom koji se poklapa sa vekom projekta, 30 godina

| Br. | Naziv | Cena, € |
|-----|---|---------|
| 1 | Trenč silos | |
| 2 | Predjama | |
| 3 | Univerzalni manipulator | |
| 4 | Traktor sa prednjim utovarivačem | |
| 5 | Rezervoar za formiranje mešavine supstrata | |
| 6 | Uređaj za izuzimanje silaže | |
| 7 | Ulazni selektor otpada | |
| 8 | Postrojenje za homogenizaciju i pasterizaciju | |
| 9 | Ugušćivač mulja | |
| | | |
| | Ukupno | |

Spisak uređaja i opreme sa radnim vekom koji je kraći od veka projekta (15 godina)

| Br. | Naziv | Cena, € |
|--------|--------------------------------------|---------|
| 1 | Sečka za otpadni materijal | |
| 2 | Univerzalni manipulator ¹ | |
| | | |
| Ukupno | | |

Postrojenje za proizvodnju biogasa

U ovu grupu svrstava se oprema kojom se omogućava proizvodnja biogasa i njegovo dopremanje do kogenerativnog postrojenja. Pre svega, tu spada fermentor. Da bi se omogućila i uspešna proizvodnja biogasa i njegovo dalje korišćenje, potrebna je i dodatna prateća oprema, u vidu mešalica, pumpi, sistema za grejanje fermentora, skladištenje i transport biogasa itd.

Spisak uređaja i opreme sa radnim vekom koji se poklapa sa vekom projekta (30 godina)

| Br. | Naziv | Cena, € |
|--------|--|---------|
| 1 | Fermentor I (prva faza), xx m ³ | |
| 2 | Fermentor II (druga faza), xxx m ³ | |
| 3 | Fermentor III (druga faza), xxx m ³ | |
| 4 | Dozator čvrstih supstrata | |
| 5 | Mešalice | |
| 6 | Osiguranje od natpritiska | |
| 7 | Hauba za skladištenje biogasa | |
| 8 | Cevi, ventili i pumpe za transport supstrata | |
| 9 | Izolacija fermentora | |
| 10 | Zaštita od vremenskih uslova | |
| 11 | Sistem za grejanje fermentora | |
| 12 | Cevi za odvođenje biogasa | |
| | | |
| Ukupno | | |

Kogenerativno postrojenje

Najznačajniji prihod, posebno za poljoprivredna biogas postrojenja, ostvaruje se prodajom električne energije po privilegovanim cenama. Električna energija generiše se u kogenerativnim postrojenjima, koja se, najčešće, isporučuju kao kompletna, u kontejnerskoj izvedbi. Samo u slučaju da ne postoji *feed-in* tarifa za vrstu supstrata koji se koristi, potrebno je da se razmotri alternativna varijanta, a to je korišćenje biogasa u kotlovima. To je ostvarivo samo ukoliko su potrebe za toplotnom energijom konstantne, jer nije isplativo skladištenje veće količine biogasa.

Relativno nova tehnologija je proizvodnja biometana, gasa koji ima sastav sličan prirodnom gasu, a može da se koristi i kao gorivo za posebno podešene motore sa unutrašnjim sagorevanjem. I u tom slučaju se, najčešće, ne nabavlja kogenerativno postrojenje, već drugačija oprema. To je posebna tema, koja ovom studijom nije obuhvaćena.

Kogenerativna postrojenja isporučuju se u kontejnerima ili se smeštaju u namenski građene objekte. U oba slučaja, sa isporučiocem se dogovara povezivanje na rezervoar biogasa, montaža, povezivanje sa trafo-stanicom, puštanje u rad i obuka rukovaoca. Tome se dodaju troškovi transporta (sa troškom špedicije, carine, poreza i drugo). Obavezno se

dogovara garantni rok i uslovi za ostvarenje garancije. To znači da ovo ulaganje ne bi trebalo da se razdvaja na delove.

Kogenerativno postrojenje ima vek trajanja jednak veku projekta. Izuzetak je motor s unutrašnjim sagorevanjem. *Otto* gasni motori, uz jedan ili, ređe, dva generalna remonta, imaju trajnost 15 godina. Za vek projekta 30 godina, vrednost motora se izdvaja i unosi u rubriku sa skraćenim vekom trajanja. Vrednost motora treba da obuhvati transport, ugradnju, povezivanje i puštanje u rad.

Do kraja životnog veka, u svakom slučaju, sprovodi se jedan ili dva generalna remonta. Njihova cena obuhvaćena je povećanjem troškova održavanja, što se unosi u programski alat **BiogasPro** u rubriku ostali operativni troškovi u polje **održavanje**.

Cenom kogenerativnog postrojenja obuhvaćeno je povezivanje na sistem grejanja fermentora, koji se greju rashladnom tečnošću motora. To nije dovoljno za hlađenje, pa postrojenje ima rashladni sistem. Ukoliko se toplotna energija koristi, kogenerativno postrojenje sadrži i razmenjivače za rashladnu tečnost i/ili produkte sagorevanja. Ovi dopunski uređaji takođe ulaze u cenu postrojenja.

U sklopu nabavke su i rezervni delovi potrebni za godinu dana i alat, posebno specijalni.

Povezivanje na električnu mrežu

U kogenerativnom postrojenju generiše se trofazna električna energija napona 400 V. Ona se isporučuje u javnu električnu mrežu, pa je potrebno povezivanje. Tehnički detalji opisani su u poglavlju 3.2.

Podaci o stvarnoj ceni dobijaju se od isporučioaca opreme, koji obavlja montažu i puštanje u rad. Vek ove investicije praktično je duži od veka projekta. U programski alat **BiogasPro**, unosi se u rubriku vrednost investicije u polje **oprema** sa punim vekom trajanja projekta.

Postrojenje za preradu i skladištenje ostatka fermentacije

Ovde se navodi spisak svih uređaja i opreme koja se koristi za preradu i skladištenje ostatka fermentacije. Pri tome cena treba da obuhvati sve troškove koji nastaju do puštanja u rad. Dakle, transport, istovar, montaža, probni rad, obuka, provera parametara i drugo. Ukoliko se izrađuje noseća konstrukcija i drugi elementi za povezivanje uređaja i opreme u funkcionalnu celinu, ona se navodi kao stavka. Moguće je da ona bude sastavni deo isporučenih uređaja i opreme.

U narednim tabelama navedeni su primeri uređaja i opreme za ovo postrojenje. Češće isporučilac daje ukupnu cenu za celo postrojenje, osim za univerzalni manipulator ili drugo pomoćno vozilo. Na primer, traktor sa prednjim utovarivačem i setom radnih organa za njega.

Spisak uređaja i opreme sa radnim vekom koji se poklapa sa vekom projekta (30 godina)

| Br. | Naziv | Cena, € |
|--------|------------------------------|---------|
| 1 | Rezervoar, xx m ³ | |
| 2 | Rezervoar sa kupolom | |
| 3 | Cevovodi, armatura | |
| 4 | Separator | |
| 5 | Skladište čvrste faze | |
| | | |
| Ukupno | | |

Spisak uređaja i opreme sa radnim vekom koji je manji od veka projekta (15 godina)

| Br. | Naziv | Cena, € |
|--------|-------------------------|---------|
| 1 | Pumpe sa pogonom | |
| 2 | Univerzalni manipulator | |
| | | |
| Ukupno | | |

Kontrolno-upravljačka jedinica

Kontrola i upravljanje biogas postrojenjem je najčešće centralizovano i automatizovano. Renomirani proizvođači opreme u kompletu nude kompjuterski program sa grafičkim prikazom elemenata postrojenja i parametara, sa mogućnošću da se pojedine vrednosti zadaju. Obično je ovo ulaganje dato u sklopu postrojenja za proizvodnju biogasa. Ukoliko to nije slučaj, ovo ulaganje sabira se sa drugima koja imaju vek isti kao i vek projekta.

Ostala oprema

Da bi postrojenje bilo kompletirano i radilo bezbedno, potrebna je brojna dodatna oprema. Prostor postrojenja treba da bude ograđen, da bi se zaštitila imovina.

Sprovođenje protivpožarnih mera je obavezno, a za to se, u skladu sa propisima, postavljaju hidranti, sud sa peskom i lopatama, te protivpožarni aparati. Njihova nabavka i instaliranje ulaze u investicione troškove, a kontrola i zamena u operativne troškove.

Ukoliko se prerađuje otpad, a to se naplaćuje po masi, na ulaznom delu treba da bude kolska vaga, da bi se masa izmerila. Merenje na ulazu primenjuje se i za druge supstrate, pogotovo ukoliko se dobavljaju od drugih proizvođača.

4.1.3 Ostala ulaganja

Start proizvodnje

U troškove investicije ulaze i troškovi supstrata, vode, energenata i drugog, čime se obezbeđuje start proizvodnje biogasa. Zajednički naziv za sva ova ulaganja je start proizvodnje. Ukupna vrednost unosi se u rubriku troškovi investicije, polje **start proizvodnje** u programskom alatu **BiogasPro**.

Nematerijalna ulaganja

Nematerijalna ulaganja čine značajan deo troškova investicije (i do 10 % ukupnih):

- Troškovi istraživanja raspoloživih tehnologija (ovi troškovi iziskuju angažovanje stručnih lica, a investitoru se preporučuje da prethodno prouči poglavlja 2 i 3 ovog Uputstva, kao i publikacije navedene u uvodu.
- Troškovi istraživanja tržišta, u ovom slučaju plasmana električne i toplotne energije, te mogućih izvora finansiranja. Ove troškove procenjuje sam investitor.
- Troškovi izrade projektne dokumentacije (procenjuju ih projektanti) i taksu za dobijanje dozvola. Pregled potrebne projektne dokumentacije i dozvola prema Zakonu o planiranju i izgradnji i Zakonu o energetici, prikazan je u poglavlju 5.
- Obuka, puštanje u rad i provera parametara. Ovi troškovi najčešće su obuhvaćeni troškovima za opremu, ali mogu da se dogovaraju i sa drugima. Na primer, dobro bi bilo da se za proveru parametara rada angažuje za to osposobljena organizacija, a ne da ih ocenjuje isporučilac opreme.

Sva nematerijalna ulaganja sabiraju se i unose u rubriku troškovi investicije, polje **nematerijalna ulaganja** programskog alata **BioGasPro**.

4.2 Troškovi nabavke supstrata

Cena, odnosno troškovi nabavke supstrata posebno su značajni, te se posmatraju kao posebna kategorija operativnih troškova. U programskom alatu **BioGasPro** postoji rubrika **troškovi supstrata**. Ukoliko se koristi više vrsta supstrata, što je najčešći slučaj za poljoprivredna biogas postrojenja, sačinjava se tabelarni plan potreba i cena pojedinih supstrata na godišnjem nivou, obračunava pojedinačna cena i na kraju sabiraju ukupni troškovi. Ovaj zbir unosi se u planiranu rubriku. Najčešće se računa sa 8.000 sati rada pri nazivnom opterećenju, a detalji su opisani u poglavlju 3.

Stajnjak

Stajnjak, bilo čvrsti ili tečni, iz vlastitih staja, tretira se kao besplatan supstrat. Zanemarljivi trošak predstavlja transport do biogas postrojenja, ukoliko je na udaljenosti do nekoliko stotina metara. Tečni stajnjak obično se transportuje cevovodima. Trošak tada predstavlja električna energija za pokretanje pumpi i drugih uređaja, a ona se obuhvata ostalim operativnim troškovima, poglavlje 4.3.

Ukoliko se stajnjak nabavlja od drugih proizvođača, računaju se troškovi prevoza. Oni se tada ocenjuju na godišnjem nivou i unose, ukoliko se koristi samo stajnjak, u rubriku troškovi supstrata, polje **stajnjak** programskog alata **BioGasPro**. Vlasniku stajnjaka na raspolaganju je odgovarajuća količina ostatka fermentacije.

Energetsko bilje i biljni otpad

U najvećem broju slučajeva, za proizvodnju biogasa na poljoprivrednim biogas postrojenjima koristi se energetsko bilje i otpad poljoprivredne proizvodnje i primarne prerade. Kao što je u poglavlju 2.2 prikazano, u većini postrojenja, tek korišćenjem energetskog bilja kao supstrata ili kosupstrata omogućeno je da se ostvari veličina postrojenja koja omogućava profitabilan rad.

Vrlo je bitno da se cena energetskog bilja, najčešće u formi silaže, korektno proceni i obezbede svake godine dovoljne količine. Cena se formira tako da se pri proizvodnji energetskog bilja ostvare isti prihodi kao i pri proizvodnji neke druge biljne vrste, na istoj površini. Tako, na primer, cena silaže kukuruza formira se na bazi poređenja sa kukuruзом u zrnju. Pošto se silaža ubire ranije od zrna, u nekim slučajevima, kada za to postoje potrebni uslovi, mogu da se ostvare i dve žetve, pa time i cena silaže može da bude niža. Problematika određivanja cene silaže opisana je u Prilogu 1.

Na osnovu snage postrojenja proračunava se količina potrebne silaže u toku jedne godine, te se ona množi sa cenom.

U brojnim slučajevima poljoprivrednici mogu da kao kosupstrat koriste i druge biljne ostatke, žetve ili primarne prerade. U tom slučaju za takav supstrat procenjuju se samo troškovi transporta. Ukoliko se radi o ostacima prerade, na primer, čišćenja zrna pre i/ili posle sušenja, ovi troškovi mogu i da se zanemare, jer se na ovaj način sprovodi zbrinjavanje otpada. Zbrinjavanje se sprovodi na razne načine, pa i ukoliko je deponovanje bez nadoknade, nastaju troškovi transporta do deponije. Ovakvi supstrati raspoloživi su u većim količinama samo u manjem broju slučajeva, i to sezonski. Primena većih količina može da dovede i do neželjenih poremećaja stabilnosti procesa fermentacije.

Cene energetskog bilja menjaju se tokom vremena i u zavisnosti od drugih uticaja. Pri sprovođenju sopstvene kalkulacije poželjno je da se unesu realne vrednosti koje bi mogle da važe za određeni vremenski period.

Mešavine

Kao što je ranije navedeno, na poljoprivrednim biogas postrojenjima najčešće se primenjuju kosupstrati, mešavine. Najčešće jedan deo predstavlja stajnjak, a ostalo silaža jedne ili više biljnih vrsta, energetsko bilje, pa i biljni otpad. Da bi se došlo do pravih podataka za sprovođenje finansijske analize, potrebno je da se procene količine supstrata koji će se koristiti. Zbir svih količina, pomnožen sa cenama, daje vrednost supstrata na godišnjem nivou, koja se unosi u rubriku supstrati programskog alata **BiogasPro**.

Tokom veka projekta može da dođe do promena udela pojedinih supstrata. To se uzima u obzir samo ukoliko postoje izvesni podaci. Na primer, planira se povećanje stočnog fonda, a realizacija je čvrsto zacrtana, ili je već u toku.

Otpad

Na biogas postrojenjima u kojima se zbrinjava otpad bilo koje vrste, vrednost supstrata je nula. Osnovna namena jeste zbrinjavanje otpada, koji nema cenu. U rubriku prihvata u polje **zbrinjavanje otpada** programskog alata **BiogasPro**, kako je kasnije objašnjeno, unose se troškovi koji bi nastajali kada bi se taj otpad zbrinuo na drugačiji način.

Kombinovanje otpada sa drugim supstratima se praktikuje u slučajevima kada to tehnologija dozvoljava.

4.3 Ostali operativni troškovi i amortizacija

Ostali operativni troškovi obuhvataju sve izdatke za rad, odnosno uspešan pogon biogas postrojenja na godišnjem nivou. U fazi izrade prethodne studije opravdanosti oni se procenjuju. Najveći broj, pre svega troškovi održavanja objekata, uređaja i opreme, izračunavaju se na osnovu procenjenog udela u nabavnoj vrednosti. Obračun troškova amortizacije izračunava se programskim alatom **BiogasPro**.

4.3.1 Troškovi održavanja

Troškovi održavanja objekata, uređaja i opreme predstavljaju značajan izdatak. Posebno se razmatraju za pojedine funkcionalne grupe. Zbir svih troškova održavanja, na godišnjem nivou, unosi se u rubriku ostali operativni troškovi u polje **troškovi održavanja** programskog alata **BiogasPro**.

Postrojenje za pripremu supstrata

Postrojenje za pripremu supstrata sastoji se od više delova za koje se primenjuju različite stope troškova održavanja prema kategorijama. Primer za neke stavke naveden je u narednoj tabeli.

Primer izračunavanja troškova održavanja postrojenja za pripremu supstrata

| Br. | Naziv | TO, % | Iznos, €/g. |
|--------|--|-------|-------------|
| 1 | Dozator za čvrsti supstrat sa izuzimačem | 3 | |
| 2 | Rezervoar mešača | 2 | |
| 3 | Mešač sa pogonom | 6 | |
| 4 | Cevovodi, armatura | 4 | |
| 5 | Sistem za grejanje rezervoara mešača | 4 | |
| | | | |
| Ukupno | | | |

TO – troškovi održavanja na godišnjem nivou kao udeo u nabavnoj vrednosti

Ovde nisu obuhvaćeni troškovi vozila za dopremanje čvrstog stajnjaka (ukoliko se sa njime radi), odnosno silaže od trenč silosa do rezervoara mešača. Za prevoz stajnjaka mogu da se koriste sredstva druge organizacije, ili profitne grupe u okviru samog preduzeća. Tada se u obzir uzimaju troškovi usluge prevoza na godišnjem nivou, a nabavka ovih sredstava za rad ne ulazi u troškove investicije. Drugačiji način organizacije bio bi da se oprema koja se koristi za ove svrhe delimično upotrebi i za druge radove. Tada se troškovi održavanja, za traktor, prikolicu i uređaje, koji se procenjuju na oko 6 % od nabavne vrednosti, uzimaju u delu u kojem je ovo sredstvo angažovano na biogas postrojenju. Na primer, 60 %, dok drugi deo ide na teret drugog postrojenja.

Isto se odnosi i na univerzalni manipulator (tele hendler), odnosno traktor sa prednjim utovarivačem sa priključcima, pre svega za izuzimanje silaže, te prikolicu za prevoz. Troškovi goriva za ova sredstva u obzir se uzimaju u okviru poglavlja 4.3.2.

Složenije je izračunavanje troškova pripreme supstrata za biogas postrojenja koja prerađuju otpad. Na primer, za postrojenje koje prerađuje klanični otpad računaju se troškovi održavanja prijemnog punkta, pre svega vage. Zatim troškovi uređaja i opreme za usitnjavanje otpada, homogenizaciju i pasterizaciju ili sterilizaciju. Obično se i tada objekti, uređaji i oprema razvrstavaju po grupama sa pripadajućim troškovima održavanja izraženim u procentima. Tipično 2 % za građevinske objekte i 5 do 6 % za uređaje i opremu. Za vagu se, pored troškova održavanja, računaju i troškovi obavezne provere od nadležne institucije, baždarenja. Energija potrebna za pasterizaciju ili sterilizaciju unosi se u okviru poglavlja 4.3.2, u slučaju da se za ove svrhe ne koristi toplotna energija biogas postrojenja. Slična razmatranja su i za druge vrste otpada.

Postrojenje za proizvodnju biogasa

Ovo postrojenje je složeno i sastoji se od brojnih celina. Ipak, one mogu da se razvrstaju na građevinske i mašinske. Najjednostavniji pristup određivanju troškova održavanja je da se oceni udeo jednih i drugih, u ukupnoj vrednosti, ne računajući troškove montaže. Na primer, 80 % građevine, a 20 % oprema i uređaji. Tada se za građevinske primeni trošak održavanja na godišnjem nivou 2 %, a za mašinske u proseku 5 % i dobija suma godišnjih troškova održavanja.

Kogenerativno postrojenje

Proizvođač kogenerativnog postrojenja striktno propisuje postupak njegovog održavanja. Obavezno se sprovodi godišnji pregled, dijagnostika i servis, a za motor zamena motornog ulja, svećica, filtera, pa i drugih elemenata i sklopova. Takođe, nakon određenog perioda, sprovodi se i generalni remont motora. Ove troškove, na godišnjem nivou, može da definiše isporučilac opreme, ili da, kao u slučaju druge opreme, da

izraženo u procentu od nabavne vrednosti. Po pravilu, bar u garantnom roku, poslove održavanja sprovodi isključivo ovlašćeni serviser. Troškovi ovih poslova rastu ukoliko nema ovlašćenog serviseru u zemlji, jer su tada više dnevnice i putni troškovi, kao što je već opisano.

Troškovi održavanja motora su visoki, a značajno manji za generator i druge sklopove i delove. Uzimajući to u obzir, procenat troškova održavanja može da bude na nivou druge mehaničke opreme, oko 6 % od nabavne vrednosti. Time su obuhvaćeni i troškovi generalnog remonta motora.

Ukoliko postrojenje nije kontejnerskog tipa troškovi održavanja objekta ubrajaju se u ostale troškove.

Postrojenje za preradu i skladištenje ostatka fermentacije

Kao i u prethodnim slučajevima primenjuje se izračunavanje troškova održavanja na bazi ocene procentualnog udela u trošku nabavke. Primer je dat u narednoj tabeli.

Primer obračuna troškova održavanja opreme i uređaja za preradu i skladištenje ostatka fermentacije

| Br. | Naziv | TO, % | Iznos, €/g. |
|--------|------------------------------|-------|-------------|
| 1 | Rezervoar, xx m ³ | 2 | |
| 2 | Pumpe, cevovodi, armatura | 6 | |
| 3 | Separator | 6 | |
| 4 | Skladište čvrste faze | 2 | |
| 5 | Separator 2 | 6 | |
| 6 | Ugušćivač tečne faze | 6 | |
| | | | |
| Ukupno | | | |

Ovaj primer odnosi se na poljoprivredna biogas postrojenja. Biogas postrojenja koja koriste otpad mogu da imaju drugačiju konfiguraciju opreme i uređaja, koja se na sličan način razmatra, te izračunavaju troškovi održavanja.

Ostali uređaji i oprema

Najznačajnija stavka je održavanje kontrolno upravljačkog sistema. To pored računara i periferije obuhvata i sve senzore, aktuatore i mrežu koja ih povezuje sa komandnim centrom. Troškovi održavanja na godišnjem nivou mogu da budu 4 % od vrednosti komandnog centra. Time nije obuhvaćeno održavanje objekta u kojem je centar smešten, a ubraja se u ostale troškove.

U posebnim slučajevima može da se pojavi i trošak inoviranja (*upgrade*), programa za kontrolu i upravljanje.

Pored navedenog, u ovoj grupi može da bude uključeno održavanje opreme za zaštitu objekta i zaštitu od požara. U ovoj fazi rada ovi troškovi samo se procenjuju.

Za biogas postrojenja koja koriste otpad u ovom delu mogu da se razmatraju i drugi uređaji i oprema koja nije obuhvaćena prethodnim stavkama, pri čemu se primenjuje sličan pristup obračunavanja.

4.3.2 Energenti i potrošni materijal

Troškovi energenata i potrošnog materijala unose se u rubriku programskog alata **Biogas/Pro** ostali operativni troškovi u polje **energenti i potrošni materijal**.

Energenti

Električna energija za rad biogas postrojenja potrebna je za pogon raznih mašina i uređaja. Isporučilac uređaja i opreme može da da podatak o godišnjim potrebama. Na osnovu toga, a i cene električne energije izračunava se godišnji trošak. Na biogas postrojenjima koja imaju privilegovan status (primenjuje se *feed-in* tarifa), koristi se električna energija iz mreže, jer je jevtinija. Ukoliko to nije slučaj, a koristi se električna energija generisana na samom postrojenju, njena vrednost ne uzima se kao trošak, ali ni kao prihod.

Drugi energenti, prirodni gas, lako ulje za loženje i drugo, mogu da se koriste za startovanje biogas postrojenja, a po potrebi i zagrevanje fermentora u slučaju kvara kogenerativnog postrojenja. Takođe, mogu da se koriste za pripremu supstrata. Procenjuje se vrednost godišnjih potreba.

Dizel gorivo, motorno ulje i druga sredstva za podmazivanje i hlađenje (rashladna tečnost za kogenerativno postrojenje) takođe se procenjuju i definišu kao trošak.

Potrošni materijal

U ovu grupu ubrajaju se i troškovi za vodu, za sve namene na postrojenju.

Za rad postrojenja potrebni su i drugi materijali. Na primer, hemijski mikroelementi za podsticanje fermentacije silaže. Takođe, ovde se ubrajaju i hemijska sredstva za čišćenje i održavanje objekata.

Trošak folije za silažu, ukoliko se primenjuju, ubraja se u ovu grupu troškova. Često se koriste kvalitetne višegodišnje folije. Tada se njihov trošak deli sa trajnošću u godinama. Tegovi, mreže i druga oprema za fiksiranje folija ne zahtevaju održavanje, pa nema ni troškova.

4.3.3 Zarade zaposlenih

Broj zaposlenih i njihove zarade zavise od tipa i veličine postrojenja, kao i organizacije rada. Pri definisanju iznosa zarade treba u obzir da se uzme ukupna vrednost, odnosno bruto, a ne samo neto vrednost. Dakle, svi porezi i doprinosi, koji su dodatnih preko 60 % na neto, prevoz, topli obrok i drugi potencijalni dodaci. Obično je tada vrednost bruto zarade za oko dva puta veća od neto, a u nekim slučajevima i više.

Troškovi zarada procenjuju se za celu godinu i unose u rubriku programskog alata **Biogas/Pro** ostali operativni troškovi u polje **zarade zaposlenih**.

Poljoprivredna biogas postrojenja

Većina savremenih poljoprivrednih biogas postrojenja visoko su automatizovana. Jedina operacija koja zahteva stalnost sprovođenja, rad sa intermitencijom, je snabdevanje supstratom. U posebnim slučajevima, ukoliko ima veliki prihvatni rezervoar za čvrsti stajnjak i/ili silažu, autonomija rada duža je od jedne smene. U uslovima u Srbiji ipak se smatra da bi trebalo da je na postrojenju konstantno prisutan jedan kvalifikovani radnik. To znači uposlenost četiri radnika (jedan je u rezervi za slučaj bolesti, godišnjih odmora). Pored toga, potrebno je da postrojenje kontroliše obučeni i kvalifikovani radnik.

Ova kontrola i nadzor rada obavlja se povremeno, te je moguće da se organizuje sa dva visoko kvalifikovana radnika, sa po pola radnog vremena, dakle, obračunava se jedan.

Visokovredno biogas postrojenje treba da ima i rukovodioca sa višom ili visokom stručnom spremom. Ovaj radnik nema puno radno vreme, već je na ovom poslu angažovan $\frac{1}{3}$ ili $\frac{1}{2}$ radnog vremena.

Poželjno je, a može da bude i isplativo, angažovanje stručnih lica koja bi povremeno kontrolisala rad postrojenja, stručnih konsultanata. Oni se angažuju prema posebnom ugovoru, na primer, jedan mesec godišnje. Nadoknada za njihov rad takođe se uzima u obzir.

Biogas postrojenja za zbrinjavanje otpada

Kod postrojenja u kojima se kao supstrat koristi otpad, potreban je veći broj radnika. Često je to na pripremi sirovine, te zbrinjavanju ostatka fermentacije. Ukoliko se usluga zbrinjavanja otpada naplaćuje potreban je, u sve tri smene, jedan radnik na prijemu i merenju otpada, ali sa delimičnim radnim vremenom.

Često se na ovakvim postrojenjima analiziraju sirovine, čvrsti i tečni ostatak fermentacije. U nekim slučajevima, to je obavezno. Stoga je potreban visoko kvalifikovani radniku u jednoj smeni, sa punim ili delimičnim radnim vremenom.

4.3.4 Osiguranje i ostali troškovi

Ovi troškovi unose se u programski alat **BiogasPro** u rubriku ostali operativni troškovi u polje **osiguranje i ostali troškovi**.

Osiguranje

Osiguranje predstavlja, samo na izgled, malu stavku. Najčešće je oko 1 %, a iznos zavisi od dogovora i ugovora sa osiguravajućom kućom. Zavisi od toga šta je njime obuhvaćeno, koji deo objekta, visine nadoknade i za koje uslove. Za prethodni proračun moglo bi da se usvoji da je to 1 % od vrednosti opreme. Ovim mogu da budu obuhvaćeni i troškovi osiguranja zaposlenih.

Ostali troškovi

U ostale troškove može da se ubroji širok spektar godišnjih izdataka. Na primer, za odvodnu vodu (padavine), održavanje objekta (košenje trave, pranje, uređenje prostora itd), komunalne i ostale takse. Ovde se ubraja i periodični pregled protivpožarne opreme i opreme za zaštitu na radu. Eventualne analize uticaja na životnu sredinu i drugo.

U ovu grupu ubrajaju se i sve ostale usluge drugih subjekata. Tipično je, za poljoprivredna biogas postrojenja, povremeno sprovođenje laboratorijskih analiza supstrata i ostatka fermentacije.

U ovu grupu troškova održavanja su i oni koji se odnose na objekte koji nisu obuhvaćeni prethodno razmatranim celinama. Na primer, objekat za smeštaj kogenerativnog postrojenja, objekat komandnog centra, mokri čvor i drugi sanitarni objekti. U ovoj fazi, kao i u drugim slučajevima, troškovi se samo grubo procenjuju, ili daju orijentacioni podaci. Na biogas postrojenjima za zbrinjavanje otpada obično ostatak fermentacije, kao i otpad koji nastaje pri separaciji moraju da se zbrinu. Troškovi tog zbrinjavanja računaju se u ovoj grupi, a primer je dat u narednoj tabeli.

Obračun troškova zbrinjavanja otpada biogas postrojenja

| Br. | Opis | €/t | Iznos, €/god. |
|--------|-------------------------------------|-----|---------------|
| 1 | Naknada za deponovanje čvrste faze | | |
| 2 | Naknada za prečišćavanje tečne faze | | |
| 3 | Troškovi prevoza čvrste faze | | |
| 4 | Troškovi prevoza tečne faze | | |
| Ukupno | | | |

Trošak prečišćavanja tečne faze obračunava se i ukoliko ga sprovodi ista organizacija, s time što je to za tu profitnu jedinicu prihod.

4.4 Prihodi

Prihodi koji se ostvaruju radom biogas postrojenja zavise od tipa, veličine, korišćenog supstrata i drugog.

Električna energija

Na većini biogas postrojenja, koja imaju uslova za dobijanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije, prihod od isporučene električne energije je najznačajniji, a u nekim slučajevima i jedini. Prihod predstavlja proizvod količine generisane energije na godišnjem nivou, izražen u MWh i cene koja se za nju dobija, izražena u €/MWh. Količina generisane energije dobija se množenjem snage u MW i broja sati rada pri nazivnoj snazi u h. Ukoliko se izuzme vreme sprovođenja godišnjeg remonta, te drugi zastoji u radu, obično je broj sati rada 8.000. Ovo je najjednostavniji pristup određivanju količine generisane električne energije. U stvarnosti postoje brojni drugi uticaji, kako na trajanje rada, tako i na stvarnu snagu postrojenja.

Cena električne energije definisana je važećom uredbom, odnosno ugovorom sklopljenim s elektrodistribucijom.

Ukoliko se električna energija ne isporučuje u javnu mrežu, a to se primenjuje na postrojenjima koja ne mogu da dobiju status povlašćenog proizvođača ili je visina *feed-in* tarife suviše niska, ona se koristi za vlastite potrebe, ili isporučuje nekom drugom korisniku. U prvom slučaju obračunava se cena koja bi bila plaćena za električnu energiju iz mreže, a ne uzima u obzir onaj deo koji je korišćen za rad samog biogas postrojenja, jer nije uračunat ni u troškove energenata. U drugom slučaju je cena definisana ugovorom sa kupcem.

Podatak o godišnjoj količini generisane električne energije i ceni unosi se u rubriku plan prihoda u polje **električna energija** programskog alata **BiogasPro**.

Toplotna energija

Cilj svakog investitora je, kao što je opisano u poglavlju 3.3, da u što većoj meri iskoristi generisanu toplotnu energiju biogas postrojenja.

Na osnovu dogovorene primene procenjuje se količina toplotne energije koja će biti plasirana u MWh na godišnjem nivou. Takođe, na osnovu principa opisanih u poglavlju 3.3, procenjuje se cena toplotne energije koja može da se ostvari.

Podatak o planiranoj godišnjoj količini isporučene toplotne energije i ceni unosi se u rubriku plan prihoda u polje **toplotna energija** programskog alata **BiogasPro**.

Ostatak fermentacije

Kao što je navedeno, ostatak fermentacije sadrži biljna hraniva, pre svega primarne makro elemente, azot, fosfor i kalijum. Na ranije opisan način izračunava se količina ostatka fermentacije u tonama na godišnjem nivou. Procenjuje se, na osnovu navedenih podataka, kolika je količina hraniva u jednoj toni ostatka fermentacije, te prikupljaju cene N, P i K, kao aktivne materije. Te cene su, za septembar 2012, navedene u poglavlju 3.4.

Vrednost ostatka fermentacije ne obračunava se za stajnjak, jer, ukoliko se ne bi koristio kao supstrat, bio bi iskorišćen za đubrenje. Pri korišćenju više supstrata, vrednost se obračunava za svaki pojedinačno, izuzimajući stajnjak.

Ostatak fermentacije nekih biogas postrojenja koja koriste otpad, nije upotrebljiv za biljnu proizvodnju, te nema vrednost.

Ukoliko se ostatak fermentacije koristi za druge svrhe, na primer, proizvodnja komposta, pripisuje mu se procenjena vrednost €/t. To je za biogas postrojenje prihod, a rashod za postrojenje koje ovu sirovinu prerađuje.

Podatak o godišnjoj količini ostatka fermentacije (uzimajući u obzir navedeno) u tonama i vrednosti po toni unosi se u rubriku plan prihoda u polje **ostatak fermentacije** programskog alata **BiogasPro**.

Zbrinjavanje otpada

Biogas postrojenja u kojima se zbrinjava otpad svoju uslugu naplaćuju. To je tipično za zbrinjavanje klaničnog otpada i čvrstog organskog komunalnog otpada. Za zbrinjavanje ovog otpada plaća se nadoknada, ali u čitavom lancu ima više učesnika. Potrebno je da se izračuna cena koja se odnosi na biogas postrojenje u €/t. Ovo može da bude najznačajniji prihod biogas postrojenja, posebno u slučaju da za vrstu otpada koji se koristi ne postoji mogućnost dobijanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije i primena *feed-in* tarife.

Podatak o godišnjoj količini otpada u tonama i nadoknadi za biogas postrojenje po toni unosi se u rubriku plan prihoda u polje **zbrinjavanje otpada** programskog alata **BiogasPro**.

Ostali prihodi

Za biogas postrojenja koja prerađuju industrijski otpad, posebno otpadne vode, indirektan prihod predstavljaju rashodi koji bi se plaćali za ispuštanje voda u vodotokove i/ili plaćanje nekom drugom za uslugu zbrinjavanja otpada. Visina ovog indirektnog prihoda utvrđuje se na osnovu plaćanja pre izgradnje biogas postrojenja, a ukoliko se radi o novom industrijskom postrojenju, procenjuje se koliki bi bili troškovi za zbrinjavanje otpada, odnosno, nadoknade (ekološke takse) za ispuštanje otpadnih voda. Vrednost se unosi u rubriku plan prihoda u polje **ostali prihodi** programskog alata **BiogasPro**.

U više zemalja uvedene su stimulative mere za aktivnosti koje doprinose zaštiti životne sredine, a posebno smanjenju emisija gasova sa efektom staklene bašte. Takođe, mogu da postoje i mere podsticanja korišćenja obnovljivih izvora energije sa efektom povećanja zaposlenosti. Takvi finansijski podsticaji takođe se ubrajaju u ostale prihode.

Ukoliko ima više izvora prihoda, najčešće kombinovanje jednog od navedenih sa toplotnom energijom, u programskom alatu **BiogasPro** će se sabrati i prikazati kao ukupni godišnji prihodi.

4.5 Izvori finansiranja

Za finansiranje mogu da se koriste sopstvena sredstva investitora, sredstva saulagača, krediti i podsticajna sredstva fondova.

Sopstvena sredstva investitor može da koristi za ulaganje u osnovna i/ili obrtna sredstva. Sposobnost ulaganja sopstvenih sredstava dobra je osnova za obezbeđenje i iz drugih izvora. Iznos sredstava unosi se u rubriku izvori finansiranja u polje **sopstvena sredstva** programskog alata **BiogasPro**. S obzirom da novac ima vremensku dimenziju, „ukamaćenje“ tako uloženi sredstava treba da je veće od kamate koja bi mogla da se ostvari plasiranjem tog novca na tržištu, na primer, u banku sa povoljnim uslovima, što je pri proračunu diskontne stope programskim alatom pretpostavljeno sa 6 %.

Sredstva saulagača, predstavljaju poželjan vid finansiranja, ukoliko investitor nema dovoljno sopstvenih sredstava. Interesi saulagača ostvaruju se ugovorom kroz raspodelu finansijske dobiti u srazmeri s uloženi sredstvima, ili na drugi način. U programskom alatu ova sredstva tretiraju se kao trajni kapital, a finansijski kao i u prethodnom slučaju. Unose se u rubriku izvori finansiranja u polje **sredstva saulagača** programskog alata **BiogasPro**.

Kreditni poslovnih banaka najčešći su i najskuplji oblik finansiranja. Kratkoročnim kreditima, do godinu dana, obično se finansiraju obrtna sredstva, a dugoročnim kreditima, preko jedne godine, ulaganja u osnovna sredstva. Zbog njihove specifičnosti obrađena su dodatno u delu *kreditna sposobnost*. Unose se u rubriku izvori finansiranja u polje **kredit** programskog alata **BiogasPro**.

Podsticajna sredstva fondova su sredstva kojima se pokriva deo investicije ukoliko je to interes društvene zajednice, proizvodnja energije iz obnovljivih izvora, rešenje problema zaštite životne sredine, povećanje broja zaposlenih, naročito u nerazvijenim područjima, razvoj infrastrukture i drugo. Ova sredstva se u programskom alatu tretiraju kao nepovratna. Unose se u rubriku izvori finansiranja u polje **podsticaji** programskog alata **BiogasPro**.

Napomena:

Na sajtu Vlade Republike Srbije, postavljen je Vodič za potencijalne izvore finansiranja, sa adresama i ponudama za finansijsku podršku domaćih i inostranih banaka i fondova, http://www.prsp.gov.rs/HTML/sesti_vodic_kroz_potencijalne_domace_i_inostrane_izvore_finansiranja.htm (oktobar 2012). Razni državni i pokrajinski fondovi povremeno odobravaju povoljnije kredite sa nižim kamatnim stopama.

Da bi se programskim alatom **BiogasPro** proračunao plan otplate kredita, moraju da se definišu: rok otplate, grejs period i godišnja kamata, koji se unose u rubriku uslovi kredita.

Pre unosa iznosa kredita, treba oceniti kreditnu sposobnost.

Kreditna sposobnost

Fizička lica

Eliminacioni kriterijumi: nezaposlen, visoka postojeća kreditna zaduženost porodice, nedostatak garancija.

Funkcionalni kriterijumi: namena kredita, visina mesečne zarade, vrednost i kvalitet garancija.

Poljoprivredna gazdinstva

Eliminacioni kriterijumi: mali prihodi, visoka postojeća kreditna zaduženost, nedostatak garancija.

Funkcionalni kriterijumi: namena kredita, visina mesečnih prihoda, vrednost i kvalitet garancija.

Privredni subjekti

Eliminacioni kriterijumi: gubici po bilansu uspeha, blokade računa u poslednjih 12 meseci u kontinuitetu duže od 15 dana ili duže od ukupno 30 dana, negativan neto obrtni fond (obrtna imovina - kratkoročne obaveze), nedostatak kvalitetnih garancija.

Funkcionalni kriterijumi: maksimalno 30 % ostvarenog prihoda u prethodnoj godini, maksimalno do visine kapitala po trenutnom bilansu stanja, vrednost i kvalitet garancija (obično 1/2 do 1/3 procenjene vrednosti nekretnine). Kriterijum je najmanja vrednost. U donošenju kreditne podrške banke posvećuju i pažnju na *Scoring* i *Mišljenje o bonitetu* investitora (izdaje Agencija za privredne registre), koji obuhvataju i tendencije navedenih parametara u prethodnim godinama i ukoliko su tendencije negativne, a imovina za hipoteku nije atraktivna (ne može brzo da se proda), to može da bude razlog za manju kreditnu podršku ili čak razlog za odustajanje od nje.

4.6 Smernice za ocenu opravdanosti ulaganja

Kao **parametri** za finansijsku ocenu opravdanosti ulaganja u programskom alatu **BiogasPro** prikazani su oni koje preporučuje i Ministarstvo rudarstva i energetike (to je bio naziv ovog Ministarstva u vreme izdavanja publikacije) u priručniku *Uputstvo za pripremu projekata u oblasti energetske efikasnosti u opštinama*, (Karamarković i dr, 2008).

Kao **kriterijumi** za pozitivnu finansijsku ocenu opravdanosti ulaganja, usvojeni su uobičajeni kriterijumi koji su prihvatljivi za ulaganja privatnog kapitala ili javno-društveno partnerstvo, a koje primenjuju i kreditori.

Napomena:

Parametri finansijske ocene za projekte iz oblasti obnovljivih izvora energije ponekad nisu isplativi sa finansijskog aspekta i zato u pripremi projekata treba obratiti pažnju na državne podsticaje u izvorima finansiranja (bespovratna sredstva za deo investicije, ako ona doprinosi smanjenju upotrebe neobnovljivih izvora energije, smanjenju emisije štetnih gasova, spoljno trgovinskom energetsom bilansu i drugo), a u radu postrojenja pažnju treba obratiti na *feed in* tarife i njihovu garantovanu trajnost.

Ipak, projekti se često realizuju i ako je finansijska ocena negativna, a zbog zadovoljenja zakona iz oblasti ekologije, tj. zaštite životne sredine ili ako nisu dostupni drugi energenti (gas, električna energija i drugo), a dodatni razlog može biti i niska aktuelna cena električne energije, jer će se u narednim godinama morati približiti ceni u Evropskoj uniji.

Parametri finansijske ocene i kriterijumi za pozitivnu ocenu

U programskom alatu **BiogasPro** navedeni su najčešće korišćeni statički i dinamički parametri i uobičajeni kriterijumi. Dinamički parametri uvažavaju vremensku dimenziju novca (danas dinar vredi više od dinara koji će biti dobijen u budućnosti). Investitor u program može da unese blaže ili strožije kriterijume.

Kao ključni parametri obično figurišu: likvidnost u toku veka projekta, neto sadašnja vrednost i interna stopa rentabilnosti. Projekat je finansijski prihvatljiv za realizaciju, ako svi parametri imaju poželjne vrednosti.

Statički parametri

| Parametar | Izvor podataka | Kriterijumi za pozitivnu ocenu |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|
| Likvidnost | Neto primici po kumulativu finansijskog toka u svim godinama | > 0 |
| Ekonomičnost | Prosečna godišnja neto dobit/prosečni godišnji prihodi (po bilansu uspeha) | Minimalno 0,15 |
| Akumulativnost | Prosečna godišnja neto dobit / investicija | Minimalno 0,15 |
| PB-Vreme povrata prosto ¹ | Ekonomski tok | Manje od veka projekta |

¹ PB - Vreme povrata ulaganja prosto (engl. *Pay-Back-Period method*) je vreme potrebno za povrat uloženih sredstava u dugoročnim projektima. Prednost ove metode je što na lak način pokazuje brzinu povrata uloženih sredstava, a mana što ne uzima u obzir vremensku dimenziju novca.

Dinamički parametri

| Parametar | Izvor podataka | Kriterijumi za pozitivnu ocenu |
|-----------------------------------|------------------------------|---|
| NPV - Neto sadašnja vrednost | Neto primici ekonomskog toka | > 0 |
| IRR - Interna stopa rentabilnosti | Neto primici ekonomskog toka | Najmanje dva puta veća od diskontne stope |

Napomena:

NPV– Neto sadašnja vrednost (engl. *Net Present Value*) predstavlja zbir diskontovanih neto primitaka ekonomskog toka projekta. Da bi projekat bio prihvatljiv, neto sadašnja vrednost projekta mora biti veća od nule odnosno da pozitivni efekti nadmašuju troškove ulaganja. Naravno, prednost ima investicija koja će ostvariti veću neto sadašnju vrednost.

IRR– Interna stopa rentabilnosti (engl. *Project IRR– Internal Rate of Return*) je ona diskontna stopa koja zbir diskontovanih neto primitaka ekonomskog toka projekta izjednačava sa sadašnjom vrednosti investicije. U ekonomskom smislu pruža informaciju o maksimalno prihvatljivoj prosečnoj godišnjoj kamatnoj stopi na ukupne izvore finansiranja. Diskontna stopa se proračunava kao srednja ponderisana vrednost kamata na ukupne izvore finansiranja projekta.

5. POSTUPAK REALIZACIJE POSTROJENJA

Postupak realizacije postrojenja treba da se sprovodi u skladu sa: Zakonom o planiranju i izgradnji (Sl. glasnik RS, br. 72/2009), Zakonom o energetici (Sl. glasnik RS, br. 57/2011, 80/2011 – ispr. i 93/2012), a za javna privredna društva i ustanove i Zakonom o javnim nabavkama (Sl. glasnik RS, br 116/2008), koji definišu sadržaj i tok tehničke dokumentacije, kao i potrebne dozvole, dokumentaciju za dozvole i tok dobijanja dozvola.

Tok realizacije tehničke dokumentacije

Za gradnju ovakvog postrojenja potrebna je brojna dokumentacija, a nadalje je navedena najznačajnija:

- Prethodni radovi (zapisnik o prethodnim radovima).
- Prethodna studija opravdanosti, koja sadrži generalni projekat.
- Studija opravdanosti, koja sadrži idejni projekat.
- Glavni projekat.
- Izvođački projekat.
- Projekat izvedenog stanja.

Nadalje prikazan opis baziran je na navedenim zakonima.

Prethodni radovi podrazumevaju sve aktivnosti koje su usmerene ka pripremanju podloga za izradu prethodne studije opravdanosti i studije opravdanosti. Ova aktivnost sprovodi se samo za velike investicije, definisano čl. 133 Zakona o planiranju i izgradnji.

Prethodna studija opravdanosti ima za cilj da se sagleda tehnička, finansijska i opštedruštvena izvodljivost i opravdanost investicije. Prema Zakonu o planiranju i izgradnji, čl. 113 i 114, prethodnom studijom opravdanosti utvrđuje se naročito prostorna, ekološka, društvena, finansijska, tržišna i ekonomska opravdanost investicije za varijantna rešenja definisana generalnim projektom, na osnovu kojih se donosi planski dokument, kao i odluka o opravdanosti ulaganja u prethodne radove za idejni projekat i izradu studije opravdanosti. Prema čl. 117 istog Zakona, **generalni projekat** sadrži naročito podatke o makrolokaciji objekta, dispoziciji objekta, tehničko-tehnološkoj koncepciji objekta, načinu obezbeđenja infrastrukture, mogućim varijantama prostornih i tehničkih rešenja sa stovišta uklapanja u prostor, prirodnim uslovima, proceni uticaja na životnu sredinu, inženjersko geološkim-geotehničkim karakteristikama terena sa aspekta utvrđivanja generalne koncepcije i opravdanosti izgradnje objekta, istražnim radovima, za izradu idejnog projekta, zaštiti prirodnih i nepokretnih kulturnih dobara, funkcionalnosti i racionalnosti rešenja. Tek ukoliko je ovom studijom potvrđena opravdanost ulaganja nastavlja se sa daljnim aktivnostima.

Studija opravdanosti po sadržaju je ista kao i prethodna, ali se sada detaljnije i preciznije definišu svi elementi potrebni za ocenjivanje. To zahteva više rada i sredstava, pa se sprovodi tek nakon potvrde opravdanosti ulaganja zaključene u prethodnoj studiji opravdanosti. Ova studija sadrži idejni projekat, koji je znatno preciznije i detaljnije razrađen nego generalni. Pored toga, to je dokument potreban za ishodovanje lokacijske dozvole. Prema čl. 118 istog Zakona, **idejni projekat** sadrži situaciono rešenje i podatke o: makro lokaciji objekta, funkcionalnim, konstruktivnim i oblikovnim karakteristikama objekta, tehničko-tehnološkim i eksploatacionim karakteristikama objekta, inženjersko-geološkim-geotehničkim karakteristikama terena i tla sa preliminarnim proračunom stabilnosti i sigurnosti objekta, rešenju temelja objekta, tehničko-tehnološkim i organizacionim elementima građenja objekta, merama za sprečavanje ili smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu,

idejnom rešenju infrastrukture, uporednoj analizi varijantnih tehničkih rešenja sa stanovišta svojstva tla, funkcionalnosti, stabilnosti, proceni uticaja na životnu sredinu, prirodnim i nepokretnim kulturnim dobrima, racionalnosti izgradnje i eksploatacije, visini troškova izgradnje, transporta, održavanja, obezbeđenja energije i drugih troškova.

Glavni projekat je detaljan projekat koji opisuje tehnološki postupak, tehničke sadržaje i drugo, a na osnovu njega se izvode radovi. Sadržaj je definisan u čl. 119 Zakona o planiranju i izgradnji. Na osnovu njega dobija se građevinska dozvola. Ukoliko nije dovoljno detaljno razrađen izrađuje se **izvođački projekat**.

Projekat izvedenog stanja izrađuje se u slučaju da je pri realizaciji došlo do izmena u odnosu da glavni, odnosno izvođački projekat. On je osnova za pribavljanje upotrebne dozvole, korišćenja i održavanja postrojenja.

Napomena:

Tehničku dokumentaciju prema navedenim zakonima, može da radi privredno društvo, odnosno drugo pravno lice koje je upisano u odgovarajući registar za poslove obavljanja delatnosti projektovanja i inženjeringa i koji ispunjava uslove u pogledu stručnog kadra. Sadržaj ove dokumentacije definisan je Zakonom o planiranju i izgradnji.

Tok ishodovanja dozvola

Za gradnju energetskih postrojenja potrebne su brojne dozvole i druga dokumenta. Ona su detaljno opisana u publikaciji *Studija o proceni ukupnih potencijala i mogućnostima proizvodnje i korišćenja biogasa na teritoriji AP Vojvodine*, koja je dostupna na sajtu Pokrajinskog sekretarijata za eneogetiku i mineralne sirovine, kao i u publikaciji *Izgradnja postrojenja i proizvodnja električne/toplotne energije iz biomase u Republici Srbiji - Vodič za investitore* (Lepotić Kovačević i dr, 2010). Ovde će biti razmatrane samo najznačajnije dozvole za realizaciju postrojenja.

- Lokacijska dozvola.
- Energetska dozvola, za objekte za snage 1 MW i više.
- Građevinska dozvola.
- Upotrebna dozvola.
- Licence za obavljanje delatnosti proizvodnje električne energije, u skladu sa poglavljem 4 Zakona o energetici.
- Rešenje o sticanju statusa povlašćenog proizvođača, u skladu sa Uredbom o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije i kriterijumima za ocenu ispunjenosti tih uslova (Anonim, 2009c).
- Ugovor o otkupu električne energije primenom *feed-in* tarife, u skladu sa Uredbom o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije (Anonim, 2009d).

Napomena:

Potrebna dokumentacija za dobijanje lokacijske, građevinske i upotrebne dozvole propisana je Zakonom o planiranju i izgradnji, a za dobijanje energetske dozvole i statusa povlašćenog proizvođača propisana je Zakonom o energetici i odgovarajućim podzakonskim aktima, uredbama.

Pri realizaciji postrojenja značajno mesto zauzimaju aktivnosti na zatvaranju finansijske konstrukcije, a u postupak su ubačene i aktivnosti na izradi tendera, koji su obavezni za javna privredna društva i javne ustanove.

U praksi, naročito kod manjih postrojenja, prikazani postupak se značajno redukuje, dozvole je moguće dobiti i bez analiza opravdanosti ulaganja, a posledice mogu biti štetne samo za investitora, jer se kreditori uvek dobro obezbede garancijama

5.1 Predlog postupka realizacije postrojenja sa dijagramom toka

Cilj svakog investitora je da od postrojenja u koje je uložio ostvari što veći profit. Put do toga nije jednostavan, a na samom početku, kada postoji samo ideja, on je i neizvestan. Tek kada postoje izvesni pokazatelji o opravdanosti ulaganja može da se krene u realizaciju i ulaganje značajnih sredstava. Za svakog investitora je bolje da odustane od daljnjih aktivnosti, čak i ukoliko su pre toga uložena značajna sredstva i angažovanje ljudi, nego da finalizira neprofitabilnu investiciju. Nadalje izložen predlog realizacije baziran je na prethodno navedenom i na težnji da troškovi pre donošenja prelomnih odluka budu što niži. U navedenom predlogu poštovani su, u najvećoj mogućoj meri, relevantni zakoni, opisani u prethodnom potpoglavlju.

Aktivnosti treba započeti nekom vrstom prethodnih radova, koje investitor sprovodi sam, sa svojim timom, a poželjno je da angažuje stručno lice/lica, kao konsultante. Koristeći relevantnu literaturu, kao što je *Studija o proceni ukupnih potencijala i mogućnostima proizvodnje i korišćenja biogasa na teritoriji AP Vojvodine*, publikacija *Biogas tehnologija* (Martinov i dr, 2012), navode u poglavljima 2 i 3 ove publikacije, kao i druge izvore, potencijalni investitor sagledava najznačajnije elemente za odlučivanje o ulasku u investiciju. Definišu se potencijalni supstrati, tip i veličina postrojenja, mogućnosti plasmana električne i toplotne energije, povezivanje na javnu električnu mrežu, dobijanje dozvola, mogućnost obezbeđenja finansiranja i drugo. Tek ukoliko je opšta ocena pozitivna, odlučuje se za daljnje aktivnosti (opisano u potpoglavlju 3.6).

Predlaže se da se u nastavku aktivnosti obavezno koristi pomoć stručnih konsultanata. Okvirno se definiše projektni zadatak, pa izrađuje studija tehničke izvodljivosti, detaljno prikazana u poglavlju 3.6.1. Tehnologija proizvodnje i korišćenja biogasa brzo se menja, te treba odabrati konsultanta koji je prati. Poželjno je da se posete neka od postrojenja koja mogu da posluže kao uzor, u zemlji i/ili inostranstvu, te razgovara sa korisnicima. Kontaktiranje potencijalnih isporučioaca opreme takođe je poželjno. Oni bi trebalo da opišu tehnologiju i daju orijentacione cene. U ovim razgovorima posebno može da bude korisno prisustvo konsultanta, jer bi on trebalo da realno oceni argumente i ponude potencijalnih isporučioaca.

Sledi ocenjivanje opravdanosti ulaganja, uz primenu programskog alata **BiogasPRO** i uputstava datih u poglavlju 4. Ulaganja u ove aktivnosti svedena su na minimum, uz puno angažovanje vlastitih potencijala.

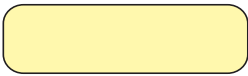

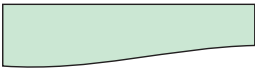
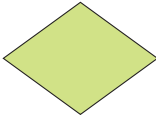
Ukoliko su pokazatelji pozitivni, rad se nastavlja izradom prethodne studije opravdanosti, sa generalnim projektom. Za ovaj deo angažuje se projektant. Prethodnim aktivnostima izrađene su kvalitetne podloge, te i cena usluga može da bude značajno niža. Ukoliko su rezultati negativni, odustaje se od daljnjeg rada. U suprotnom, izrađuje se detaljna studija izvodljivosti sa idejnim projektom. Idejni projekat je značajno skuplji, mada u slučaju dobre pripreme cena ove aktivnosti može da se snizi.

Ovakav predlog zasnovan je, kao što je navedeno, na težnji da se maksimalno snize troškovi do trenutka eventualnog odustajanja od gradnje biogas postrojenja. Na dijagramu toka prikazana su dva granična mesta, G1 i G2. Aktivnosti do nivoa G1 može da sprovede investitor sam, ili uz manju podršku stručnih lica, a do G2 je angažovanje stručnih konsultanata na višem nivou i praćeno višim troškovima. Nadalje je neophodno angažovanje projekatnata. U ovoj publikaciji obrađena je i priprema za izradu prethodne studije

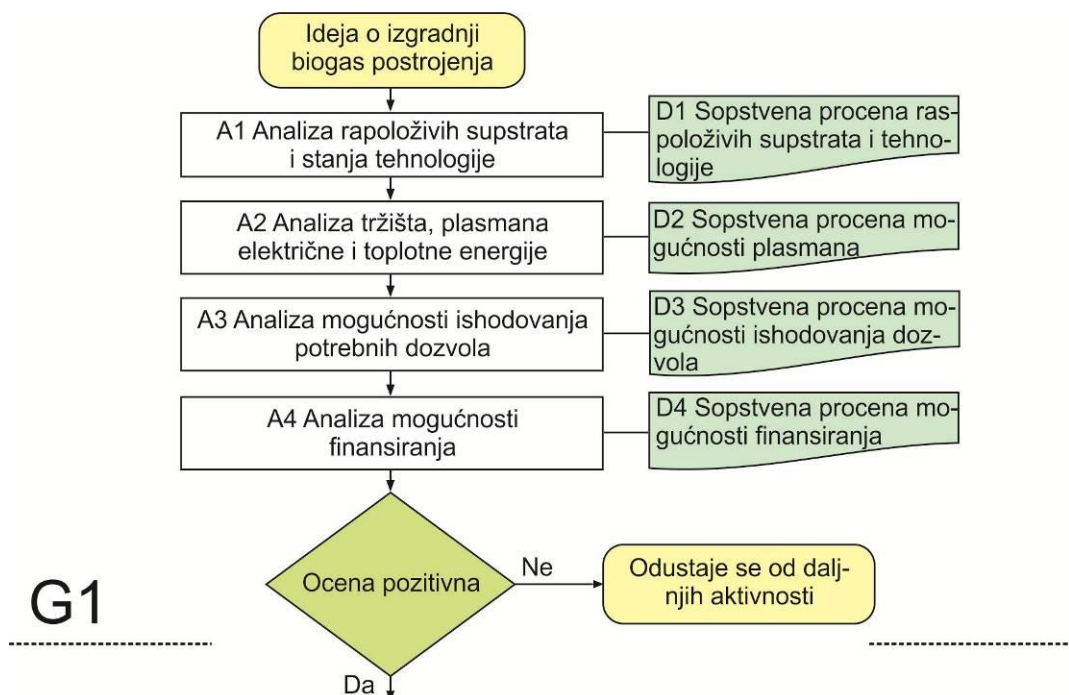
izvodljivosti, jer se daju sve osnove za njenu realizaciju, pa se odnosi na sve aktivnosti označene graničnim mestom G3.

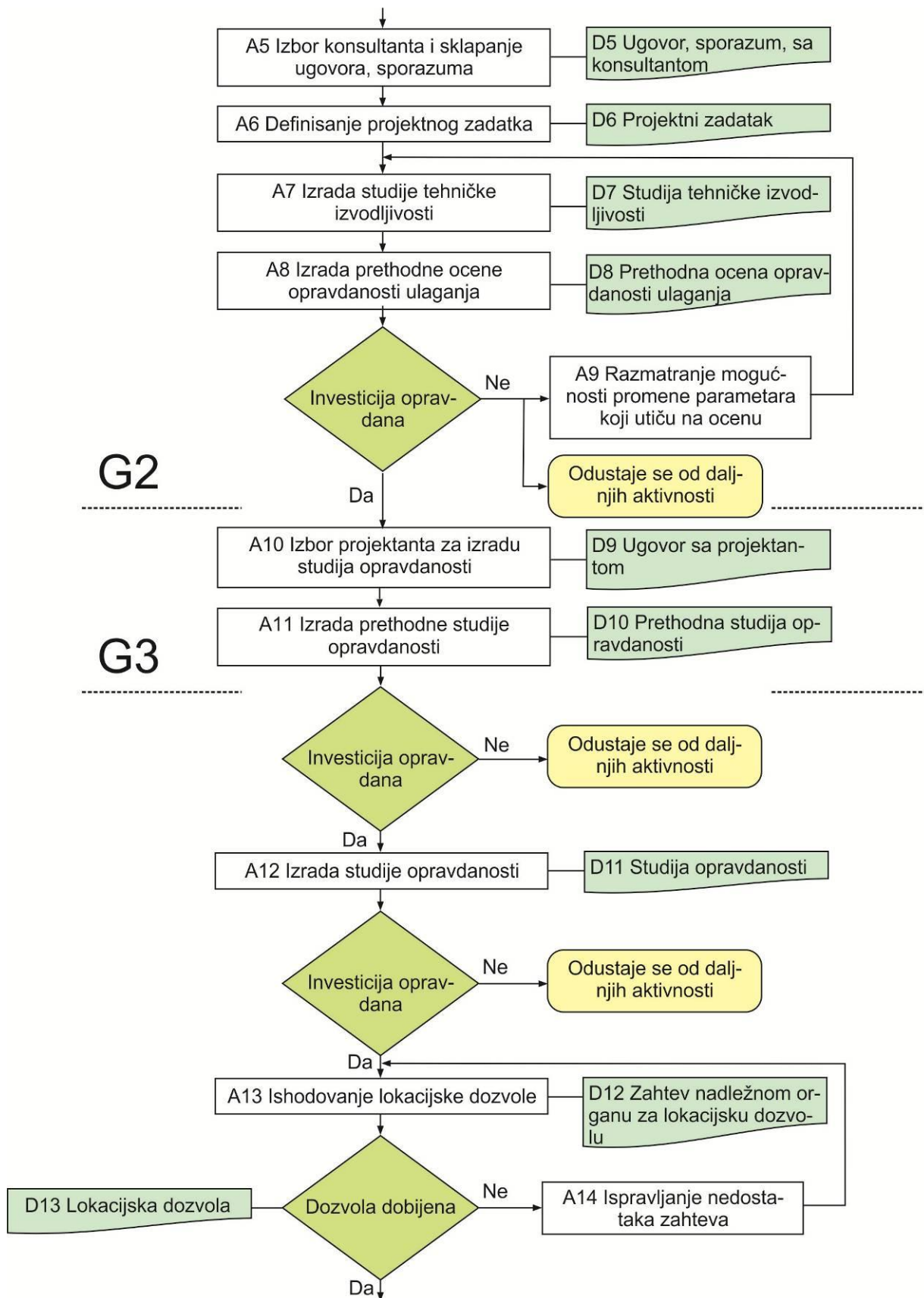
Prikazivanje aktivnosti i dokumentacije u dijagramu toka dobar je način da se sagleda postupak realizacije investicije, od ideje do početka rada. Ovakvi dijagrami prikazani su u prethodno navedenim publikacijama, a ovaj dijagram toka je dopunjen, te prilagođen zakonima koji su menjani i/ili dopunjavani. U tab. 5.1 prikazani su simboli koji su korišćeni u dijagramu toka.

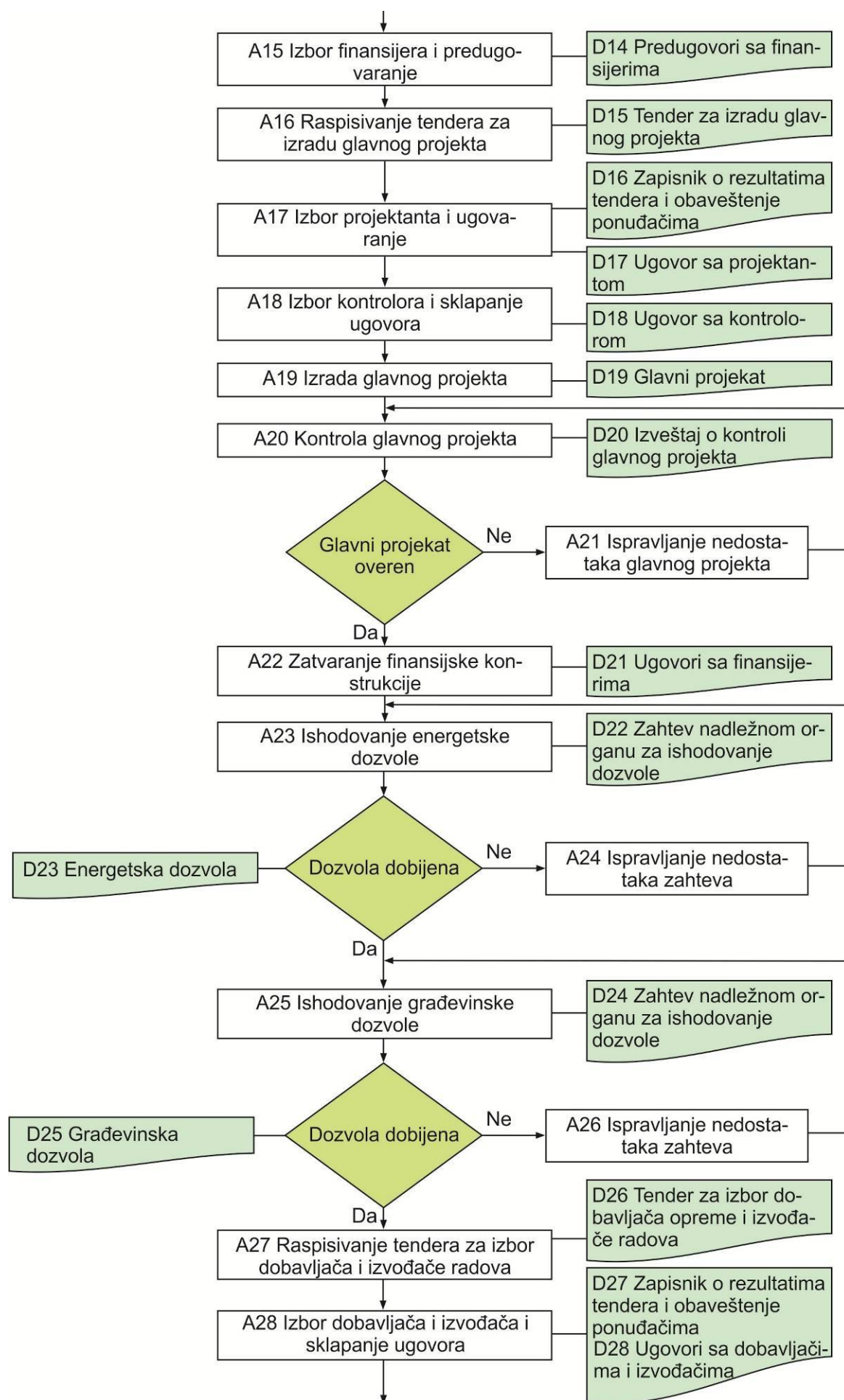
Tab. 5.1 Značenje simbola – polja korišćenih u dijagramu toka, prema SRPS A.F0.004

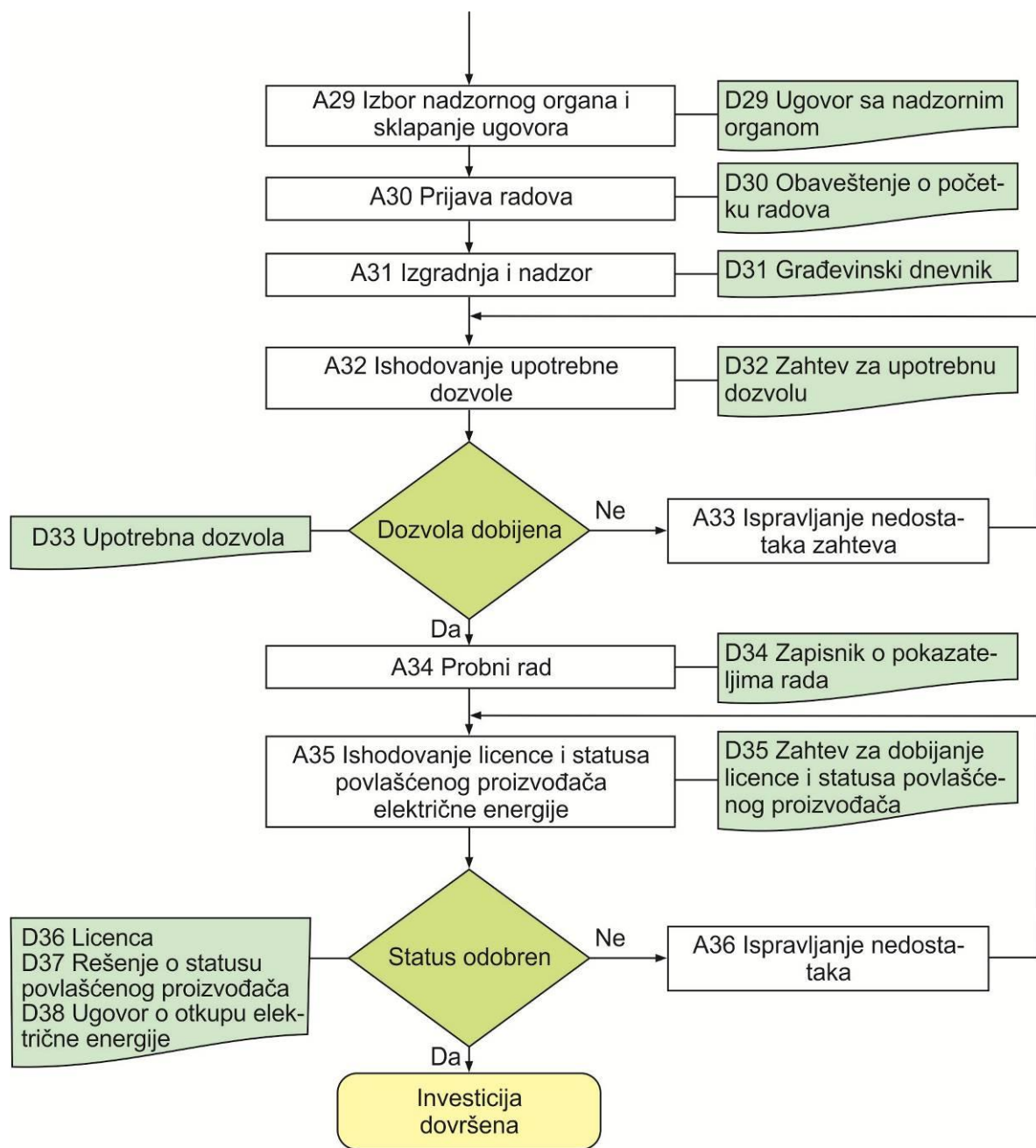
| Simbol, polje | Naziv i objašnjenje |
|---|---|
|  | Granično mesto Ovaj simbol predstavlja graničnu tačku, početak ili kraj aktivnosti. Na primer: početak gradnje, odustajanje i početak rada. |
|  | Operacija Ovaj simbol predstavlja svaku aktivnost koja se sprovodi. Na primer: izbor projektanta, ishodovanje dozvola itd. |
|  | Dokument Podrazumeva bilo koji potreban dokument za realizaciju objekta. To je, na primer, lokacijska dozvola, energetska dozvola itd. |
|  | Odluka Ovaj simbol označava mesto donošenja odluke. |

Dijagram toka









Tab. 5.2 Objašnjenja aktivnosti

| Aktivnosti | Opis, mesto opisivanja |
|--|--|
| A1 Analiza raspoloživih supstrata i stanja tehnologije | Sprovodi investitor, a poželjno je da mu pomaže stručni konsultant. Podloge su date u poglavljima 2 i 3. |
| A2 Analiza tržišta plasmana električne i toplotne energije | Sprovodi investitor, a poželjno je da mu pomaže stručni konsultant. Podloge su date u poglavljima 2 i 3. Poželjno je da se razmotri i mogućnost plasmana ostatka fermentacije, kao i ostvarenje drugih mogućih prihoda, opisano u poglavlju 4. |

| | |
|--|---|
| A3 Analiza mogućnosti Ishodovanja potrebnih dozvola | Sprovodi investitor, uz prethodno temeljno izučavanje Zakona o planiranju i izgradnji, Zakona o energetici, a ako je investitor javno privredno društvo ili ustanova i Zakona o javnim nabavkama. |
| A4 Analiza mogućnosti finansiranja | Sprovodi investitor. Razmatra moguće izvore finansiranja i sprovodi samoocenjivanje, te mogućnosti pribavljanja spoljnih finansijskih sredstava. Prikazano u poglavlju 4.5. |
| A5 Izbor konsultanta i sklapanje sporazuma, ugovora | Sprovodi investitor. Prednost treba dati konsultantu koji je specijalizovan za biogasna postrojenja i prati razvoj stanja tehnike. |
| A6 Definisane projektnog zadatka | Sprovodi investitor uz pomoć konsultanta. |
| A7 Izrada studije tehničke izvodljivosti | Prikazano u poglavlju 3. |
| A8 Izrada prethodne ocene opravdanosti ulaganja | Prikazano u poglavljima 4 i 6. |
| A9 Razmatranje mogućnosti promene parametara koji utiču na ocenu | Sprovode investitor i konsultant. |
| A10 Izbor projektanta za izradu studija opravdanosti | Sprovodi investitor, pomaže konsultant. |
| A11 Izrada prethodne studije opravdanosti | Sprovodi projektant. Sadržaj prethodne studije definisan je Zakonom o planiranju i izgradnji. |
| A12 Izrada studije opravdanosti | Sprovodi projektant. Sadržaj studije definisan je Zakonom o planiranju i izgradnji. |
| A13 Ishodovanje lokacijske dozvole | Sprovodi investitor. Potrebna dokumentacija definisana je Zakonom o planiranju i izgradnji. |
| A14 Ispravljanje nedostataka zahteva | Sprovode investitor i projektant. |
| A15 Izbor finansijera i predugovaranje | Sprovodi investitor. Podloge za nastup prema investitoru su prikazane u poglavlju 4.5. |
| A16 Raspisivanje tendera za izradu glavnog projekta | Ako je investitor javno preduzeće ili ustanova, tender se sprovodi prema Zakonu o javnim nabavka. Za privatne investitore tender nije obavezan. |
| A17 Izbor projektanta i ugovaranje | Sprovodi investitor prema najboljoj ponudi. Dužan je da o rezultatima tendera obavesti sve učesnike. |
| A18 Izbor kontrolora i sklapanje ugovora | Sprovodi investitor. Prema Zakonu o planiranju i izgradnji, kontrolor je takođe projektant, ali ne može biti onaj koji je radio glavni projekat. |
| A19 Izrada glavnog projekta | Sprovodi izabrani projektant. Sadržaj definisan Zakonom o planiranju i izgradnji. |
| A20 Kontrola glavnog projekta | Sprovodi izabrani kontrolor, prema Zakonu o planiranju i izgradnji. |
| A21 Ispravljanje nedostataka glavnog projekta | Sprovodi projektant glavnog projekta. |
| A22 Zatvaranje finansijske konstrukcije | Sprovodi investitor. |
| A23 Ishodovanje energetske dozvole | Sprovodi investitor. Sadržaj zahteva definisan je Zakonom o planiranju i izgradnji i Zakonom o energetici. |

| | |
|---|--|
| A24 Ispravljanje nedostataka zahteva | Sprovode investitor i projektant. |
| A25 Ishodovanje građevinske dozvole | Sprovodi investitor. Sadržaj zahteva definisan je Zakonom o planiranju i izgradnji. |
| A26 Ispravljanje nedostataka zahteva | Sprovodi investitor, po potrebi i uz angažovanje projektanta. |
| A27 Raspisivanje tendera za izbor dobavljača i izvođača radova | Ukoliko je investitor javno preduzeće ili ustanova, tender se sprovodi prema Zakonu o javnim nabavkama. Za druge investitore tender nije obavezan. |
| A28 Izbor dobavljača i izvođača i sklapanje ugovora | Sprovodi investitor prema najboljoj ponudi. Prema Zakonu o planiranju i izgradnji, dužan je da o rezultatima tendera obavesti sve učesnike. |
| A29 Izbor nadzornog organa i sklapanje ugovora | Sprovodi investitor, a prema Zakonu o planiranju i izgradnji. |
| A30 Prijava radova | Sprovodi investitor. Potrebna dokumentacija definisana je Zakonom o planiranju i izgradnji. |
| A31 Izgradnja i nadzor | Tokom izgradnje, izvođač radova vodi knjigu radova, a nadzorni organ overava situacije. |
| A32 Ishodovanje upotrebne dozvole | Sprovodi investitor. Potrebna dokumentacija definisana je Zakonom o planiranju i izgradnji. |
| A33 Ispravljanje nedostataka zahteva | Sprovode izvođač radova i isporučilac opreme. |
| A34 Probni rad | Probim radom dokazuje se kapacitet i kvalitet postrojenja – stepen iskorišćenja, energetska efikasnost. |
| A35 Ishodovanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije | Sprovodi investitor. Potrebna dokumentacija definisana je Zakonom o energetici. |
| A36 Ispravljanje nedostataka | Sprovodi investitor, po potrebi i uz angažovanje projektanta, dobavljača opreme i izvođača radova. |

Tab. 5.3 Dokumentacija potrebna za realizaciju postrojenja

| Dokument | Objašnjenje |
|---|--|
| D1 Sopstvena procena raspoloživih supstrata i tehnologije | Poglavlja 2 i 3. |
| D2 Sopstvena procena mogućnosti plasmana | Poglavlje 4. |
| D3 Sopstvena procena mogućnosti ishodovanja dozvola | Kontakti sa nadležnim organom. |
| D4 Sopstvena procena mogućnosti izvora finansiranja | Poglavlje 4.5 i kontakti sa saulagačima, bankama, fondovima i drugo. |
| D5 Ugovor, sporazum sa konsultantom | - |
| D6 Projektni zadatak | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D7 Studija tehničke izvodljivosti | Nije propisana zakonima, ali se preporučuje. |
| D8 Prethodna ocena opravdanosti ulaganja | Nije propisana zakonima, ali se preporučuje. |
| D9 Ugovor sa projektantom | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D10 Prethodna studija opravdanosti | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D11 Studija opravdanosti | Zakon o planiranju i izgradnji. |

| | |
|---|---|
| D12 Zahtev nadležnom organu za lokacijsku dozvolu | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D13 Lokacijska dozvola | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D14 Predugovor sa finansijerima | - |
| D15 Tender za izradu glavnog projekta | Zakon o javnim nabavkama. |
| D16 Zapisnik o rezultatima tendera i obaveštenje ponuđačima | Zakon o javnim nabavkama. |
| D17 Ugovor sa projektantom | - |
| D18 Ugovor sa kontrolorom | - |
| D19 Glavni projekat | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D20 Izveštaj o kontroli glavnog projekta | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D21 Ugovori sa finansijerima | - |
| D22 Zahtev nadležnom organu za ishodovanje energetske dozvole | Zakon o energetici. |
| D23 Energetska dozvola | Zakon o energetici. |
| D24 Zahtev nadležnom organu za ishodovanje građevinske dozvole | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D25 Građevinska dozvola | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D26 Tender za izbor dobavljača opreme i izvođače radova | Zakon o javnim nabavkama. |
| D27 Zapisnik o rezultatima tendera i obaveštenje ponuđačima | Zakon o javnim nabavkama. |
| D28 Ugovori sa dobavljačima i izvođačima | - |
| D29 Ugovor sa nadzornim organom | - |
| D30 Obaveštenje o početku radova | Zakon o planiranju i izgradnji. U prijavi se mora navesti i rok završetka radova. |
| D31 Građevinski dnevnik | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D32 Zahtev za upotrebnu dozvolu | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D33 Upotrebna dozvola | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D34 Zapisnik o pokazateljima rada postrojenja | Zakon o planiranju i izgradnji. |
| D35 Zahtev za dobijanje licence i statusa povlašćenog proizvođača | Zakon o energetici. |
| D36 Licenca | Zakon o energetici. |
| D37 Rešenje o statusu povlašćenog proizvođača | Zakon o energetici. |
| D38 Ugovor o otkupu električne energije | Zakon o energetici. |

6. PROGRAMSKI ALAT ZA OCENU OPRAVDANOSTI ULAGANJA

Razvijeni programski alat **BiogasPro** služi za ocenu opravdanosti ulaganja u biogas postrojenja. Sprovedenju ocene opravdanosti ulaganja, kao što je navedeno u prethodnim poglavljima, prethodi izrada studije tehničke izvodljivosti. Ukoliko se sprovodi prethodna ocena opravdanosti ulaganja, koriste se uputstva navedena u poglavlju 4, a podloge za ocenu opravdanosti ulaganja baziraju se na podacima navedenim u idejnom projektu. U nekim slučajevima sprovodi se i (konačna) ocena opravdanosti ulaganja, koja se bazira na podacima sadržanim u glavnom projektu.

6.1 Opis alata

Urađen je u *Excel*-u, u formi *template*, što znači da se otvaranjem programa uvek formira novi fajl, tako da je originalni program sačuvan u slučaju pogrešnog, odnosno ne-namernog brisanja polja, odnosno delova kolona ili redova. Dodatna sigurnost za očuvanje otvorenog fajla je i blokada polja za unos podataka ili brisanje tekstova koji su u neoboje-nim poljima. Time je omogućeno da program koriste i osobe koje nemaju iskustvo u korišćenju *Excel*-a. Korišćenja je verzija programa *Excel* 2003, jer je na raspolaganju najvećem broju potencijalnih korisnika. Novije verzije *Excel*-a prihvataju ovde korišćenu bez izmena.

Korisnik popunjava samo obojena polja, a na drugima ne može da interveniše. **Plava polja** odnose se na podatke o investitoru i investicionoj nameri, tj. na projektni zadatak, količinu i nabavne cene supstrata, prodajne cene proizvoda, kao i zarade zaposlenih, a definiše ih investitor. **Žuta polja** popunjavaju se na osnovu studije tehničke izvodljivosti, za koju se preporučuje da se uradi u saradnji sa stručnim konsultantom.

Nakon popune plavih i žutih polja, programski alat **BiogasPro** automatski sačinjava finansijske projekcije, ocenjuje opravdanost ulaganja sa finansijskog aspekta i formatira dokument za štampu.

S obzirom da se postrojenje u finansijskoj analizi posmatra kao posebna profitna celina, u prihodima figurišu svi prihodi i rashodi koji su posledica investicije, što znači, realna tržišna vrednost svih proizvoda, kao i ostale stavke koje donose prihod postrojenju (na primer prihodi po osnovu zbrinjavanja otpada i drugo).

Treba napomenuti da je programom predviđeno da se obnova osnovnih sredstava sa kraćim vekom trajanja od veka projekta finansira iz akumulacije projekta.

Prednost upotrebe programskog alata **BiogasPro** je što pomaže investitoru da ne izostavi bitne podatke koji utiču na ocenu opravdanosti ulaganja, kao što su: vrednost investicije, trajnost osnovnih sredstava, izvori finansiranja i uslovi kredita, troškovi u radu postrojenja, prodajne cene i kriterijumi opravdanosti ulaganja, kao i *količina toplotne energije koja može da se plasira*, s obzirom da to može da ima najveći uticaj na opravdanost ulaganja u ovakvo postrojenje.

6.2 Uputstvo za korišćenje

Nadalje je opisan postupak popunjavanja podataka u programski alat **BiogasPro**. U cilju olakšavanja popune i korišćenja programa, može da se kao uzor koristi primer prikazan u Prilogu 3.

Najpre se upisuju skraćeni naziv, pravni status, sedište investitora i lokacija investicije:

INVESTITOR

LOKACIJA
INVESTICIJE

Sledi upisivanje naziva studije:

Upisuje se, na primer, IZGRADNJA BIOGAS POSTROJENJA SNAGE 1 MW_e.

Sledi unos datuma izrade studije:

Datum

Sledi unos valute i aktuelni kurs:

| | |
|--------------|----------------------|
| Valuta | <input type="text"/> |
| RSD / €..... | <input type="text"/> |

Sledi unos podataka u polje **1. Izvod iz studije tehničke izvodljivosti**, videti primer u Prilogu 3.

Upisuju se podaci koji su elaborirani u studiji tehničke izvodljivosti. Na primer:

- Vrsta, tip i proizvođač tehnologije.
- Instalirana snaga postrojenja.
- Osnovne karakteristike građevina i opreme (fermentora, silosa, skladišta gasa, motor-generatora itd), sa vekom trajanja i predmerom radova i opreme, uključujući i obuku kadrova.
- Potrebni priključci na spoljnu infrastrukturu, sa predmerom radova i opreme.
- Dinamika realizacije.
- Godišnja proizvodnja biogasa.
- Godišnja proizvodnja električne energije i toplotne energije.
- Potrebni energenti za rad postrojenja i ostali potrošni materijal.
- Troškovi održavanja.

- Broj zaposlenih, kadrovska struktura i drugo.
Sledi unos veka projekta u polje **2. Vek projekta**, videti poglavlje 4.1.

| | |
|--|--------|
| | godina |
|--|--------|

Sledi popuna plavih i žutih polja u tabeli **3. Troškovi investicije**, a prema uputstvima datim u poglavlju 4.1.

| Stavka | | Vek trajanja (god) | Iznos |
|-------------------------------|-------------|--------------------|-------|
| Plac | Kupovina | | |
| | Zakup 1 god | | |
| Infrastruktura | | | |
| Građevinski radovi | | | |
| Oprema | | | |
| Nematerijalna ulaganja | | | |
| Troškovi za start proizvodnje | | | |
| Trajna obrtna sredstva | | | |
| Bankarski troškovi kredita | | | |
| UKUPNO | | | |

Sledi popuna žutog polja u tabeli **4. Dinamika realizacije**.

| | |
|--|---|
| | meseci od zatvaranja finansijske konstrukcije |
|--|---|

Sledi popuna plavih i žutih polja u tabeli **5. Plan prihoda**, videti poglavlje 4.4.

| Vrsta prihoda | Jed. mere | God. količina | | Jed. cena | Ukupno |
|----------------------|-----------|---------------|----------------------------|-----------|--------|
| | | Nominalna | Procenjena iskorišćenost t | | |
| Električna energija | MWh | | | | |
| Toplotna energija * | MWh | | | | |
| Ostatak fermentacije | t | | | | |
| Zbrinjavanje otpada | - | | | | |
| Ostali prihodi | | | | | |
| UKUPNO | | | | | |

U žutu kolonu *Nominalna* unose se količine proizvoda koje ostvaruje primenjena tehnologija, a u kolonu *Procenjena iskorišćenost* realna procena iskorišćenja, pri čemu posebnu pažnju treba obratiti na iskorišćenje toplotne energije.

Ukoliko u prethodnim razmatranjima investitor još uvek nema definisan/dogovoren plasman toplotne energije, u kolonu *Procenjena iskorišćenost* može da se upiše ista vrednost koja je i u koloni *Nominalna*, jer **Biogas/Pro** u senzitivnoj analizi ocenjuje efekte investicije u scenarijima smanjenja plasmata toplotne energije.

Treba napomenuti da se u kolonu *Procenjena iskorišćenost* obično upisuje celokupna proizvedena električna energija unesena u kolonu *Nominalna*, jer se za potrebe postrojenja preuzima iz javne mreže, a njen iznos upisuje se u tabelu *Ostali operativni troškovi*.

Ostatak fermentacije koji može da se plasira, procenjuje se na osnovu uputstava u poglavlju 4.4. Objašnjenje za popunjavanje polja *Zbrinjavanje otpada* i *Ostali prihodi* sadržano je u istom poglavlju.

Sledi popuna plavih polja u tabeli **6. Troškovi supstrata**, videti poglavlje 4.2.

| Vrsta supstrata | God.količina (t) | Jed. cena | God. iznos |
|-----------------|------------------|-----------|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| UKUPNO | | | |

Sledi popuna plavih i žutih polja u tabeli **7. Ostali operativni troškovi i amortizacija**, videti poglavlje 4.3.

Amortizaciju proračunava programski alat, na osnovu vrednosti osnovnih sredstava i veka trajanja projekta.

| Stavka | Godišnji iznos |
|--------------------------------|----------------|
| Zakup placa | |
| Troškovi održavanja | |
| Energenti i potrošni materijal | |
| Zarade zaposlenih | |
| Osiguranje i ostali troškovi | |
| Amortizacija | |
| UKUPNO | |

Sledi popuna plavih polja u tabeli **8. Troškovi finansiranja - Izvori finansiranja**. Za realnu procenu mogućeg iznosa kredita videti poglavlje 4, u kojem je objašnjeno kako se može samooceniti kreditna sposobnost. Obratiti pažnju da u koloni % u redu *Ukupno* zbir mora biti 100%!

Izvori finansiranja

| Stavka | Iznos | % |
|--------------------|-------|---|
| Sopstvena sredstva | | |
| Sredstva saulagača | | |
| Podsticaji | | |
| Kredit | | |
| UKUPNO | | |

Sledi popuna plavih polja u tabeli **8. Troškovi finansiranja - Uslovi kredita**. Ukoliko je planiran kredit, programski alat **BiogasPro** omogućuje da se pre odlaska u banku proveri kako će obaveze po kreditu uticati na finansijske efekte investicije, pri čemu se upisuju godišnja kamata, rok otplate (max. 10 godina) i grejs period (0 ili 1 godina), sa kvartalnim otplatama i metodom jednakih otplata glavnice.

Na osnovu unetih podataka program će proračunati obaveze po kreditu.
Uslovi kredita i plan otplate (pre odlaska kod potencijalnog kreditora)

Uslovi kredita

| | |
|--------------------------------|--|
| Kamatna stopa (godišnja) | |
| Rok otplate (godina) | |
| Grejs period (godina) | |
| Otplata kvartalna | |
| Metod jednake otplate glavnice | |
| Bankarski troškovi kredita (%) | |

Ukoliko je pribavljena konkretna ponuda kreditora, gornja plava polja treba ostaviti prazna, a u naredne tabele treba uneti tekst i vrednosti iz ponude:

Uslovi kredita i plan otplate (ponuda kreditora)

Uslovi kredita

| | |
|--------------------------------|--|
| Kamatna stopa (godišnja) | |
| Rok otplate | |
| Grejs period | |
| Otplata | |
| Metod | |
| Bankarski troškovi kredita (%) | |

Plan otplate po godinama

| Stavka | Ukupno | Godina | | | | | |
|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | | 1 god | 2 god | 3 god | 4 god | 5 god | god |
| Kamata | 0 | | | | | | |
| Otplata | 0 | | | | | | |
| Ukupno | 0 | | | | | | |

Sledi popuna plavog polja u tabeli **9. Bilans uspeha**. Popunjava se samo polje o iznosu poreza na dobit, koji je u Srbiji na dan izrade ove studije 10 %. Ukoliko dođe do povećanja, treba upisati aktuelni iznos.

| Stavka | 1 god | 2 god | god |
|-------------------------|---------|-------|----------|
| PRIHODI | | | |
| RASHODI | | | |
| Troškovi supstrata | | | |
| Ostali poslovni rashodi | | | |
| Kamate kredita | | | |
| BRUTO DOBIT | | | |
| Porez | 10,00 % | | |
| NETO DOBIT | | | |

Sledi popuna plavih polja u tabeli **12. Finansijski efekti i ocena projekta**. Videti poglavlje 4.6.

U plavim poljima su prikazane uobičajene poželjne vrednosti, a investitor može definisati blaže ili strožije vrednosti.

Projekat je finansijski prihvatljiv za realizaciju, ako svi parametri imaju poželjne vrednosti (program u kolonu *Odgovara* automatski upisuje DA ili NE).

Ukoliko u nekim godinama nije ostvarena likvidnost (posmatraju se neto prilivi u kumulativu finansijskog toka), a ipak se želi realizacija projekta jer su ostali parametri prihvatljivi, znači da u tim godinama treba obezbediti dodatna spoljna sredstva za likvidnost projekta.

| Parametar ocene | Ostvareno | | Poželjno | Odgovara |
|--|-------------|---|----------|----------|
| Vrednost investicije | 5.672.667 | | | |
| Godišnji prihod | € 2.016.000 | | | |
| Prosečna god. neto dobit | € 299.384 | | | |
| Ekonomičnost (neto dobit / prihodi) | 14,85% | > | 15 % | NE |
| Akumulativnost (neto dobit / investicija) | 5,28% | > | 10,0 % | NE |
| Likvidnost po kumulativu finansijskog toka | DA | | DA | DA |
| NPV-Neto sadašnja vrednost | € 3.910.550 | > | 0 | DA |
| IRR-Interna stopa rentabilnosti | 14,90% | > | 10,2% | DA |
| Vreme povrata ulaganja prosto (godina) | 11 | < | 12 | DA |

Sledi popuna plavih polja u tabeli **13. Senzitivna analiza**. Videti poglavlje 4.6. Program u *default*-u preporučuje unete procenete, koji važe ako je procenjena količina iskorišćene toplotne energije jednaka maksimalnoj, a ako nije, tj. ako je manja, u plava polja treba uneti manje procenete iskorišćenosti od procenjenog u tabeli *Prihodi*, koji je prenet u kolonu *Po projektu*, ali se mogu uneti i veći procenti ukoliko se žele videti maksimalni efekti investicije koje omogućuje izabrana tehnologija.

| Parametar ocene | Iskorišćenje toplotne energije | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------|-----|-----|----|
| | Po projektu | Senzitivna analiza | | | |
| | 100% | 75% | 50% | 25% | 0% |
| Godišnji prihod | € | | | | |
| Prosečna god.neto dobit | € | | | | |
| Ekonomičnost (neto dobit / prihodi) | | | | | |
| Akumulativnost (neto dobit / investicija) | | | | | |
| Likvidnost po kumulativu finansijskog toka | | | | | |
| NPV-Neto sadašnja vrednost | € | | | | |
| IRR-Interna stopa rentabilnosti | | | | | |
| Vreme povrata ulaganja prosto (godina) | | | | | |

Time je završen unos podataka u programski alat **BiogasPro**. Na osnovu unetih podataka, **BiogasPro** automatski će sačiniti finansijske projekcije, oceniti opravdanost ulaganja sa finansijskog aspekta i formatirati dokument za štampu.

LITERATURA

1. Al Seadi Teodorita, Rutz D, Prassl H, Köttner M, Finsterwalder T, Volk S, Janssen R. 2008. Biogas Handbook. Al Seadi Teodorita (ed). University of Southern Denmark, Esbjerg, Danska.
2. Aurbacher J, Bull I, Formowitz B, Gurgel A, Heiermann M, Heilmann H, Herrmann C, Idler C, Jänicke H, Kornatz P, Michel V, Peters J, Vollrath B, Willms M. 2012. Energiepflanzen für Biogasanlagen – Mecklenburg-Vorpommern. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow.
3. Bachmaier H, Ebertseder F, Effenberger M, Kissel R, Rivera-Gracia Eunice, Gronauer A. 2011. Wissenschaftliche Begleitung der Pilotbetriebe zur Biogasproduktion in Bayern (Fortsetzung 2008-2010). Abschlussbericht- Projekt im Auftrag des Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising.
4. Burton H, Turner C. 2003. Manure management: Treatment strategies for sustainable agriculture. Silsoe Research Institute, Bedford.
5. Crolla A, Kinsley C, Pattey E, Thiam A. 2011. Environmental impacts from land application of digestate. Ontario Rural Wastewater Centre, Université de Guelph-Campus d'Alfred, Alfred, Canada.
6. Effenberger M, Bachmaier H, Kränsel Eunice, Lehner A, Gronauer A. 2009b. Wissenschaftliche Begleitung der Pilotbetriebe zur Biogasproduktion in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising.
7. Effenberger M, Bachmaier H, Kränsel Eunice, Lehner A, Gronauer A. 2010. Wissenschaftliche Begleitung der Pilotbetriebe zur Biogasproduktion in Bayern. Abschlussbericht- Projekt im Auftrag des Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising.
8. Karamarković V, Matejić Maja, Brdarević Ljiljana, Stamenić Mirjana, Ramić Biljana. 2008. Uputstvo za pripremu projekata u oblasti energetske efikasnosti u opštinama. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, Beograd.
9. Konrad M, Naser S, Scheiber Ph. 2010. Verteiltechnik zur Gärrestaubsbringung – wirtschaftliche und umweltgerechte Lösungen. Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V, Freising.
10. Kratzeisen M, Starcevic N, Martinov M, Maurer Claudia, Müller J. 2010. Applicability of biogas digestate as solid fuel. *Fuel* 89(2010): 2544-2548.
11. Lepotić Kovačević Branislava, Stojiljković Dragoslava, Lazarević B. 2010. Izgradnja postrojenja i proizvodnja električne/toplotne energije iz biomase u Republici Srbiji - Vodič za investitore. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, Beograd (www.mre.gov.rs, aprila 2011).
12. Lukehurst CT, Frost P, Al Seadi Teodorita. 2010. Utilisation of digestate from biogas plants as biofertiliser. International Energy Agency, Paris.
13. Martinov M, Đatkov Đ. i dr. 2011. Studija o proceni ukupnih potencijala i mogućnostima proizvodnje i korišćenja biogasa na teritoriji AP Vojvodine. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
14. Martinov M, Kovacs K, Đatkov Đ. (ed). 2012a. Biogas tehnologija. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
15. Martinov M, Kovacs K, Đatkov Đ. (ed). 2012b. Biometan. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad. Möller K, Schulz R, Müller T, Deupmann H, Vogel A. 2009. Mit Gärresten richtig düngen - Aktuelle Informationen für Berate. Universität Hohenheim in Zusammenarbeit mit EON Ruhrgas AG, Stuttgart.

16. Okanović Đ, Milićević D, Ristić M. 2010. Prilog proračunavanju količina sporednih proizvoda zaklane živine, Veterinarski glasnik 64(5-6): 421 – 428.
17. Rede R.R, Petrović S. Ljiljana. 1997. Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
18. Wendland M. 2009. Biogasgärreste – Einsatz von Gärresten aus der Biogasproduktion als Düngemittel. Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V, Freising.
19. Anonim. 2006. Handreichung: Biogasgewinnung und -nutzung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow.
20. Anonim. 2007. Möglichkeiten der Gärrestbehandlung von Biogasanlagen „Technologie-Screening“. Lokale Energie Agentur Oststeiermark NOEST-Kompetenzknoten Biogas, Feldbach.
21. Anonim. 2009a. Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Official Journal of the European Union.
22. Anonim. 2009b. EC Regulation No – 1069/2009 Laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption. Official Journal of the European Union.
23. Anonim. 2009c. Uredba o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije i kriterijumima za ocenu ispunjenosti tih uslova. Sl. glasnik Republike Srbije 72/99.
24. Anonim. 2009d. Uredba o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije. Sl. glasnik Republike Srbije 99/09.
25. Anonim. 2009e. Biogas-Messprogramm II – 61 Biogasanlagen im Vergleich. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow.
26. Anonim. 2011a. EC Regulation No – 142/2011. Implementing Regulation (EC) No 1069/2009 Laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption. Journal of the European Union.
27. Anonim. 2011b. Pravilnik o načinu razvrstavanja i postupanja sa sporednim proizvodima životinjskog porekla, veterinarsko-sanitarnim uslovima za izgradnju objekata za sakupljanje, preradu i uništavanje sporednih proizvoda životinjskog porekla, načinu sprovođenja službene kontrole i samokontrole, kao i uslovima za stočna groblja i jame grobnice. Sl. glasnik Republike Srbije 31/11.
28. Anonim. 2012. Zakon o energetici. Sl. glasnik Republike Srbije 57/11, 80/11 - ispr. i 93/12.

PRILOG 1 Procena cena supstrata na bazi energetskog bilja

Kao što je u poglavlju 2.2.2 navedeno u supstrate koji obuhvataju energetsko bilje ubrajaju se namenski gajene biljne vrste i biljni ostaci. Bitno je da se njihova cena dobro proceni, jer značajno utiče na finansijske pokazatelje biogas postrojenja. Većina postojećih poljoprivrednih biogas postrojenja radi sa manjim ili većim udelom supstrata na bazi energetskog bilja, a postoje i slučajevi da je to i jedini supstrat. Na žalost, cena poljoprivrednih proizvoda se menja iz godine u godinu, u zavisnosti od odnosa ponude i potražnje. Cene poljoprivrednih proizvoda rastu ukoliko je proizvodnja smanjena. U nekim slučajevima i značajno, što se dogodilo 2012. godine zbog smanjenja prinosa usled ekstremne suše.

Za procenu bi trebalo da se u obzir uzmu prosečni uslovi i prosečne cene tokom nekoliko godina. Najpre kao posledica povećanog korišćenja poljoprivrednih proizvoda kao sirovine za proizvodnju etanola u SAD cene poljoprivrednih proizvoda poslednjih godina beleže stalni porast. U narednoj tabeli prikazane su prosečne cene značajnih biljnih vrsta u Evropskoj uniji.

Cene poljoprivrednih proizvoda u Evropskoj uniji, prosečne vrednosti, ct/kg

| Biljna vrsta | Godina | |
|--------------|--------|-------|
| | 2010. | 2011. |
| Kukuruz | 16 | 19 |
| Suncokret | 33 | 37 |
| Tritikale | 14 | 17 |
| Sirak zrnaš | 16 | 19 |

Najčešća greška pri proceni cene energetskog bilja je da se računaju samo troškovi proizvodnje. Ispravno bi bilo da kao osnova za procenu stvarnih troškova posluži kriterijum da se sa neke površine ostvare isti prihodi pri proizvodnji supstrata za biogas koji bi se ostvarili pri proizvodnji za druge svrhe, tržište. Na primer, pri proizvodnji silaže kukuruza, koja će se koristiti kao sirovina za biogas, po hektaru treba da se ostvare isti ili uporedljivi prihodi (zarada) kao i pri proizvodnji zrna.

Proračuni troškova proizvodnje sprovedeni su na osnovu podataka Zadružnog saveza Vojvodine, a obračun prihoda sproveden je korišćenjem programskog alata koji je razvio Departman za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Poljoprivrednog fakulteta iz Novog Sada, 2009. godine. Koristi ga Poljoprivredna savetodavna služba AP Vojvodine.

Pri primeni programskog alata korišćeni su uobičajeni podaci o cenama i troškovima, sa sledećim specifičnostima:

1. Cene poljoprivrednih proizvoda su na nivou proseka za EU u 2010 i 2011.
2. Cene su obračunavane za rad savremenom mehanizacijom na većim površinama, a najmanje 50 ha, što jeste slučaj za snabdevanje biogas postrojenja.
3. Prinosi su dati za prosečnu godinu, kod naprednih proizvođača koji primenjuju punu tehnologiju.
4. Za transport silaže uzete su niže cene, uz pretpostavku da se koriste silažne prikolice velikog kapaciteta.
5. Spremanje silaže, koje obuhvata raspodeljivanje, sabijanje i prekrivanje folijom računato je 400 RSD/t. Pokrivka nije uzimana u obzir, već je sastavni deo trenč silosa.
6. Računato je sa korišćenjem vlastite mehanizacije.
7. Ni za jednu biljnu vrstu nije korišćen stajnjak.

8. Primenjuje se suvo ratarenje, bez navodnjavanja.
9. U obzir su uzimane subvencije prema grupi biljnih vrsta.
10. Troškovi dizel goriva D2 obračunavani su kao prosečne vrednosti, sa i bez subvencija. Za silažne kombajne koristi se Euro dizel, te je u obzir uzeta njegova cena.
11. Transportni putevi su posmatrani kao prosečni za rad na vlastitom imanju, ili imanjima u neposrednoj blizini.

Obrađene su sledeće biljne vrste: kukuruz, tritikale, sirak za silažu, lucerka, suncokret i stočni grašak. Za kukuruz, tritikalu i suncokret poređena je silaža i zrno. Za lucerku je poređena silaža sa senom u formi bala.

Računati su prihodi koji se ostvaruju proizvodnjom osnovne biljne vrste. Za cenu silaže pretpostavljeno je 3.000 RSD/t. Upoređene su bruto marže koje se ostvaruju, a zatim cena silaže menjana do dostizanja približno iste visine bruto marže.

Kukuruz, zrno i silaža

| 1 | Kalkulacija: 90110 Kukuruz -zrno | | | | | | |
|----|--|--|----------------------|---------------------|---|---------------|--------------|
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | | |
| 4 | 13.12.2012 09:31 | | | | | | |
| 5 | R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 | Seme/rasad | | | | 9000 | 7,74 |
| 7 | | - Seme kukuruza | s.j. | 3 | 3000 | 9000 | 7,74 |
| 8 | 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| 9 | | - KAN 27% | kg | 130 | 37 | 4810 | 4,13 |
| 10 | | - NPK 15:15:15 | kg | 300 | 43 | 12900 | 11,09 |
| 11 | | - Urea 46% | kg | 180 | 49 | 8820 | 7,58 |
| 12 | 3 | Stajnjak | | | | | |
| 13 | 4 | Zaštitna sredstva | | | | | |
| 14 | | - Zaštitna sredstva PRE EM | lit | 2 | 1375 | 2750 | 2,36 |
| 15 | | - Zaštitna sredstva POST EM | lit | 1 | 3200 | 3200 | 2,75 |
| 16 | 5 | Energenti | | | | | |
| 17 | | - Dizel D2 | lit | 109 | 105 | 11445 | 9,84 |
| 18 | 6 | Ostalo | | | | | |
| 19 | Svega troškovi materijala | | | | | 52925 | 45,49 |
| 20 | 7 | Direktno usluge | | | | 57167 | 49,14 |
| 21 | | - Analiza zemljišta | ha | 1 | 300 | 300 | 0,26 |
| 22 | | - Obrada zemljišta | ha | 6 | 1853 | 11120 | 9,56 |
| 23 | | - Održavanje opreme | ha | 1 | 1855 | 1855 | 1,59 |
| 24 | | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1700 | 1700 | 1,46 |
| 25 | | - Sušenje | t | 2221 | 12 | 26652 | 22,91 |
| 26 | | - Transportne usluge | t | 12 | 220 | 2640 | 2,27 |
| 27 | | - Zaštita i nega | ha | 4 | 1425 | 5700 | 4,90 |
| 28 | | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 7200 | 7200 | 6,19 |
| 29 | 8 | Troškovi rada | čas | 25 | 250 | 6250 | 5,37 |
| 30 | A) | SVEGA VARIJABILNI TROŠKOVI (1 do 8) | | | | 116342 | 100 |
| 31 | | Ostvareni rezultati | Prinos ukupno | Tržišna cena | Vrednost pr Cena Ukupno koštanja | | |
| 32 | | | | kg/ha | | | |
| 33 | 9 | Kukuruz zrno | 12000 | 12000 | 18 | 216000 | 9,56 |
| 34 | 10 | Premije | 1 | 1 | 1500 | 1500 | |
| 35 | B) | VREDNOST PROIZVODNJE (9 do 12) | | | | 217500 | |
| 36 | C) | BRUTO-MARZA (B-A) | | | | 101158 | |

(Napomena: u prikazu je navedeno da je vrednost proizvodnje zbir redova 9-12. Kako su vrednosti za 11 i 12 uvek bile nula, ovde nisu navedene.)

Kao što se vidi, poređenjem bruto marži, pri proizvodnji zrna ona je oko 101.000 RSD, a pri proizvodnji silaže sa cenom 3 RSD/kg oko 46.000. U trećoj tabeli data je cena silaže kojom bi se ostvarila približno ista marža, 3,9 RSD/kg, ili oko 34 €/t.

| | | | | | | |
|----|---|----------------------|----------------------|-------------|----------------------------|----------------------|
| 1 | Kalkulacija: 92991 Kukuruz - silaža | | | | | |
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | |
| 4 | 15.12.2012 12:15 | | | | | |
| 5 | R.B. Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 Seme/rasad | | | | | |
| 7 | - Seme kukuruza | s.j. | 3 | 3000 | 9000 | 7,84 |
| 8 | 2 Mineralna hraniva | | | | | |
| 9 | - KAN 27% | kg | 130 | 37 | 4810 | 4,19 |
| 10 | - NPK 15:15:15 | kg | 300 | 43 | 12900 | 11,24 |
| 11 | - Urea 46% | kg | 180 | 49 | 8820 | 7,68 |
| 12 | 3 Stajnjak | | | | | |
| 13 | 4 Zaštitna sredstva | | | | | |
| 14 | - Zaštitna sredstva POST EM | lit | 3 | 1983 | 5950 | 5,18 |
| 15 | 5 Energenti | | | | | |
| 16 | - Dizel D2 | lit | 95,2 | 105 | 9996 | 8,71 |
| 17 | - Evrodizel | lit | 30 | 149 | 4458 | 3,88 |
| 18 | 6 Ostalo | | | | | |
| 19 | Svega troškovi materijala | | | | 55934 | 48,72 |
| 20 | 7 Direktno usluge | | | | 55130 | 48,02 |
| 21 | - Analiza zemljišta | ha | 1 | 300 | 300 | 0,26 |
| 22 | - Spremanje silaže | t | 55 | 400 | 22000 | 19,16 |
| 23 | - Obrada zemljišta | ha | 6 | 1853 | 11120 | 9,69 |
| 24 | - Održavanje opreme | | | | | |
| 25 | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1700 | 1700 | 1,48 |
| 26 | - Transportne usluge | t | 55 | 110 | 6050 | 5,27 |
| 27 | - Zaštita i nega | ha | 4 | 1425 | 5700 | 4,96 |
| 28 | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 8260 | 8260 | 7,19 |
| 29 | 8 Troškovi rada | čas | 15 | 250 | 3750 | 3,27 |
| 30 | A) Svega varijabilni troškovi (1 do 8) | | | | 114814 | 100 |
| 31 | Ostvareni rezultati | Prinos ukupno | Tržišna kg/ha | cena | Vrednost pri Ukupno | Cena koštanja |
| 32 | | | | | | |
| 33 | 9 Kukuruz - zelena masa | 55000 | 55000 | 3,0 | 165000 | 2,43 |
| 34 | 10 Premije | 1 | 1 | 1500 | 1500 | |
| 35 | B) Vrednost proizvodnje (9 do 12) | | | | 166500 | |
| 36 | C) BRUTO-MARZA (B-A) | | | | 51686 | |

Proračun cene za ostvarenje prihoda na nivou onoga koji se ostvaruje pri proizvodnji zrna.

| | | | | | | |
|----|---|----------------------|----------------------|-------------|----------------------------|----------------------|
| 1 | Kalkulacija: 92991 Kukuruz - silaža | | | | | |
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | |
| 4 | 15.12.2012 12:12 | | | | | |
| 5 | R.B. Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 Seme/rasad | | | | | |
| 7 | - Seme kukuruza | s.j. | 3 | 3000 | 9000 | 7,84 |
| 8 | 2 Mineralna hraniva | | | | | |
| 9 | - KAN 27% | kg | 130 | 37 | 4810 | 4,19 |
| 10 | - NPK 15:15:15 | kg | 300 | 43 | 12900 | 11,24 |
| 11 | - Urea 46% | kg | 180 | 49 | 8820 | 7,68 |
| 12 | 3 Stajnjak | | | | | |
| 13 | 4 Zaštitna sredstva | | | | | |
| 14 | - Zaštitna sredstva POST EM | lit | 3 | 1983 | 5950 | 5,18 |
| 15 | 5 Energenti | | | | | |
| 16 | - Dizel D2 | lit | 95,2 | 105 | 9996 | 8,71 |
| 17 | - Evrodizel | lit | 30 | 149 | 4458 | 3,88 |
| 18 | 6 Ostalo | | | | | |
| 19 | Svega troškovi materijala | | | | 55934 | 48,72 |
| 20 | 7 Direktno usluge | | | | 55130 | 48,02 |
| 21 | - Analiza zemljišta | ha | 1 | 300 | 300 | 0,26 |
| 22 | - Spremanje silaže | t | 55 | 400 | 22000 | 19,16 |
| 23 | - Obrada zemljišta | ha | 6 | 1853 | 11120 | 9,69 |
| 24 | - Održavanje opreme | | | | | |
| 25 | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1700 | 1700 | 1,48 |
| 26 | - Transportne usluge | t | 55 | 110 | 6050 | 5,27 |
| 27 | - Zaštita i nega | ha | 4 | 1425 | 5700 | 4,96 |
| 28 | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 8260 | 8260 | 7,19 |
| 29 | 8 Troškovi rada | čas | 15 | 250 | 3750 | 3,27 |
| 30 | A) Svega varijabilni troškovi (1 do 8) | | | | 114814 | 100 |
| 31 | Ostvareni rezultati | Prinos ukupno | Tržišna kg/ha | cena | Vrednost pri Ukupno | Cena koštanja |
| 32 | | | | | | |
| 33 | 9 Kukuruz - zelena masa | 55000 | 55000 | 3,9 | 214500 | 2,43 |
| 34 | 10 Premije | 1 | 1 | 1500 | 1500 | |
| 35 | B) Vrednost proizvodnje (9 do 12) | | | | 216000 | |
| 36 | C) BRUTO-MARZA (B-A) | | | | 101186 | |

Tritikale, zrno i silaža

| Kalkulacija: 92991 Tritikala - zrno | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------|-------------|------|---------------|---------------|
| NS-01.006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| Površina: 1 ha | | | | | | |
| 14.12.2012 08:47 | | | | | | |
| R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 1 | Seme/rasad | | | | | |
| 7 | - Seme tritikale | kg | 220 | 45 | 9900 | 12,87 |
| 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| 9 | - KAN 27% | kg | 100 | 37 | 3700 | 4,81 |
| 10 | - NPK 15:15:15 | kg | 300 | 43 | 12900 | 16,77 |
| 3 | Stajnjak | | | | | |
| 4 | Zaštitna sredstva | | | | | |
| 13 | - Pesticidi | lit | 2 | 1380 | 2760 | 3,59 |
| 5 | Energenti | | | | | |
| 15 | - Dizel D2 | li | 96 | 105 | 10080 | 13,11 |
| 6 | Ostalo | | | | | |
| Svega troškovi materijala | | | | | 39340 | 51,15 |
| 7 | Direktne usluge | | | | 36325 | 47,23 |
| 19 | - Obrada zemljišta | ha | 5 | 2500 | 12500 | 16,25 |
| 20 | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 1325 | 1,72 |
| 21 | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1400 | 1400 | 1,82 |
| 22 | - Transportne usluge | čas | 1 | 600 | 600 | 0,78 |
| 23 | - Zaštita i nega | lit | 2 | 2000 | 4000 | 5,20 |
| 24 | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 6500 | 6500 | 8,45 |
| 25 | - Sušenje | | | | 10000 | 13,00 |
| 8 | Troškovi rada | čas | 10 | 125 | 1250 | 1,63 |
| A) Svega varijabilni troškovi (1 do 8) | | | | | 76915 | 100,00 |
| Ostvareni rezultati | Prinos ukupno | Tržišna cena | Vrednost pr | Cena | Ukupno | koštanja |
| 9 | Tritikale zrno | 5100 | 5100 | 20 | 102000 | 12,60 |
| 10 | Premije | 1 | 1 | 1500 | 1500 | |
| B) Vrednost proizvodnje (9 do 12) | | | | | 103500 | |
| C) BRUTO-MARZA (B-A) | | | | | 26585 | |

| Kalkulacija: 92991 Tritikala - silaža | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------|-------------|------|----------------|--------------|
| NS-01.006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| Površina: 1 ha | | | | | | |
| 14.12.2012 08:4 | | | | | | |
| R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 1 | Seme/rasad | | | | | |
| 7 | - Seme tritikale | kg | 220 | 45 | 9900 | 11,4 |
| 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| 9 | - KAN 27% | kg | 100 | 37 | 3700 | 4,2 |
| 10 | - NPK 15:15:15 | kg | 300 | 43 | 12900 | 14,8 |
| 3 | Stajnjak | | | | | |
| 4 | Zaštitna sredstva | | | | | |
| 13 | - Pesticidi | lit | 2 | 1380 | 2760 | 3,1 |
| 5 | Energenti | | | | | |
| 15 | - Dizel D2 | lit | 75 | 105 | 7875 | 9,0 |
| 16 | - Evrodizel | lit | 25 | 149 | 3715 | 4,2 |
| 6 | Ostalo | | | | | |
| Svega troškovi materijala | | | | | 40850 | 47,0 |
| 7 | Direktne usluge | | | | 44179 | 50,8 |
| 19 | - Obrada zemljišta | ha | 5 | 2500 | 12500 | 14,4 |
| 20 | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 4479 | 5,1 |
| 22 | - Spremanje silaže | t | 25 | 400 | 10000 | 11,5 |
| 23 | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1400 | 1400 | 1,6 |
| 24 | - Transportne usluge | t | 25 | 160 | 4000 | 4,6 |
| 25 | - Zaštita i nega | ha | 2 | 2000 | 4000 | 4,6 |
| 26 | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 7800 | 7800 | 8,9 |
| 8 | Troškovi rada | čas | 15 | 120 | 1800 | 2,0 |
| A) Svega varijabilni troškovi (1 do 8) | | | | | 86829 | 100,0 |
| Ostvareni rezultati | Prinos ukupno | Tržišna cena | Vrednost pr | Cena | Ukupno | koštanja |
| 9 | Silaža tritikalea | 25000 | 25000 | 3,0 | 75000 | 8,1 |
| 11 | Premije | 1 | 1 | 1500 | 1500 | |
| B) Vrednost proizvodnje (9 do 12) | | | | | 76500 | |
| C) BRUTO-MARZA (B-A) | | | | | (10329) | |

Cena silaže tritikale za ostvarenje uporedljive bruto marže trebalo bi da bude 4 RSD/kg, ili oko 38 €/t.

Sirak, silaža

| 1 | Kalkulacija: 92991 Sirak - silaža | | | | | | |
|----|--|--|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | | |
| 4 | 14.12.2012 09:38 | | | | | | |
| 5 | R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 | Seme/rasad | | | | | |
| 7 | | - Seme sirka | kg | 6 | 120 | 720 | 0,66 |
| 8 | 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| 9 | | - N:P:K 10:20:5 | kg | 300 | 45 | 13500 | 12,43 |
| 10 | | - NPK 15:15:15 | kg | 400 | 43 | 17200 | 15,84 |
| 11 | 3 | Stajnjak | | | | | 0,00 |
| 12 | 4 | Zaštitna sredstva | | | | | 0,00 |
| 13 | | - Pesticidi | lit | 2 | 1390 | 2780 | 2,56 |
| 14 | 5 | Energenti | | | | | 0,00 |
| 15 | | - Dizel D2 | lit | 90 | 105 | 9450 | 8,70 |
| 16 | | - Evrodizel | lit | 35 | 149 | 5201 | 4,79 |
| 17 | 6 | Ostalo | | | | | |
| 18 | | Svega troškovi materijala | | | | 48851 | 44,98 |
| 19 | 7 | Direktne usluge | | | | 56619 | 52,14 |
| 20 | | - Obrada zemljišta | ha | 4 | 2030 | 8120 | 7,48 |
| 21 | | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 2689 | 2,48 |
| 22 | | - Spremanje silaže | t | 60 | 400 | 24000 | 22,10 |
| 23 | | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1700 | 1700 | 1,57 |
| 24 | | - Transportne usluge | t | 60 | 150 | 9000 | 8,29 |
| 25 | | - Zaštita i nega | ha | 2 | 1425 | 2850 | 2,62 |
| 26 | | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 8260 | 8260 | 7,61 |
| 27 | 8 | Troškovi rada | čas | 25 | 125 | 3125 | 2,88 |
| 28 | A) | SVEGA VARIJABILNI TROŠKOVI (1 do 8) | | | | 108595 | 100,00 |
| 29 | | Ostvareni rezultati | Prinos | Tržišna | Vrednost pr | Cena | |
| 30 | | | ukupno | kg/hz | Ukupno | koštanja | |
| 31 | 9 | Silaža - sirak | 60000 | 60000 | 3,0 | 180000 | 1,51 |
| 32 | 10 | Premije | 1 | 1 | 1800 | 1800 | |
| 33 | B) | VREDNOST PROIZVODNJE (9 do 12) | | | | 181800 | |
| 34 | C) | BRUTO-MARZA (B-A) | | | | 73205 | |

Već za navedenu cenu bruto marža je značajna. Da bi se ostvarila bruto marža uporedljiva sa onom koja se ostvaruje pri proizvodnji zrna kukuruza (oko 103.000) cena bi bila 3,5 RSD/kg, ili oko 30 €/t.

Suncokret, zrno i silaža

| Kalkulacija: 90201 Suncokret - zrno | | | | | | |
|---|-----------------------|----------------------|--------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|
| NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| Površina: 1 ha | | | | | | |
| 14.12.2012 09:38 | | | | | | |
| R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 1 | Seme/rasad | | | | | |
| | - Seme suncokreta | s.j. | 1 | 7200 | 7200 | 10,94 |
| 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| | - N:P:K 8:16:24 | kg | 300 | 47 | 14100 | 21,42 |
| | - Urea 46% | kg | 100 | 49 | 4900 | 7,45 |
| 3 | Stajnjak | | | | | |
| 4 | Zaštitna sredstva | | | | | |
| | - Pesticidi | lit | 2,5 | 1780 | 4450 | 6,76 |
| 5 | Energenti | | | | | |
| | - Dizel D2 | lit | 93 | 105 | 9765 | 14,84 |
| 6 | Ostalo | | | | | |
| Svega troškovi materijala | | | | | 40415 | 61,41 |
| 7 | Direktne usluge | | | | 21650 | 32,90 |
| | - Obrada zemljišta | ha | 5 | 2108 | 10540 | 16,01 |
| | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 1515 | 2,30 |
| | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1450 | 1450 | 2,20 |
| | - Transportne usluge | t | 3,5 | 270 | 945 | 1,44 |
| | - Zaštita i nega | lit | 1 | 2000 | 2000 | 3,04 |
| | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 5200 | 5200 | 7,90 |
| 8 | Troškovi rada | čas | 15 | 250 | 3750 | 5,70 |
| A) Svega varijabilni troškovi (1 do 8) | | | | | 65815 | 100,00 |
| Ostvareni rezultati | | Prinos ukupno | kg/ha | Tržišna cena | Vrednost pr Cena Ukupno | koštanja |
| 9 | Suncokret | 3500 | 3500 | 40 | 140000 | 18,19 |
| 10 | Sporedni proizvod | | | | | |
| B) Vrednost proizvodnje (9 do 12) | | | | | 140000 | |
| C) BRUTO-MARZA (B-A) | | | | | 74185 | |

| Kalkulacija: 92991 Suncokret - silaža | | | | | | |
|---|-----------------------|----------------------|-------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|
| NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| Površina: 1 ha | | | | | | |
| 14.12.2012 09:45 | | | | | | |
| R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 1 | Seme/rasad | | | | | |
| | - Seme suncokreta | s.j. | 1 | 7200 | 7200 | 8,44 |
| 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| | - N:P:K 8:24:16 | kg | 300 | 47 | 14100 | 16,53 |
| | - Urea 46% | kg | 100 | 49 | 4900 | 5,74 |
| 3 | Stajnjak | | | | | |
| 4 | Zaštitna sredstva | | | | | |
| 5 | Energenti | | | | | |
| | - Dizel D2 | lit | 77 | 102 | 7836 | 9,18 |
| | - Evrodizel | lit | 25 | 149 | 3715 | 4,35 |
| 6 | Ostalo | | | | | |
| Svega troškovi materijala | | | | | 37751 | 44,24 |
| 7 | Direktne usluge | | | | 43823 | 51,36 |
| | - Obrada zemljišta | ha | 5 | 2108 | 10540 | 12,35 |
| | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 1733 | 2,03 |
| | - Spremanje silaže | t | 30 | 400 | 12000 | 14,06 |
| | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1450 | 1450 | 1,70 |
| | - Transportne usluge | t | 30 | 270 | 8100 | 9,49 |
| | - Zaštita i nega | lit | 1 | 2200 | 2200 | 2,58 |
| | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 7800 | 7800 | 9,14 |
| 8 | Troškovi rada | čas | 15 | 250 | 3750 | 4,40 |
| A) Svega varijabilni troškovi (1 do 8) | | | | | 85323 | 100,00 |
| Ostvareni rezultati | | Prinos ukupno | T/ha | Tržišna cena | Vrednost pr Cena Ukupno | koštanja |
| 9 | Suncokret silaža | 30000 | 30000 | 3 | 90000 | 4,64 |
| 11 | Premije | 1 | 1 | 4000 | 4000 | |
| B) Vrednost proizvodnje (9 do 12) | | | | | 94000 | |
| C) BRUTO-MARZA (B-A) | | | | | 8677 | |

Da bi se ostvarila približno ista bruto marža cena silaže trebalo bi da bude 5,2 RSD/kg, odnosno oko 45 €/t.

Lucerka, seno i silaža, prva i druga godina

| 1 | Kalkulacija: 92991 Lucerka - seno 1 god | | | | | | |
|----|--|---|---------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------|
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | | |
| 4 | 14.12.2012 09:53 | | | | | | |
| 5 | R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 | Seme/rasad | | | | | |
| 7 | | - Seme lucerke | kg | 18 | 650 | 11700 | 10,38 |
| 8 | 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| 9 | | - N:P:K 5:16:24 | kg | 700 | 48 | 33600 | 29,82 |
| 10 | 3 | Stajnjak | | | | | |
| 11 | 4 | Zaštitna sredstva | | | | | |
| 12 | | - Herbicidi PRE EM | lit | 2 | 1640 | 3280 | 2,91 |
| 13 | 5 | Energenti | | | | | |
| 14 | | - Dizel D2 | lit | 130 | 110 | 14300 | 12,69 |
| 15 | 6 | Ostalo | | | | | |
| 16 | | Svega troškovi materijala | | | | 62880 | 55,80 |
| 17 | 7 | Direktne usluge | | | | 43550 | 38,65 |
| 18 | | - Obrada zemljišta | ha | 4 | 1770 | 7080 | 6,28 |
| 19 | | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| 20 | | - Ostale proizvodne usluga | ha | 51 | 539 | 27470 | 24,38 |
| 21 | | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1400 | 1400 | 1,24 |
| 22 | | - Transportne usluge | t | 10 | 150 | 1500 | 1,33 |
| 23 | | - Zaštita i nega | ha | 1 | 1800 | 1800 | 1,60 |
| 24 | | - Žetva/berba/vađenje | ha | 2 | 2150 | 4300 | 3,82 |
| 25 | 8 | Troškovi rada | čas | 25 | 250 | 6250 | 5,55 |
| 26 | A) | SVEGA VARJABILNI TROŠKOVI (1 do 8) | | | | 112680 | 100 |
| 27 | | Ostvareni rezultati | Prinos | Tržišna | Vrednost pr | Cena | |
| 28 | | | ukupno | kg/ha | Ukupno | koštanja | |
| 29 | 9 | Lucerka seno | 10000 | 10000 | 12 | 120000 | 11,74 |
| 30 | 10 | Premije | 1 | 1 | 1800 | 1800 | |
| 31 | B) | VREDNOST PROIZVODNJE (9 do 12) | | | | 121800 | |
| 32 | C) | BRUTO-MARZA (B-A) | | | | 9120 | |

| 1 | Kalkulacija: 92991 Lucerka seno - 2 god | | | | | | |
|----|--|---|---------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------|
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | | |
| 4 | 14.12.2012 09:53 | | | | | | |
| 5 | R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 | Seme/rasad | | | | | |
| 7 | 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| 8 | | - Urea 46% | kg | 500 | 49 | 24500 | 15,61 |
| 9 | 3 | Stajnjak | | | | | |
| 10 | 4 | Zaštitna sredstva | | | | | |
| 11 | | - Pesticidi | lit | 2 | 1640 | 3280 | 2,09 |
| 12 | 5 | Energenti | | | | | |
| 13 | | - Dizel D2 | lit | 193 | 110 | 21230 | 13,53 |
| 14 | 6 | Ostalo | | | | | |
| 15 | | Svega troškovi materijala | | | | 49010 | 31,23 |
| 16 | 7 | Direktne usluge | | | | 95406 | 60,80 |
| 17 | | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 4895 | 3,12 |
| 18 | | - Ostale proizvodne usluga | kg | 133 | 558 | 74170 | 47,27 |
| 19 | | - Transportne usluge | t | 27 | 220 | 5940 | 3,79 |
| 20 | | - Zaštita i nega | ha | 1 | 1800 | 1800 | 1,15 |
| 21 | | - Žetva/berba/vađenje | ha | 4 | 2150 | 8600 | 5,48 |
| 22 | 8 | Troškovi rada | čas | 50 | 250 | 12500 | 7,97 |
| 23 | A) | SVEGA VARJABILNI TROŠKOVI (1 do 8) | | | | 156916 | 100,00 |
| 24 | | Ostvareni rezultati | Prinos | Tržišna | Vrednost pr | Cena | |
| 25 | | | ukupno | kg/ha | Ukupno | koštanja | |
| 26 | 9 | Lucerka seno | 27000 | 27000 | 12 | 324000 | 6,27 |
| 27 | 10 | Premije | 1 | 1 | 1800 | 1800 | |
| 28 | B) | VREDNOST PROIZVODNJE (9 do 12) | | | | 325800 | |
| 29 | C) | BRUTO-MARZA (B-A) | | | | 168884 | |

Zbir bruto marže prve i druge godine je oko 178.000 dinara.

| | | | | | | |
|----|---|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 1 | Kalkulacija: 92991 Lucerka - silaža 1god | | | | | |
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | |
| 4 | 14.12.2012 09:53 | | | | | |
| 5 | R.B. Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 Seme/rasad | | | | | |
| 7 | - Seme lucerke | kg | 18 | 650 | 11700 | 9,80 |
| 8 | 2 Mineralna hraniva | | | | | |
| 9 | - N:P:K 5:16:24 | kg | 700 | 48 | 33600 | 28,13 |
| 10 | 3 Stajnjak | | | | | |
| 11 | 4 Zaštitna sredstva | | | | | |
| 12 | - Herbicidi PRE EM | lit | 2 | 1640 | 3280 | 2,75 |
| 13 | 5 Energenti | | | | | |
| 14 | - Dizel D2 | lit | 90 | 105 | 9450 | 7,91 |
| 15 | - Evrodizel | lit | 50 | 149 | 7430 | 6,22 |
| 16 | 6 Ostalo | | | | | |
| 17 | Svega troškovi materijala | | | | 65460 | 54,81 |
| 18 | 7 Direktne usluge | | | | 50225 | 42,05 |
| 19 | - Obrada zemljišta | ha | 4 | 1770 | 7080 | 5,93 |
| 20 | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 4895 | 4,10 |
| 21 | - Spremanje silaže | t | 27 | 400 | 10800 | 9,04 |
| 22 | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1400 | 1400 | 1,17 |
| 23 | - Transportne usluge | t | 27 | 150 | 4050 | 3,39 |
| 24 | - Zaštita i nega | ha | 1 | 1800 | 1800 | 1,51 |
| 25 | - Žetva/berba/vađenje | ha | 4 | 5050 | 20200 | 16,91 |
| 26 | 8 Troškovi rada | čas | 15 | 250 | 3750 | 3,14 |
| 27 | A) Svega varijabilni troškovi (1 do 8) | | | | 119435 | 100,00 |
| 28 | Ostvareni rezultati | Prinos ukupno | Tržišna cena | Vrednost pr | Cena | |
| 29 | | | kg/ha | Ukupno | koštanja | |
| 30 | 9 Lucerka - silaža | 27000 | 27000 | 3,0 | 81000 | 2,82 |
| 31 | 10 Premije | 1 | 1 | 1800 | 1800 | |
| 32 | B) Vrednost proizvodnje (9 do 12) | | | | 82800 | |
| 33 | C) BRUTO-MARŽA (B-A) | | | | (36635) | |

| | | | | | | |
|----|--|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 1 | Kalkulacija: 92991 Lucerka silaža 2 god | | | | | |
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | |
| 4 | 14.12.2012 09:53 | | | | | |
| 5 | R.B. Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 Seme/rasad | | | | | |
| 7 | 2 Mineralna hraniva | | | | | |
| 8 | - Urea 46% | kg | 500 | 49 | 24500 | 16,77 |
| 9 | 3 Stajnjak | | | | | |
| 10 | 4 Zaštitna sredstva | | | | | |
| 11 | - Pesticidi POST EM | lit | 2 | 1640 | 3280 | 2,25 |
| 12 | 5 Energenti | | | | | |
| 13 | - Dizel D2 | lit | 90 | 105 | 9450 | 6,47 |
| 14 | - Evrodizel | lit | 60 | 149 | 8916 | 6,10 |
| 15 | 6 Ostalo | | | | | |
| 16 | Svega troškovi materijala | | | | 46146 | 31,59 |
| 17 | 7 Direktne usluge | | | | 93674 | 64,13 |
| 18 | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 10994 | 7,53 |
| 19 | - Spremanje silaže | t | 72 | 400 | 28800 | 19,72 |
| 20 | - Transportne usluge | t | 72 | 150 | 10800 | 7,39 |
| 21 | - Zaštita i nega | ha | 2 | 1640 | 3280 | 2,25 |
| 22 | - Žetva/berba/vađenje | ha | 8 | 4975 | 39800 | 27,25 |
| 23 | 8 Troškovi rada | čas | 25 | 250 | 6250 | 4,28 |
| 24 | A) Svega varijabilni troškovi (1 do 8) | | | | 146070 | 100 |
| 25 | Ostvareni rezultati | Prinos ukupno | Tržišna cena | Vrednost pr | Cena | |
| 26 | | | T/ha | Ukupno | koštanja | |
| 27 | 9 Lucerka silaža | 72000 | 72000 | 3,0 | 216000 | 2,09 |
| 28 | 10 Premije | 1 | 1 | 1800 | 1800 | |
| 29 | B) Vrednost proizvodnje (9 do 12) | | | | 217800 | |
| 30 | C) BRUTO-MARŽA (B-A) | | | | 71730 | |

Pri proizvodnji silaže se u prvoj godini ostvaruje gubitak, a zbir bruto marže prve i druge godine je oko 35.000 RSD. Da bi se ostvarila približno ista bruto marža kao za seno cena silaže trebalo bi da bude oko 4,4 RSD/kg, ili oko 38 €/t.

Stočni grašak, silaža

| | | | | | | | |
|----|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|
| 1 | Kalkulacija: 92991 Stočni grašak - ozimi, silaža | | | | | | |
| 2 | NS-01-006 - Petrović (Petar), Sombor, Nova 1 | | | | | | |
| 3 | Površina: 1 ha | | | | | | |
| 4 | 14.12.2012 12:18 | | | | | | |
| 5 | R.B. | Troškovi | J.M. | Količina | Cena | Iznos ukupno | Strukt(%) |
| 6 | 1 | Seme/rasad | | | | | |
| 7 | | - Seme graška | kg | 150 | 70 | 10500 | 10,65 |
| 8 | | - Seme ovsa | kg | 35 | 45 | 1575 | 1,60 |
| 9 | 2 | Mineralna hraniva | | | | | |
| 10 | | - NPK 15:15:15 | kg | 400 | 43 | 17200 | 17,44 |
| 11 | 3 | Stajnjak | | | | | |
| 12 | 4 | Zaštitna sredstva | | | | | |
| 13 | | - Pesticidi | L | 2 | 1850 | 3700 | 3,75 |
| 14 | 5 | Energenti | | | | | |
| 15 | | - Dizel D2 | L | 90 | 105 | 9450 | 9,58 |
| 16 | | - Evro dizel | L | 30 | 149 | 4470 | |
| 17 | 6 | Ostalo | | | | | |
| 18 | Svega troškovi materijala | | | | | 46895 | 47,54 |
| 19 | 7 | Direktne usluge | | | | 47992 | 48,66 |
| 20 | | - Obrada zemljišta | ha | 4 | 2575 | 10300 | 10,44 |
| 21 | | - Održavanje opreme | | 0 | 0 | 2442 | 2,48 |
| 22 | | - Spremanje silaža | t | 40 | 400 | 16000 | 16,22 |
| 23 | | - Setva/sadnja | ha | 1 | 1400 | 1400 | 1,42 |
| 24 | | - Transportne usluge | t | 40 | 150 | 6000 | 6,08 |
| 25 | | - Zaštita i nega | ha | 1 | 1950 | 1950 | 1,98 |
| 26 | | - Žetva/berba/vađenje | ha | 1 | 9900 | 9900 | 10,04 |
| 27 | 8 | Troškovi rada | čas | 15 | 250 | 3750 | 3,80 |
| 28 | A) Svega varjabilni troškovi (1 do 8) | | | | | 98637 | 100,00 |
| 29 | Ostvareni rezultati | | Prinos ukupno | Tržišna cena | Vrednost pr Cena | | Cena |
| 30 | | | kg/h_a | kg/h_a | Ukupno | koštanja | |
| 31 | 9 | Silaža - grasak | 40000 | 40000 | 3,0 | 120000 | 2,59 |
| 32 | 10 | Premije | 1 | 1 | 1800 | 1800 | |
| 33 | B) VREDNOST PROIZVODNJE (9 do 12) | | | | | 121800 | |
| 34 | C) BRUTO-MARŽA (B-A) | | | | | 23163 | |

Prihvatljiv nivo bruto marže od oko 70.000 RSD ostvaruje se za cenu silaže 4,2 RSD/kg, ili oko 37 €/t.

PRILOG 2 Procena cena aktivnih materija biljnih hraniva

U narednoj tabeli prikazana su procenjene cene aktivnih materija mineralnih hraniva u oktobru 2012. Ove cene mogu da posluže za izračunavanje vrednosti hraniva u ostatku fermentacije biogas postrojenja, te da se koriste za proračun prihoda u programskom alatu **Biogas/Pro.**

| Cena RSD/t | Oznaka NPK | Sadržaj aktivne materije, % | | | Cena aktivne materije, RSD/kg | | |
|--|------------|-----------------------------|----|----|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P | K | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| AZOTARA PANČEVO | | | | | | | |
| 51200 | 16:16:16 | 16 | 16 | 16 | 133 | 124 | 63 |
| 48000 | 15:15:15 | 15 | 15 | 15 | 133 | 124 | 107 |
| 50600 | 8:16:24 | 8 | 16 | 24 | 133 | 124 | 84 |
| 53200 | 8:24:16 | 8 | 24 | 16 | 133 | 124 | 80 |
| 51900 | 20:20:0 | 20 | 20 | 0 | 133 | 127 | 0 |
| Prosek | | | | | 133 | 125 | 84 |
| RAZNI INOSTRANI PROIZVOĐAČI | | | | | | | |
| 50000 | UREA | 46 | 0 | 0 | 109 | 0 | 0 |
| 42000 | KAN | 27 | 0 | 0 | 156 | 0 | 0 |
| 44800 | AN | 34 | 0 | 0 | 134 | 0 | 0 |
| 70500 | MAP | 12 | 52 | 0 | 133 | 105 | 0 |
| 57300 | NPK | 15 | 15 | 15 | 133 | 124 | 125 |
| 60600 | 15:15:15 | 15 | 15 | 15 | 133 | 124 | 147 |
| 61600 | 16:16:16 | 16 | 16 | 16 | 133 | 124 | 129 |
| 42000 | 8:16:24 | 8 | 16 | 24 | 133 | 124 | 48 |
| 47000 | 8:24:16 | 8 | 24 | 16 | 133 | 124 | 41 |
| Prosek | | | | | 133 | 121 | 98 |
| FERTIL, VIKTORIJA GROUP | | | | | | | |
| 44275 | 9:15:15 | 9 | 15 | 15 | 133 | 124 | 91 |
| 47150 | 5:16:24 | 5 | 16 | 24 | 133 | 124 | 86 |
| 48300 | 5:24:16 | 5 | 24 | 16 | 133 | 124 | 74 |
| 52325 | 10:35:0 | 10 | 35 | 0 | 133 | 112 | 0 |
| 54050 | 9:15:15 | 9 | 15 | 15 | 133 | 124 | 157 |
| 57500 | 5:16:24 | 5 | 16 | 24 | 133 | 124 | 129 |
| 58650 | 5:24:16 | 5 | 24 | 16 | 133 | 124 | 139 |
| 62100 | 10:35:0 | 10 | 35 | 0 | 133 | 139 | 0 |
| 73600 | 12:52:0 | 12 | 52 | 0 | 133 | 111 | 0 |
| Prosek | | | | | 133 | 124 | 113 |
| Prosečna cena aktivne materije, RSD/kg | | | | | 133 | 124 | 100 |
| Prosečna cena aktivne materije, €/kg | | | | | 1,16 | 1,08 | 0,87 |

Postupak procene

Procena cena aktivne materije sprovedena je uzimanjem u obzir količina aktivne materije u pojedinim hranivima. Najpre je izračunata prosečna cena azota, korišćenjem podataka za hraniva koja sadrže samo njega. Nakon toga je izračunata cena fosfora, korišćenjem podataka za hraniva koja sadrže azot i fosfor. Pri tome je udeo vrednosti azota izračunavana na bazi izračunate prosečne cene i sadržaja u hranivima koja imaju

azota i fosfora. Isto je sprovedeno i za kalijum, a tada su vrednosti azota i fosfora izračunavane za bazi njihove prosečne cene i udela u hranivu.

Ovakav postupak nije u potpunosti tačan. U nekim mešavinama nalaze se sekundarna makro hraniva, na primer, sumpor, ili mikrohraniva, te njihovo prisustvo utiče na cenu. Stoga su navedene cene orijentacione.

Primena ostatka fermentacije je složenija i skuplja od distribucije mineralnih hraniva. Takođe, različito je i usvajanje hraniva od strane gajenog bilja. Stoga bi i cena trebalo da se redukuje. Dolazak do „prave“ cene bio bi složen postupak i značajno bi zavisio od gajenih biljnih vrsta i agrotehnologije. Preporučuje se da se u proračunima izračunate cene množe sa 0,6 do 0,8, čime se još uvek dobijaju vrednosti za P_2O_5 i K_2O onih koje su navedene u poglavlju 2.5.1.

Navedene prosečne cene mogu da se koriste za ocenu vrednosti ostatka fermentacije. Ostatak fermentacije, pored primarnih makrohraniva, sadrži i druga hraniva, te organsku materiju (SOM) i organski ugljenik (SOC).

PRILOG 3 Primer studije tehničke izvodljivosti i ocene opravdanosti ulaganja za jedno biogas postrojenje

1. UVOD

Investitor je, na osnovu raspoloživih supstrata, razmotrio mogućnost izgradnje biogas postrojenja na sopstvenoj poljoprivrednoj farmi. Izgradnjom biogas postrojenja može da se ostvari proširenje delatnosti preduzeća, tako što će se ostvariti generisanje i plasman energije iz sirovina koje predstavljaju nusproizvod stočarske i ratarske proizvodnje. Na taj način se, osim željenog unapređenja poslovanja preduzeća, u skladu sa aktuelnim zakonskim propisima eliminišu i problemi u vezi zaštite životne sredine.

2. PROJEKTI ZADATAK

Ispitati mogućnost izgradnje i dimenzionisati biogas postrojenje na poljoprivrednoj farmi sa stočarskom i ratarskom proizvodnjom. Trenutno postoji problem zbrinjavanja 60.200 t/god tečnog stajnjaka iz svinjogojstva i oko 3.500 t/god čvrstog stajnjaka iz peradstva. Razmotriti i mogućnost iskorišćenja biljnih ostataka iz ratarstva u vidu slame žitarica 2.500 t/god i kukuruzovine 2.200 t/god, i namenski uzgajano energetsko bilje u vidu trave 1.500 t/god, kao supstrata za proizvodnju biogasa. Ispitati mogućnost plasmana generisane električne i toplotne energije, kao i ostatka fermentacije.

3. REZIME PROJEKTA

Tip potencijalnog biogas postrojenja je poljoprivredno, jer raspoloživi supstrati nastaju isključivo u poljoprivrednoj proizvodnji, a to su stajnjak svinja i peradi, uz korišćenje ostatka ratarske proizvodnje u vidu slame žitarica, kukuruzovine. Kao potencijalni supstrat razmotreno je uzgajanje energetskog bilja- senaža trave. Na osnovu raspoloživih supstrata, nazivna instalirana električne snaga kogenerativne jedinice, potencijalnog biogas postrojenja bila bi 955 kW. Potrebna investicija za izgradnju biogas postrojenja iznosi oko 3,85 M€. Proizvedeni biogas koristio bi se za generisanje električne i toplotne energije, a nusproizvod koji može da se iskoristi je i ostatak fermentacije. Celokupna količina generisane električne energije u iznosu 7.645 MWh_e/god je, zbog mogućnosti dobijanja *feed-in* tarife, planirano da se isporuči u javnu električnu mrežu. Toplotna energija, u iznosu oko 2.545 MWh_e/god (37% od raspoložive količine), može da se iskoristi za grejanje objekata na farmi, prevashodno prasilišta. Planirano je da se ostatak fermentacije, oko 64.000 t/god, iskoristi za distribuciju po poljoprivrednim površinama sopstvene i okolnih farmi, i ostvari ušteda za nabavku mineralnih hraniva.

Finansijska analiza ukazuje na opravdanost ulaganja, jer svi parametri kojima se ocenjuju finansijski efekti investicije imaju vrednosti iznad definisanih minimalnih (NPV = 3,939.846; IRR = 12,53; vreme povrata 8 godina; likvidnost u godinama povrata kredita). Senzitivna analiza u odnosu na iskorišćenje toplotne energije pokazuje da bi se većim iskorišćenjem ostvarivali još bolji finansijski efekti. Međutim, to može da zahteva dodatne investicije, tako da ove scenarije treba uzeti sa rezervom.

4. DETALJNI PODACI O PROJEKTU

Lokacija

Lokacija potencijalnog biogas postrojenja nalazi se na samoj lokaciji svinjogojske farme, 5 km od prvog naseljenog mesta. Lokacija biogas postrojenja odabrana je tako da su transportni troškovi za prevoz supstrata minimalni. Većina korišćenih supstrata u vidu svinjskog i pilećeg stajnjaka nije potrebno da se transportuje, dok je za ostatke ratarstva i energetske bilje predviđen transport najviše 7 km. Lokacija je povezana sa mrežom saobraćajnica, a srednjenaponska električna mreža sa 20 kV nalazi se na udaljenosti 1,5 km. Parcela za smeštaj postrojenja je u vlasništvu preduzeća, a procenjeno je da bi plac mogao da se iznajmljuje drugom korisniku po ceni od 1.800 €/god.

Karakteristike biogas postrojenja

Potencijalno biogas postrojenje sastoji se od sledećih delova: rezervoar za tečni stajnjak; silo-jama za supstrate u vidu ostataka ratarstva i energetske bilje, kao i za čvrsti stajnjak peradi; dozator za čvrste supstrate (sve osim tečnog stajnjaka); primarni fermentor; sekundarni fermentor; rezervoar ostatka fermentacije; kogenerativno postrojenje; baklja. Za manipulaciju i punjenje dozatora čvrstih supstrata, predviđeno je vozilo– univerzalni manipulator.

Rezervoar za tečni stajnjak služi za međuskladištenje tečnog stajnjaka nakon izdubavanja, pre nego što se ubacuje u fermentor. Njegova zapremina dovoljna je da primi dvodnevnu količinu tečnog stajnjaka i iznosi 300 m³. Čvrsti supstrati u vidu ostataka iz ratarstva, energetske bilje i čvrstog stajnjaka peradi planirano je da se skladište u silo-jami. Procenjena gustina materijala koji je potrebno da se skladišti je 0,7 t/m³, pa je uz pretpostavljenu visinu ispune 4 m i dodatni prostor potreban za manipulaciju, potrebna površina silo-jame oko 4.200 m². Dozator za čvrste supstrate je kapaciteta za dvodnevnu količinu čvrstih supstrata koji se ubacuju u fermentor i iznosi 60 m³. Deo postrojenja za proizvodnju biogasa je dvostepeno i sastoji se iz primarnog i dva sekundarna fermentora. Zbog visokog udela stajnjaka u korišćenim supstratima, što prouzrokuje visok udeo vode u korišćenim supstratima, potreban je veliki prostor za fermentaciju i iznosi oko 8.000 m³. Primarni fermentor je zapremine 3.000 m³, a sekundarni 5.000 m³. Rezervoar ostatka fermentacije ima kapacitet dovoljan za skladištenje na vremenski period od 6 meseci i iznosi 36.000 m³. Proizvedeni biogas se privremeno skladišti u elastičnim kupolama iznad primarnog i sekundarnog fermentora, a kapacitet je dovoljan za poludnevnu proizvodnju– 5.200 Nm³.

Nazivna instalirana snaga postrojenja, izračunata na osnovu potencijalnog prinosa biogasa iz korišćenih supstrata, iznosi 955 kW_e i 1.060 kW_t. Predviđena je rezerva u kapacitetu od 10%, odnosno gasni motor je u pogonu pri nazivnoj snazi 8.000 h/god. Električni stepen korisnosti gasnog motora je 37 %. U slučaju prekomerne produkcije biogasa, potrebno je da se predvidi i gasna baklja za spaljivanje viška biogasa koji ne može da se iskoristi u kogenerativnoj jedinici, u slučaju kvara ili obavljanja poslova redovnog održavanja.

Radni vek za gotovo sve delove postrojenja iznosi 30 godina, osim za gasni motor (deo kogenerativne jedinice) i univerzalni manipulator kojima je radni vek 15 godina. Za gasni motor, nakon polovine životnog veka (60.000 h u pogonu) predviđena je generalna popravka.

Supstrati

U tabeli su prikazane vrste supstrata koje će se koristiti za proizvodnju biogasa, količine i troškovi za njihovu nabavku.

| Br. | Supstrat | Količina, t/god | Suva masa, % | Nabavna cena, €/t |
|-----|-------------------------|-----------------|--------------|-------------------|
| 1. | Svinjski tečni stajnjak | 60.200 | 5 | 0,0 |
| 2. | Kukuruzovina | 2.200 | 70 | 30,0 |
| 3. | Senaža trave | 1.500 | 84 | 50,0 |
| 4. | Slama pšenice i soje | 2.500 | 86 | 40,0 |
| 5. | Pileći stajnjak | 3.500 | 28 | 0,0 |

Svinjski tečni stajnjak, razmatrajući svežu masu, je supstrat najvećeg udela. Međutim, udeo suve mase u ovom supstratu iznosi samo oko 5 %, te je i udeo ukupno proizvedenog biogasa mali. Kukuruzovina predstavlja biljni ostatak nakon proizvodnje silaže kukuruznog zrna za ishranu svinja, kada se od ostalog dela biljke odvaja klip, zatim odvaja zrno od oklaska, nakon čega na polju ostaje kukuruzovina i oklasak. Nakon žetve, na poljima preostaje slama soje i pšenice koja se balira, a pre korišćenja kao supstrata bale se dezintegrišu, a slama sitni. Za nabavku svinjskog tečnog i pilećeg čvrstog stajnjaka nisu predviđeni troškovi, jer su sa sopstvene farme. Nisu predviđeni ni troškovi za manipulaciju i transport, jer oni postoje i pre izgradnje biogas postrojenja. Za kukuruzovinu, senažu trave i slamu, u tabeli su prikazane cene koje bi važile i u slučaju prodaje drugom korisniku, uključujući transport i vrednost makro elemenata koji se odnose. Iz navedenih supstrata moguće je da se na godišnjem nivou proizvede oko $3,77 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$ biogasa, odnosno $2,07 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$ metana (udeo oko 55 %).

Generisana energija

Predviđena je godišnja proizvodnja električne energije na osnovu snage 955 kW_e i 8.000 h rada nazivnom snagom – $7.645 \text{ MWh}_e/\text{god}$. Planirano je da će celokupna količina da se isporuči u mrežu po važećoj *feed-in* tarifi. Visina *feed-in* tarife za navedenu snagu, po Uredbi koja će važiti od 01.01.2013. iznosi $124,96 \text{ €/MWh}_e$.

Godišnja proizvodnja toplotne energije na osnovu termičke snage oko 1.060 kW_t i 8.000 h rada nazivnom snagom iznosi $6.777 \text{ MWh}_t/\text{god}$. Pri tome je uzeto u obzir i da će oko 20 % generisane količine da se iskoristi za grejanje fermentora. Količina koja može da se iskoristi je $2.545 \text{ MWh}_t/\text{god}$, a to predstavlja potrebu za toplotnom energijom za grejanje staja koja se trenutno pokriva propan-butanom. Ušteda koja može pri tome da se ostvari je $65,22 \text{ €/MWh}_e$.

Ostatak fermentacije

Godišnja količina ostatka fermentacije koja može da se očekuje je oko 64.000 t. Za izračunavanje količine u obzir je uzeta vrsta i količina korišćenih supstrata, udeo suve mase u njima, kao i koeficijent razgradnje organske materije. U obzir su uzeti jedino ostaci ratarstva i energetsko bilje, jer se stajnjak svakako i ranije distribuirao po poljima. Celokupna količina ostatka fermentacije može da se distribuirao po sopstvenim i okolnim poljima distributerima za tečni stajnjak. Analizom sastava izračunata je količina mineralnog hraniva koja može da se zameni distribucijom ostatka fermentacije. Primenom cena za mineralno hranivo iz Priloga 2, za N, P_2O_5 i K_2O , izračunato je da je godišnje moguće da se uštedi oko 67.070 €, a ova v rednost ubraja se u ostale prihode.

Radna snaga

Za uspešan pogon biogas postrojenja i sprovođenje svakodnevnih poslova, potrebna su tri PK radnika, pod pretpostavkom da dvojica rade u prepodnevnoj smeni i jedan u

popodnevoj smeni ili u rezervi zbog bolesti i godišnjih odmora. Zatim, potrebna su i dva SSS radnika sa ½ radnog vremena, koji sprovede tehnički nadzor rada biogas postrojenja. Potrebno je i da se angažuje jedan rukovodilac VS biogas postrojenja sa ½ radnog vremena. Eventualno može da se predvidi i angažovanje stručnog konsultanta po ugovoru.

Izvori finansiranja

Procenjeno je da preduzeće za investiciju može da izdvoji 30 % iz sopstvenih sredstava. Nakon analize mogućnosti drugih izvora finansiranja, zaključeno je da ne postoje uslovi za obezbeđenje sredstava saulagača i/ili bespovratnih sredstava. Zbog toga je pretpostavljeno da će se preostalih 70 % sredstava obezbediti kreditom komercijalnih banaka.

Dinamika realizacije

Do sada sprovedene aktivnosti za izradu studije tehničke izvodljivosti, kao i aktivnosti koje joj prethode (A1-A11), prikazane su u potpoglavlju 5.1 u tab. 5.2. U okviru studije tehničke izvodljivosti, isplanirana je i dinamika realizacije, odnosno definisane su aktivnosti i zacrtan je vremenski rok od 12 meseci za njihov završetak, da bi se biogas postrojenje pustilo u pogon i nakon toga dostigli planirani pogonski parametri (A12-A36). Dinamika realizacije prikazana je šematski, gantogramom u priložima.

Aktivnosti nakon realizacije postrojenja

Aktivnost koja može da doprinese povećanju efikasnosti rada, a time i većoj ekonomskoj koristi, je veće iskorišćenje toplotne energije. To je naročito izraženo u letnjim mesecima, kada ne postoji potreba za grejanjem farme i kada se generisana toplotna energija sa biogas postrojenja ne koristi. Trenutno se u letnjim mesecima staje rashlađuju, a za to se godišnje u proseku koristi oko 2.100 MWh električne energije. Toplotna energija generisana na biogas postrojenju, koje je preostalo na godišnjem nivou još oko 4.230 MWh, može da se koristi u apsorpcionim rashladnim mašinama. Za to je potrebno da se predvide dodatna ulaganja, a isplativost ulaganja da se proveri dodatnim analizama.

Procena rizika

U toku perioda od 12 godina, u kom važi status povlašćenog proizvođača električne energije, procenjeno je da postoji nekoliko rizika koji mogu negativno da utiču na izvodljivost projekta. Prevažodno, to je očekivano povećanje cene poljoprivrednih proizvoda, što direktno utiče na povećanje troškova za nabavku supstrata za proizvodnju biogasa, u vidu ostataka ratarstva i energetskog bilja. Zatim, potencijalni rizik predstavlja i sigurnost obezbeđenja supstrata zbog smanjenja stočnog fonda na farmi usled lošijeg poslovanja. Uбудuće se očekuje povećanje tržišne cene električne energije. Zbog toga je postojanje *feed-in* tarife neizvesno, a rizik predstavlja isplativost rada biogas postrojenja sa za isporuku električne energije koje će važiti ubuduće.

Visina investicije

U tabeli je prikazana visina i struktura investicije, kao i vek trajanja opreme za planirano biogas postrojenje.

| Stavka | Iznos, € | Udeo u ukupnoj investiciji, % | Vek trajanja, god |
|--------------------|----------|-------------------------------|-------------------|
| Zemljište | 1.800 | 0,05 | 30 |
| Infrastruktura | 250.000 | 6,49 | 30 |
| Građevinski radovi | 300.000 | 7,79 | 30 |

| | | | |
|-------------------------------|-----------|-------|----|
| Oprema I | 2.540.000 | 65,96 | 30 |
| Oprema II | 530.000 | 13,76 | 15 |
| Nematerijalna ulaganja | 90.000 | 2,34 | – |
| Troškovi za start proizvodnje | 40.167 | 1,04 | – |
| Trajna obrtna sredstva | 99.031 | 2,57 | – |
| Bankarski troškovi kredita | 0 | 0,00 | – |
| UKUPNO | 3,850.998 | 100,0 | – |

Zemljište za izgradnju biogas postrojenja je u sopstvenom vlasništvu. Za prvu godinu poslovanja, ovaj trošak se računa u investiciji jer se zakup plaća unapred, po ceni po kojoj bi se isti plac mogao iznajmljivati drugim licima, odnosno za 1.800 €.

Pod infrastrukturom podrazumeva se izgradnja transformatora i povezivanje na srednjenaponsku mrežu 20 kV, zatim povezivanje na mrežu puteva, vodovod, izgradnju kućice za smeštaj kogenerativnog postrojenja i prostorije za kontrolu i upravljanje biogas postrojenja.

Za građevinske radove potrebno je da se izdvoji 300.000 €, a podrazumevaju pripremu za gradnju biogas postrojenja sa svom dodatnom opremom i objektima na placu. Obuhvataju pripremu terena, uređenje površina, uređenje površina za manipulaciju na postrojenju, odvođenje atmosferskih voda i drugo.

U opremu sa vekom trajanja 15 godina spada telehandler sa vrednošću 50.000 €. Osim toga, deo kogenerativnog postrojenja, koje ukupno košta 650.000 €, u vidu gasnog motora na koji otpada 480.000 €, računa se u ovu grupu opreme. Pretpostavljeno je da je vek trajanja motora 60.000 h, te da se nakon toga sprovodi generalna popravka, a nakon 15 godina da se vrši zamena motora. Preostala vrednost opreme kogenerativnog postrojenja, u šta spadaju električni generator, razmenjivači toplote, prinudni hladnjaci, baklja i regulacija, spadaju u opremu sa vekom trajanja 30 godina. U opremu sa vekom trajanja 30 godina spadaju rezervoar za tečni stajnjak, trenč silos, fermentori i rezervoar ostatka fermentacije sa pratećom opremom.

U stavci nematerijalna ulaganja, u fazi izgradnje oko 15.000 € potrebno je za prikupljanje relevantnih informacija (angažovanje konsultanata, putovanja za sastanke i planiranje, telekomunikacije, nabavka literature itd). Za projektovanje i prevod projekta, nabavku dozvola, puštanje u rad, obuku radnika, pretpostavljeno je oko 2 % od ukupne investicije– 75.000 €. Ukupno to iznosi oko 90.000 €.

Troškovi za start proizvodnje obuhvataju većinom troškove supstrata u toku dvo-mesečnog perioda u kojem se fermentor ispunjava supstratima i postepeno zagreva na planiranu temperaturu. Prema tome, potrebno je da se obezbedi i toplotna energija iz drugog energenta, pre nego što se generiše toplotna energija u kogenerativnom postrojenju.

Trajna obrtna sredstva u iznosu 99.031 € proračunavaju se programom, na osnovu procenjenog godišnjeg prihoda i koeficijenta obrta obrtnih sredstava – 12.

Operativni troškovi

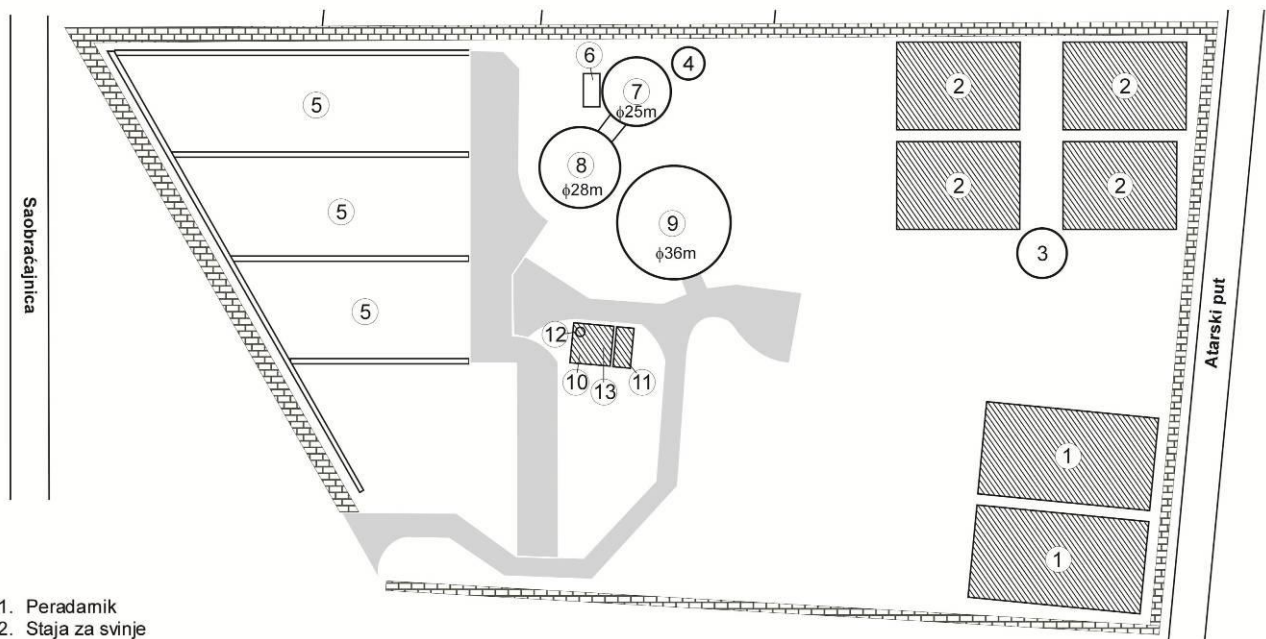
Za naredne godine osim prve, vrednost zakupa računa se kao operativni trošak po ceni od 1.800 €.

Energenti i potrošni materijal procenjeni su na ukupno 81.400 €/god. Tu se ubraja električna energija za pogon biogas postrojenja u iznosu 10 % od generisane količine, po prosečnoj ceni oko 10 €/kWh_e– 76.400 €/god. Za pogon vozila trošak za gorivo na godišnjem nivou iznosi još oko 5.000 €.

Za obične radnike predviđeno je 400 € neto, 640 € bruto. Za kvalifikovane radnike 600 € neto, 960 € bruto. Za rukovodioca 1.000 € neto, 1.600 € bruto. Za angažovanje stručnog konsultanta 500 € neto, 800 € bruto. Prema potrebnom broju radnika u opisanim u stavci radna snaga, za ovu vrstu operativnog troška potrebno je da se na godišnjem obezbedi ukupno 53.760 €.

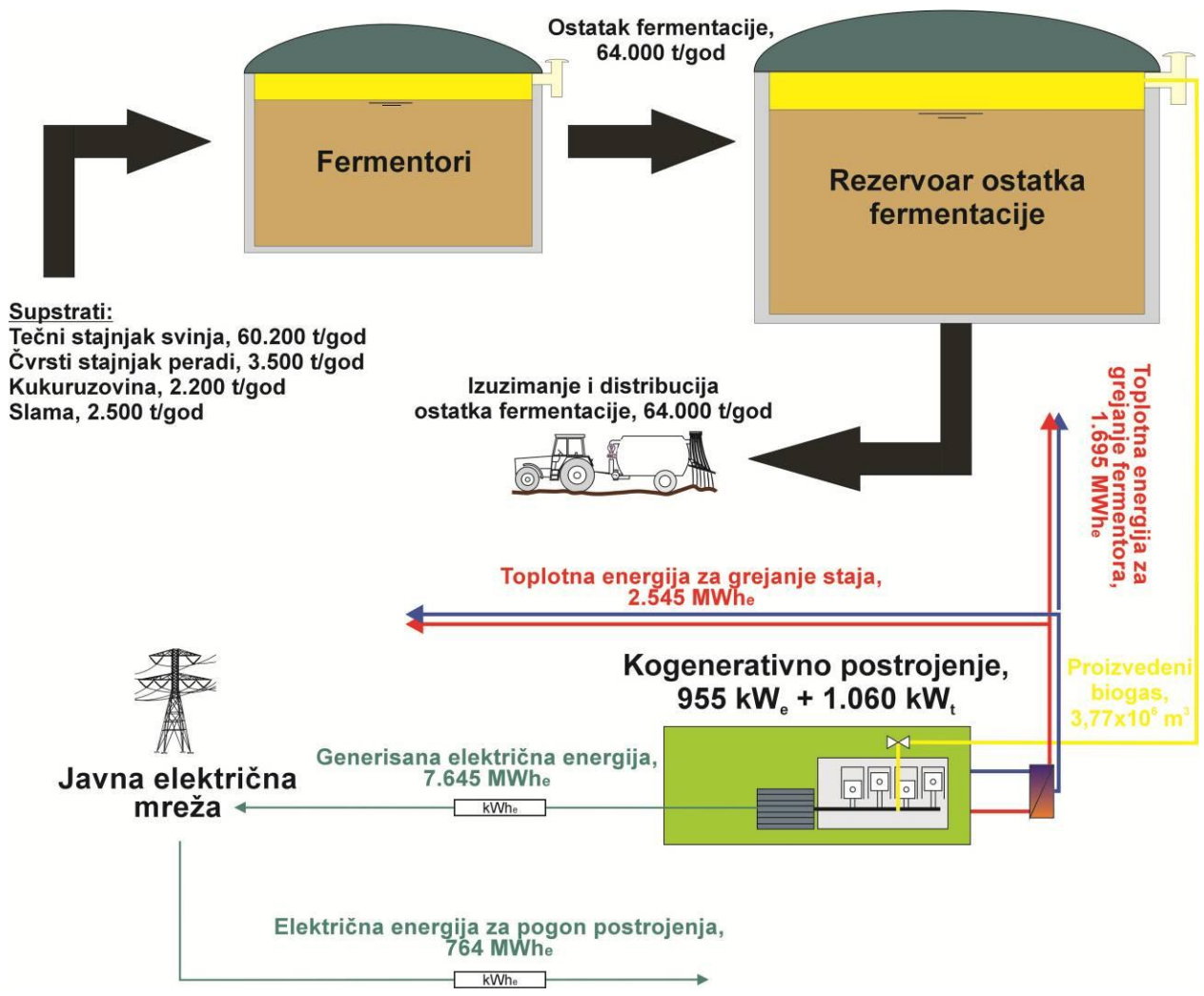
Osiguranje iznosi 36.200 € godišnje, pod pretpostavkom da stopa osiguranja iznosi 1 % od ukupne investicije.

PRILOZI STUDIJE TEHNIČKE IZVODLJIVOSTI



1. Peradamik
2. Staja za svinje
3. Pumpni šaht
4. Rezervoar za tečni stajnjak, 300 m³
5. Silo jama, 4.200 m²
6. Dozator za čvrste supstrate, 60 m³
7. Primarni fermentor, 3.000 m³
8. Sekundarni fermentor, 5.000 m³
9. Rezervoar ostatka fermentacije, 36.000 m³
10. Kogenerativno postrojenje, 955 kW_e + 1.060 kW_t
11. Trafo-stanica
12. Baklja
13. Zgrada sa kontrolno-upravljačkom jedinicom

Nacrtno postrojenje sa naznačenim delovima i funkcionalnim jedinicama



Tehnološka šema procesa, sa tokovima materijala i energije

Gantogram dinamike realizacije biogas postrojenja

| Aktivnosti | Mesec | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Izrada studije opravdanosti | ■ | | | | | | | | | | | |
| Ishodovanje lokacijske dozvole | | ■ | | | | | | | | | | |
| Izbor finansijera i predugovaranje | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Raspisivanje tendera za izradu glavnog projekta | | | ■ | | | | | | | | | |
| Izbor projektanta i ugovaranje | | | ■ | | | | | | | | | |
| Izbor kontrolora i sklapanje ugovora | | | ■ | | | | | | | | | |
| Izrada glavnog projekta | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| Kontrola glavnog projekta | | | | | ■ | | | | | | | |
| Zatvaranje finansijske konstrukcije | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Ishodovanje energetske dozvole | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Ishodovanje građevinske dozvole | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Raspisivanje tendera za izbor dobavljača i izvođače radova | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| Izbor dobavljača i izvođača i sklapanje ugovora | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Izbor nadzornog organa i sklapanje ugovora | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Prijava radova | | | | | | ■ | | | | | | |
| Izgradnja i nadzor | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Ishodovanje upotrebne dozvole | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Probni rad | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Ishodovanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

6. OCENA TEHNIČKE IZVODLJIVOSTI

Na osnovu pregleda literature i sakupljenih informacija o biogas tehnologiji, ocenjeno je da postoje osnovni uslovi za realizaciju biogas postrojenja na farmi. Celokupna količina supstrata obezbeđuje se iz sopstvenog i postoji sigurnost snabdevanja, a za njihovo korišćenje moguće je dobijanje statusa privilegovanog proizvođača, te dobijanja zadovoljavajuće *feed-in* tarife. U saradnji sa konsultantom, razmotreno je više varijanti potencijalnog biogas postrojenja, sa korišćenim supstratima i mogućnošću iskorišćenja toplotne energije, te je odabrana najpovoljnija za postojeće uslove. Na tržištu postoji dovoljno preduzeća koja mogu da ponude odgovarajuća tehničko-tehnološka rešenja za planirano biogas postrojenje, te da je nakon razmatranja moguć odabir najpovoljnijeg. Analizom tehničko-tehnološke konfiguracije potencijalnog biogas postrojenja, lokacija koje je u vlasništvu odgovara za izgradnju postrojenja, kao i da postoje uslovi za priključivanje na javnu električnu mrežu u neposrednoj okolini, te da su investicije za to prihvatljive. Na planiranoj lokaciji postoji i odgovarajuće infrastruktura u vidu puteva, priključka na vodovodnu i kanalizacionu mrežu. Na osnovu podataka o potrebnoj dokumentaciji za realizaciju, ocenjuje se da postoje uslovi za dobijanje potrebnih dozvola. Plasman toplotne energije je obezbeđen u udelu 37 % od generisane količine, a time se obezbeđuje ušteda u energentima koji su se do sada koristili. Nakon proizvodnje biogasa, moguće je da se preostali ostatak fermentacije distribuira na vlastitim poljoprivrednim površinama i pri tome ostvari ušteda za nabavku mineralnih hraniva. Na osnovu pojedinačnih pozitivnih ocena, zaključeno je da je ocena tehničke izvodljivosti pozitivna, te da može da se pristupi realizaciji daljih aktivnosti na projektu.

7. OCENA OPRAVDANOSTI ULAGANJA



PROGRAMSKI ALAT ZA PRETHODNU OCENU OPRAVDANOSTI ULAGANJA U IZGRADNJU BIOGAS POSTROJENJA

Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine
Fakultet tehničkih nauka Novi Sad - Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu

INVESTITOR

Mita Lazin

LOKACIJA INVESTICIJE

Botoš

PRETHODNA OCENA OPRAVDANOSTI ULAGANJA

IZGRADNJA BIOGAS POSTROJENJA
SNAGE 955 kWe + 1.060 kWt

Datum

05/10/2012

Projekat je analiziran kao posebna organizaciona i finansijska, tj. profitna celina.

| | |
|---------|-----|
| Valuta | € |
| RSD / € | 115 |

SADRŽAJ

1. Projektni zadatak
2. Izvod iz Studije tehničke izvodljivosti
3. Vek projekta
4. Troškovi investicije
5. Dinamika realizacije
6. Plan prihoda
7. Troškovi supstrata
8. Ostali operativni troškovi i amortizacija
9. Troškovi finansiranja
10. Bilans uspeha projekta
11. Finansijski tok projekta
12. Ekonomski tok projekta
13. Finansijski efekti i ocena projekta
14. Senzitivna analiza

1. Projektni zadatak

Ispitati mogućnost izgradnje i dimenzionirati biogas postrojenje na poljoprivrednoj farmi sa stočarskom i ratarskom proizvodnjom. Trenutno postoji problem zbrinjavanja 60.200 t/god tečnog stajnjaka iz svinjogojstva i oko 3.500 t/god čvrstog stajnjaka iz peradarstva. Razmotriti i mogućnost iskorišćenja biljnih ostataka iz ratarstva u vidu slame žitarica 2.500 t/god i kukuruzovine 2.200 t/god, i namenski uzgajano energetske bilje u vidu trave, kao supstrata za proizvodnju biogasa. Ispitati mogućnost plasmana generisane električne i toplotne energije, kao i ostataka fermentacije.

2. Izvod iz Studije tehničke izvodljivosti

Tip potencijalnog biogas postrojenja je poljoprivredno, jer raspoloživi supstrati nastaju isključivo u poljoprivrednoj proizvodnji, a to su stajnjak svinja i peradi, uz korišćenje ostataka ratarske proizvodnje u vidu slame žitarica, kukuruzovine. Kao potencijalni supstrat razmotreno je uzgajanje energetskog bilja- senaža trave. Na osnovu raspoloživih supstrata, nazivna instalirana električna snaga kogenerativne jedinice, potencijalnog biogas postrojenja bila bi 955 kW. Potrebna investicija za izgradnju biogas postrojenja iznosi oko 3,62 M€. Proizvedeni biogas koristio bi se za generisanje električne i toplotne energije, a nusproizvod koji može da se iskoristi je i ostatak fermentacije. Celokupna količina generisane električne energije u iznosu 7.645 MWh/god je, zbog mogućnosti dobijanja feed-in tarife, planirano da se isporuči u javnu električnu mrežu. Toplotna energija, u iznosu oko 2.545 MWh/god (37% od raspoložive količine), može da se iskoristi za grejanje objekata na farmi, prevashodno prasilišta. Planirano je da se ostatak fermentacije, oko 64.000 t/god, iskoristi za distribuciju po poljoprivrednim površinama sopstvene i okolnih farmi, i ostvari ušteda za nabavku mineralnih hraniva.

3. Vek projekta

| | |
|----|--------|
| 30 | Godina |
|----|--------|

4. Troškovi investicije

| Stavka | Vek trajanja (god) | Iznos |
|-------------------------------|--------------------|-----------|
| Plac | Kupovina | |
| | Zakup 1 god | 1,800 |
| Infrastruktura | 30 | 250,000 |
| Građevinski radovi | 30 | 300,000 |
| Oprema | 30 | 2,540,000 |
| | 15 | 530,000 |
| Nematerijalna ulaganja | | 90,000 |
| Troškovi za start proizvodnje | | 40,167 |
| Trajna obrtna sredstva | | 99,031 |
| Bankarski troškovi kredita | | 0 |
| UKUPNO | | 3,850,998 |

5. Dinamika realizacije

| | |
|----|---|
| 12 | meseci od zatvaranja finansijske konstrukcije |
|----|---|

6. Plan prihoda

€

| Vrsta prihoda | Jed.mere | God. količina | | Jed.cena | Ukupno |
|----------------------|----------|---------------|--------------------------|----------|------------------|
| | | Maksimalna | Procenjena iskorišćenost | | |
| Električna energija | MWh | 7,645 | 7,645 | 125.0 | 955,319 |
| Toplotna energija | MWh | 6,777 | 2,545 | 65.2 | 165,985 |
| Ostatak fermentacije | tona | 64,000 | 64,000 | 1.0 | 67,070 |
| Zbrinjavanje otpada | - | | | | 0 |
| Ostali prihodi | | | | | 0 |
| UKUPNO | | | | | 1,188,374 |

7. Troškovi supstrata

€

| Vrsta supstrata | God.količ. (tona) | Jed.cena | God.iznos |
|-----------------|-------------------|----------|----------------|
| Stajnjak | 63,700 | 0.0 | 0 |
| Trava | 1,500 | 50.0 | 75,000 |
| Kukuruzovina | 2,200 | 30.0 | 66,000 |
| Slama | 2,500 | 40.0 | 100,000 |
| | | | 0 |
| | | | 0 |
| | | | 0 |
| | | | 0 |
| UKUPNO | | | 241,000 |

8. Ostali operativni troškovi i amortizacija

€

| Stavka | Godišnji iznos |
|--------------------------------|----------------|
| Zakup placa | 1,800 |
| Troškovi održavanja | 93,200 |
| Energenti i potrošni materijal | 81,400 |
| Zarade zaposlenih | 53,760 |
| Osiguranje i ostali troškovi | 36,200 |
| Amortizacija | 138,333 |
| UKUPNO | 404,693 |

9. Troškovi finansiranja

| Izvori finansiranja | | | € |
|----------------------------|-----------|---------|---|
| Stavka | Iznos | % | |
| Sopstvena sredstva | 1,155,299 | 30.00% | |
| Sredstva saulagača | | 0.00% | |
| Podsticaji (besp.sredstva) | | 0.00% | |
| Kredit | 2,695,699 | 70.00% | |
| UKUPNO | 3,850,998 | 100.00% | |

Uslovi kredita i plan otplate (pre odlaska kod potencijalnog kreditora)

Uslovi kredita

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Kamatna stopa (godišnja) | 5.00% |
| Rok otplate | 10 |
| Grejs period | 1 |
| Otplata | Kvartalna |
| Metod: | Jednake otplate glavnice |
| Bankarski troškovi kredita | |

| | |
|-------------|-------|
| Disk. stopa | 5.30% |
|-------------|-------|

Plan otplate po godinama

| Stavka | Ukupno | Godina | | | | | | € |
|---------|-----------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| | | 1 god | 2 god | 3 god | 4 god | 5 god | 6 god | |
| Kamata | 663,328 | 0 | 137,446 | 121,511 | 105,575 | 89,639 | 73,703 | |
| Otplata | 2,868,445 | 0 | 318,716 | 318,716 | 318,716 | 318,716 | 318,716 | |
| UKUPNO | 3,531,773 | 0 | 456,162 | 440,227 | 424,291 | 408,355 | 392,419 | |

| Stavka | Godina | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 7 god | 8 god | 9 god | 10 god |
| Kamata | 57,767 | 41,831 | 25,896 | 9,960 |
| Otplata | 318,716 | 318,716 | 318,716 | 318,716 |
| UKUPNO | 376,483 | 360,548 | 344,612 | 328,676 |

Uslovi kredita i plan otplate (ponuda kreditora)

Uslovi kredita

| | |
|----------------------------|--|
| Kamatna stopa (godišnja) | |
| Rok otplate | |
| Grejs period | |
| Otplata | |
| Metod | |
| Bankarski troškovi kredita | |

| | |
|-------------|-------|
| Disk. stopa | 0.00% |
|-------------|-------|

Plan otplate po godinama

| Stavka | Ukupno | Godina | | | | | | € |
|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | | 1 god | 2 god | 3 god | 4 god | 5 god | 6 god | |
| Kamata | 0 | | | | | | | |
| Otplata | 0 | | | | | | | |
| UKUPNO | 0 | | | | | | | |

| Stavka | Godina | | | |
|---------|--------|-------|-------|--------|
| | 7 god | 8 god | 9 god | 10 god |
| Kamata | | | | |
| Otplata | | | | |
| UKUPNO | | | | |

9. Troškovi finansiranja

| Izvori finansiranja | | | € |
|----------------------------|------------------|----------------|---|
| Stavka | Iznos | % | |
| Sopstvena sredstva | 1,162,200 | 30.18% | |
| Sredstva saulagača | | 0.00% | |
| Podsticaji (besp.sredstva) | | 0.00% | |
| Kredit | 2,711,799 | 70.42% | |
| UKUPNO | 3,850,998 | 100.60% | |

Uslovi kredita i plan otplate (pre odlaska kod potencijalnog kreditora)

Uslovi kredita

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Kamatna stopa (godišnja) | 5.00% |
| Rok otplate | 10 |
| Grejs period | 1 |
| Otplata | Kvartalna |
| Metod: | Jednake otplate glavnice |
| Bankarski troškovi kredita | |

| | |
|-------------|-------|
| Disk. stopa | 5.33% |
|-------------|-------|

Plan otplate po godinama

| Stavka | Ukupno | Godina | | | | | | € |
|---------------|------------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
| | | 1 god | 2 god | 3 god | 4 god | 5 god | 6 god | |
| Kamata | 667,290 | 0 | 138,267 | 122,236 | 106,205 | 90,174 | 74,143 | |
| Otplata | 2,885,577 | 0 | 320,620 | 320,620 | 320,620 | 320,620 | 320,620 | |
| UKUPNO | 3,552,867 | 0 | 458,887 | 442,856 | 426,825 | 410,794 | 394,763 | |

| Stavka | Godina | | | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 7 god | 8 god | 9 god | 10 god |
| Kamata | 58,112 | 42,081 | 26,050 | 10,019 |
| Otplata | 320,620 | 320,620 | 320,620 | 320,620 |
| UKUPNO | 378,732 | 362,701 | 346,670 | 330,639 |

Uslovi kredita i plan otplate (ponuda kreditora)

Uslovi kredita

| | |
|----------------------------|--|
| Kamatna stopa (godišnja) | |
| Rok otplate | |
| Grejs period | |
| Otplata | |
| Metod | |
| Bankarski troškovi kredita | |

| | |
|-------------|-------|
| Disk. stopa | 0.00% |
|-------------|-------|

Plan otplate po godinama

| Stavka | Ukupno | Godina | | | | | | € |
|---------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | | 1 god | 2 god | 3 god | 4 god | 5 god | 6 god | |
| Kamata | 0 | | | | | | | |
| Otplata | 0 | | | | | | | |
| UKUPNO | 0 | | | | | | | |

| Stavka | Godina | | | |
|---------------|--------|-------|-------|--------|
| | 7 god | 8 god | 9 god | 10 god |
| Kamata | | | | |
| Otplata | | | | |
| UKUPNO | | | | |

10. Bilans uspeha projekta

Napomena: godine nisu kalendarske, već se računaju od dana zatvaranja finansijske konstrukcije.

€

| Stavka | 1 god | 2 god | 3 god | 4 god | 5 god | 6 god |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIHODI | 0 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| RASHODI | 0 | 783,140 | 767,204 | 751,268 | 735,332 | 719,396 |
| Troškovi supstrata | 0 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 |
| Ostali poslovni rashodi | 0 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 |
| Kamate kredita | 0 | 137,446 | 121,511 | 105,575 | 89,639 | 73,703 |
| BRUTO DOBIT | 0 | 405,234 | 421,170 | 437,106 | 453,042 | 468,978 |
| Porez | 10.00% | 0 | 40,523 | 42,117 | 43,711 | 45,304 |
| NETO DOBIT | 0 | 364,711 | 379,053 | 393,395 | 407,738 | 422,080 |

| Stavka | 7 god | 8 god | 9 god | 10 god | 11 god | 12 god |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIHODI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| RASHODI | 703,461 | 687,525 | 671,589 | 655,653 | 645,693 | 645,693 |
| Troškovi supstrata | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 |
| Ostali poslovni rashodi | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 |
| Kamate kredita | 57,767 | 41,831 | 25,896 | 9,960 | 0 | 0 |
| BRUTO DOBIT | 484,913 | 500,849 | 516,785 | 532,721 | 542,681 | 542,681 |
| Porez | 48,491 | 50,085 | 51,679 | 53,272 | 54,268 | 54,268 |
| NETO DOBIT | 436,422 | 450,764 | 465,107 | 479,449 | 488,413 | 488,413 |

| Stavka | 13 god | 14 god | 15 god | 16 god | 17 god | 18 god |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIHODI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| RASHODI | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 |
| Troškovi supstrata | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 |
| Ostali poslovni rashodi | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 |
| Kamate kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BRUTO DOBIT | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO DOBIT | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 |

| Stavka | 19 god | 20 god | 21 god | 22 god | 23 god | 24 god |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIHODI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| RASHODI | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 |
| Troškovi supstrata | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 |
| Ostali poslovni rashodi | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 |
| Kamate kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BRUTO DOBIT | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO DOBIT | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 |

| Stavka | 25 god | 26 god | 27 god | 28 god | 29 god | 30 god |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIHODI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| RASHODI | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 | 645,693 |
| Troškovi supstrata | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 | 241,000 |
| Ostali poslovni rashodi | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 | 404,693 |
| Kamate kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BRUTO DOBIT | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 | 542,681 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO DOBIT | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 | 488,413 |

11. Finansijski tok projekta

Napomena: Zamena opreme sa kraćim vremenom trajanja vrši se iz akumulacije projekta.

€

| Stavka | 1 god | 2 god | 3 god | 4 god | 5 god | 6 god |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRILIVI | 3,850,998 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 1,155,299 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 2,695,699 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 0 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| ODLIVI | 3,850,998 | 1,004,046 | 989,704 | 975,361 | 961,019 | 946,677 |
| Investiranje | 3,850,998 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 0 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Anuiteti kredita | 0 | 456,162 | 440,227 | 424,291 | 408,355 | 392,419 |
| Porez | 0 | 40,523 | 42,117 | 43,711 | 45,304 | 46,898 |
| NETO PRILIVI | 0 | 184,328 | 198,670 | 213,013 | 227,355 | 241,697 |
| NETO PRILIVI KUMULATIV | 0 | 184,328 | 382,999 | 596,012 | 823,367 | 1,065,064 |

| Stavka | 7 god | 8 god | 9 god | 10 god | 11 god | 12 god |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRILIVI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| ODLIVI | 932,335 | 917,993 | 903,650 | 889,308 | 561,628 | 561,628 |
| Investiranje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Anuiteti kredita | 376,483 | 360,548 | 344,612 | 328,676 | 0 | 0 |
| Porez | 48,491 | 50,085 | 51,679 | 53,272 | 54,268 | 54,268 |
| NETO PRILIVI | 256,039 | 270,382 | 284,724 | 299,066 | 626,746 | 626,746 |
| NETO PRILIVI KUMULATIV | 1,321,103 | 1,591,485 | 1,876,208 | 2,175,275 | 2,802,021 | 3,428,767 |

| Stavka | 13 god | 14 god | 15 god | 16 god | 17 god | 18 god |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRILIVI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| ODLIVI | 561,628 | 561,628 | 1,091,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 |
| Investiranje | 0 | 0 | 530,000 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Anuiteti kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO PRILIVI | 626,746 | 626,746 | 96,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 |
| NETO PRILIVI KUMULATIV | 4,055,513 | 4,682,259 | 4,779,005 | 5,405,751 | 6,032,497 | 6,659,243 |

| Stavka | 19 god | 20 god | 21 god | 22 god | 23 god | 24 god |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| PRILIVI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| ODLIVI | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 |
| Investiranje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Anuiteti kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO PRILIVI | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 |
| NETO PRILIVI KUMULATIV | 7,285,989 | 7,912,735 | 8,539,481 | 9,166,227 | 9,792,973 | 10,419,719 |

| Stavka | 25 god | 26 god | 27 god | 28 god | 29 god | 30 god |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| PRILIVI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| ODLIVI | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 |
| Investiranje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Anuiteti kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO PRILIVI | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 |
| NETO PRILIVI KUMULATIV | 11,046,465 | 11,673,211 | 12,299,957 | 12,926,703 | 13,553,449 | 14,180,195 |

12. Ekonomski tok projekta

€

| Stavka | 1 god | 2 god | 3 god | 4 god | 5 god | 6 god |
|----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIMICI | 3,850,998 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 1,155,299 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 2,695,699 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 0 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| IZDACI | 3,850,998 | 685,330 | 670,988 | 656,645 | 642,303 | 627,961 |
| Investiranje | 3,850,998 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 0 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Kamate kredita | 0 | 137,446 | 121,511 | 105,575 | 89,639 | 73,703 |
| Porez | 0 | 40,523 | 42,117 | 43,711 | 45,304 | 46,898 |
| NETO PRIMICI | -3,850,998 | 0 | 503,044 | 517,387 | 531,729 | 546,071 |

| Stavka | 7 god | 8 god | 9 god | 10 god | 11 god | 12 god |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIMICI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| IZDACI | 613,619 | 599,276 | 584,934 | 570,592 | 561,628 | 561,628 |
| Investiranje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Kamate kredita | 57,767 | 41,831 | 25,896 | 9,960 | 0 | 0 |
| Porez | 48,491 | 50,085 | 51,679 | 53,272 | 54,268 | 54,268 |
| NETO PRIMICI | 574,755 | 589,098 | 603,440 | 617,782 | 626,746 | 626,746 |

| Stavka | 13 god | 14 god | 15 god | 16 god | 17 god | 18 god |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIMICI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| IZDACI | 561,628 | 561,628 | 1,091,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 |
| Investiranje | 0 | 0 | 530,000 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Kamate kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO PRIMICI | 626,746 | 626,746 | 96,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 |

| Stavka | 19 god | 20 god | 21 god | 22 god | 23 god | 24 god |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIMICI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| IZDACI | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 |
| Investiranje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Kamate kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO PRIMICI | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 |

| Stavka | 25 god | 26 god | 27 god | 28 god | 29 god | 30 god |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRIMICI | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| Sopstvena sredstva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Saulagači (trajni kapital) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podsticaji | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Od prodaje | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 | 1,188,374 |
| IZDACI | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 | 561,628 |
| Investiranje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operativni troškovi | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 | 507,360 |
| Kamate kredita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Porez | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 | 54,268 |
| NETO PRIMICI | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 | 626,746 |

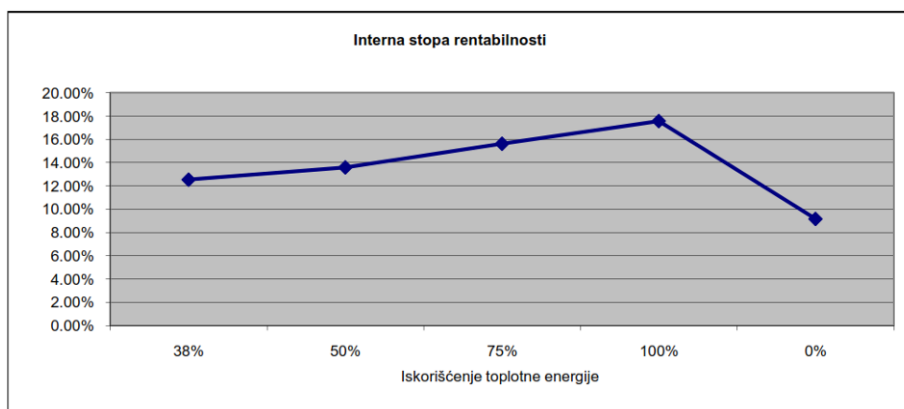
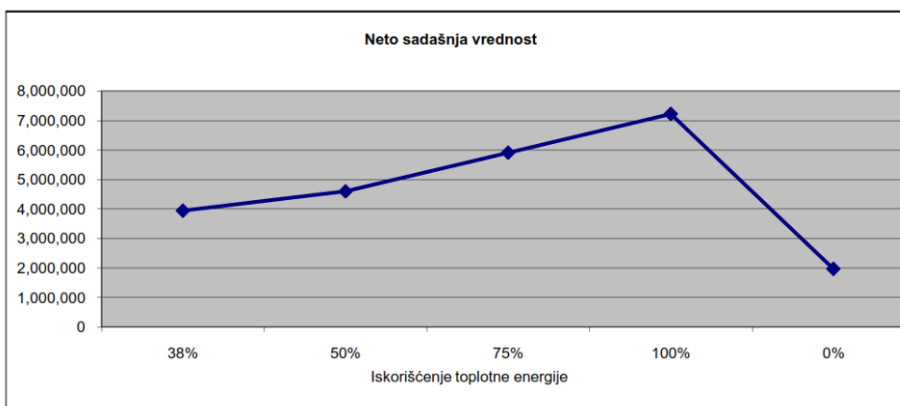
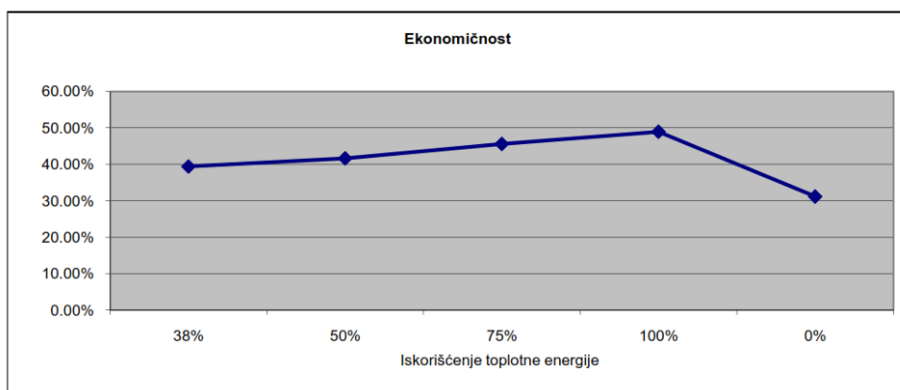
13. Finansijski efekti i ocena projekta

| Parametar ocene | Ostvareno | Poželjno | Odgovara |
|--|-------------|----------|----------|
| Vrednost investicije | € 3,850,998 | | |
| Godišnji prihod | € 1,188,374 | | |
| Prosečna god. neto dobit | € 467,827 | | |
| Ekonomičnost (neto dobit / prihodi) | 39.37% | > 15% | DA |
| Akumulativnost (neto dobit / investicija) | 12.15% | > 10.0% | DA |
| Likvidnost po kumulativu finansijskog toka | DA | DA | DA |
| NPV-Neto sadašnja vrednost | € 3,939,846 | > 0 | DA |
| IRR-Interna stopa rentabilnosti | 12.53% | > 10.6% | DA |
| Vreme povrata ulaganja prosto (godina) | 8 | < 30 | DA |

14. Senzitivna analiza

Projekat je testiran na promene u količini prodate toplotne energije.

| Parametar ocene | Iskorišćenje toplotne energije | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Po projektu | Senzitivna analiza | | | |
| | 38% | 0% | 50% | 75% | 100% |
| Godišnji prihod | € 1,188,374 | 1,022,389 | 1,243,387 | 1,353,886 | 1,464,385 |
| Prosečna god.neto dobit | € 467,827 | 318,440 | 517,338 | 616,788 | 716,237 |
| Ekonomičnost (neto dobit / prihodi) | 39.37% | 31.15% | 41.61% | 45.56% | 48.91% |
| Akumulativnost (neto dobit / investicija) | 12.15% | 8.27% | 13.43% | 16.02% | 18.60% |
| Likvidnost po kumulativu finansijskog toka | DA | DA | DA | DA | DA |
| NPV-Neto sadašnja vrednost | € 3,939,846 | 1,966,362 | 4,593,926 | 5,907,708 | 7,221,490 |
| IRR-Interna stopa rentabilnosti | 12.53% | 9.15% | 13.58% | 15.61% | 17.56% |
| Vreme povrata ulaganja prosto (godina) | 8 | 10 | 7 | 6 | 5 |



Svi pokazatelji finansijske ocene su za navedene parametre pozitivni. Senzitivna analiza pokazala je da bi za slučaj da se toplotna energija ne plasira interna stopa rentabilnosti –IRR, ne bi imala zadovoljavajuću vrednost.

8. ZAKLJUČCI

Sprovedena studija tehničke izvodljivosti, finansijska ocena i prilozi imaju, kao što je navedeno, sve elemente prethodne studije izvodljivosti sa idejnim projektom. Nakon njihove izrade projektant sa licencom može da ih proveri i overi. Na taj način značajno su smanjena potrebna ulaganja, a izbegnuto angažovanje projektanta ukoliko bi rezultati bili negativni.

Komentar:

Jedno od bitnih ograničenja za ostvarenje profitabilnog ulaganja i rada je primena *feed-in* tarife za električnu energiju. Nepoznanica je kolika će biti cena električne energije nakon ugovorenog perioda, dvanaest godina. Ukoliko bi vek projekta bio samo toliki, sa sigurnošću bi rezultati finansijske ocene bili negativni. Neizvesnost za poljoprivredna biogas postrojenja predstavlja i kretanje cena poljoprivrednih proizvoda, koje poslednjih godina značajno rastu. Samo mali broj potencijalnih investitora može da računa sa korišćenjem stajnjaka u obimu preko 50 %. Ostali supstrati dolaze iz poljoprivredne proizvodnje, a njihova cena vezuju se za cene poljoprivrednih proizvoda.

Od velikog značaj je to da li se i koliko plasira toplotne energije. Još pri planiranju gradnje biogas postrojenja to mora da se uzme u obzir, oceni uticaj i značaj. U navedenom primeru kao supstrat su, pored stajnjaka, korišćeni, uglavnom, žetveni ostaci. Dodatnim proračunima je pokazano da bi za intenzivnije korišćenje energetskog bilja profitabilnost mogla da se ostvari, ukoliko se koristi oko 30 % toplotne energije, pri ceni koja bi bila viša za oko dva centa po kWh od onih zacrtanih novom Uredbom.